

guida

dello studente

Alma Mater  
Studiorum  
Università  
di Bologna



La Facoltà di  
**Ingegneria**  
dell'Università di Bologna



Anno accademico 2008-2009





ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

GUIDA DELLO STUDENTE  
PER LA FACOLTÀ DI  
INGEGNERIA

[www.ing.unibo.it](http://www.ing.unibo.it)

Anno Accademico 2008-2009

**VOLUME ESCLUSO  
DAL  
PRESTITO**

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
BIBLIOTECA CENTRALE "G. P. DORE"  
INV. N° 20961/Bo No





© 2008 by CLUEB

Cooperativa Libreria Universitaria Editrice Bologna



Tutti i diritti sono riservati. Questo volume è protetto da copyright. Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta senza il consenso scritto dei detentori dei diritti.

Redazione a cura di  
Supervisione:

Natalia Amodio  
Paola Candotti  
Roberto Giordani

ISBN 978-88-491-3160-4

CLUEB

Cooperativa Libreria Universitaria Editrice Bologna  
40126 Bologna - Via Marsala 31  
Tel. 051 220736 - Fax 051 237758  
www.clueb.com - info@clueb.com

Finito di stampare nel mese di ottobre 2008  
da Legoprint - Lavis (TN)

## **Indice generale**

<b>PRESENTAZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>ORGANIZZAZIONE E STRUTTURE.....</b>	<b>8</b>
Dipartimenti .....	9
Segreteria Studenti.....	11
Servizio Tirocini.....	12
Biblioteca "G.P.Dore" .....	13
<b>INFORMAZIONI GENERALI.....</b>	<b>15</b>
Immatricolazioni.....	20
Calendario Didattico.....	23
Prova di Idoneità di lingua.....	26
Svolgimento della Carriera.....	27
<b>Lauree D.M.270.....</b>	<b>29</b>
Corso di laurea in Ingegneria Chimica (0918).....	31
Corso di laurea Ingegneria Civile (0919).....	34
Corso di laurea in Ingegneria dell'Automazione (0920).....	36
Corso di laurea Ingegneria Edile (0921).....	39
Corso di laurea in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni (0923).....	42

Corso di laurea in Ingegneria Elettrica (0922).....	46
Corso di laurea in Ingegneria Gestionale (0925).....	49
Corso di laurea in Ingegneria Informatica (0926).....	53
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica (0927).....	56
Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (0928).....	59
Corso di laurea in Ingegneria Energetica (0924).....	64
<b>Lauree.D.M. 509.....</b>	<b>69</b>
Corso di laurea in Ingegneria Chimica (0044).....	71
Corso di laurea Ingegneria Civile (0045).....	74
Corso di laurea Ingegneria delle Telecomunicazioni (0046).....	78
Corso di laurea in Ingegneria Elettrica (0047).....	82
Corso di laurea in Ingegneria Elettronica (0048).....	84
Corso di laurea in Ingegneria Gestionale (0049).....	88
Corso di laurea in Ingegneria dei Processi Gestionali (0050).....	92
Corso di laurea in Ingegneria Informatica (0051).....	96
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica (0052).....	100
Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (0053).....	103
Corso di laurea in Ingegneria dell'Automazione (0055).....	109
Corso di laurea in Ingegneria Energetica (0057).....	112
Corso di laurea in Ingegneria Edile (0445).....	116
<b>Lauree Specialistiche Europee a Ciclo Unico.....</b>	<b>121</b>
Corso di laurea in Ingegneria Edile-Architettura (0067).....	123
<b>Lauree Specialistiche.....</b>	<b>127</b>
Corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (0231).....	129

Corso di laurea in Ingegneria Elettrica (0232).....	133
Corso di laurea in Ingegneria Elettronica (0233).....	136
Corso di laurea in Ingegneria Informatica (0234).....	144
Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (0450).....	148
Corso di laurea in Ingegneria Chimica e di Processo (0451).....	152
Corso di laurea in Ingegneria Civile (0452).....	157
Corso di laurea in Ingegneria Gestionale (0453).....	161
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica (0454).....	166
Corso di laurea in Ingegneria Energetica (0455).....	171
Corso di laurea in Ingegneria dell'Automazione (0531).....	175
<b>Lauree Magistrali a Ciclo Unico.....</b>	<b>179</b>
Corso di laurea in Ingegneria Edile-Architettura (0940).....	181
<b>Lauree Magistrali .....</b>	<b>185</b>
Corso di laurea in Materials and sensors systems for environmental technologies (0944).....	187
Corso di laurea in Ingegneria Chimica e di processo (0929).....	189
<b>Elenco Insegnamenti.....</b>	<b>197</b>

## PRESENTAZIONE

Negli ultimi anni l'Università di Bologna si è fortemente impegnata nell'attuazione della riforma degli ordinamenti didattici per adeguarsi al modello europeo di istruzione superiore. La prima fase, avviata da nove anni, è già stata realizzata con l'introduzione delle Lauree Triennali (primo livello), delle Lauree Specialistiche (secondo livello), delle classi di laurea e dei crediti formativi. La nuova riforma, avviata nel 2007, ha individuato nuovi percorsi formativi in conformità dei quali tutti gli studi universitari devono essere adeguati entro il 2011; essa ha richiesto di riprogettare, anche con cambi di denominazione dei titoli di studio acquisibili, i corsi di studio per il conferimento delle Lauree (primo livello) ed il conferimento delle Lauree Magistrali (secondo livello), con una nuova organizzazione dell'attività didattica basata su due periodi di lezione per anno accademico e un numero inferiore di prove d'esame, introducendo inoltre modifiche relative all'organizzazione dell'attività didattica e alle classi di laurea.

La riformulazione dei cicli formativi ha lo scopo di abbreviare i tempi di conseguimento del titolo di studio, coniugando una preparazione di tipo metodologico-culturale, da sempre prerogativa della didattica universitaria, con una formazione professionalizzante, facilitando e favorendo la mobilità degli studenti a livello nazionale e internazionale attraverso l'introduzione del sistema dei crediti formativi.

L'organizzazione degli studi di Ingegneria si articola su due livelli: il primo di tre anni (pari a 180 crediti formativi) comporta l'acquisizione del titolo di Laurea; il secondo di due anni (pari a ulteriori 120 crediti formativi) permette di conseguire il titolo di Laurea Specialistica che gradualmente verrà sostituita dal titolo di Laurea Magistrale. Costituisce un caso diverso la Laurea Specialistica in Ingegneria Edile/Architettura che, secondo il disposto della Unione Europea, è a ciclo unico di cinque anni con il riconoscimento del titolo nei Paesi dell'Europa unita.

A partire dall'anno accademico 2009-2010 saranno attivati ulteriori corsi di Laurea Magistrale, alcuni come naturale trasformazione delle vigenti Lauree Specialistiche ed altri innovativi e rispondenti alle sollecitazioni del mondo produttivo e delle professioni.

I corsi di Laurea hanno l'obiettivo di assicurare allo studente un'adeguata padronanza dei metodi e contenuti scientifici generali, nonché l'acquisizione di specifiche conoscenze professionali. Al termine di tali percorsi gli allievi conseguono un titolo pienamente idoneo per l'accesso al mondo del lavoro. Con la Laurea Specialistica e la Laurea Magistrale viene conseguito un ulteriore titolo che assicura una formazione di livello avanzato per l'esercizio di attività di elevata qualificazione in ambiti specifici.

Per consentire particolari esperienze di studio all'estero dall'A.A. 2008/2009 la Facoltà d'Ingegneria ha attivato i primi due corsi di studio per Laurea Magistrale, con percorsi da svolgere in parte a Bologna ed in parte presso le Università straniere consorziate e rilascio di un titolo con valenza internazionale: il corso di "Materials and sensors systems for environmental technologies" ed il corso di studi in "Ingegneria dell'automazione". Il primo, nell'ambito delle proposte "Erasmus Mundus" finanziate

dall'Unione Europea, rilascia un titolo congiunto tra l'Università di Bologna, l'Universidad Politécnica de Valencia (Spagna) e Kungliga Tekniska Högskola-Stockholm (Svezia); il secondo, attraverso un curriculum internazionale concordato con l'Università di Tongji (Shanghai) rilascia un titolo doppio per il quale gli studenti potranno recarsi, al termine del proprio percorso, nuovamente in Cina per svolgere un tirocinio che permetterà loro di conseguire anche il Bachelor of Science in Automation Engineering presso l'Università di Tongji.

Altre iniziative per altri settori dell'Ingegneria sono avviate per potenziare l'internazionalizzazione della formazione.

Il complesso dell'offerta formativa della nostra Facoltà, per l'A.A. 2008/2009, è costituito da 11 Corsi di Laurea di primo livello (di cui uno a titolo multiplo), 10 Corsi di Laurea Specialistica, 1 Corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in Ingegneria Edile-Architettura con riconoscimento dell'Unione Europea e 2 Corsi di Laurea Magistrale (di cui uno a titolo congiunto).

Dopo il conseguimento della Laurea, della Laurea Specialistica e della Laurea Magistrale gli studenti potranno proseguire nei loro studi con i Master rispettivamente di primo e di secondo livello (60 crediti). Inoltre, dopo il conseguimento della Laurea Specialistica e della Laurea Magistrale il percorso didattico potrà essere arricchito con il Dottorato di ricerca, della durata di 3 anni, finalizzato alla ricerca di base o applicata.

Per favorire un primo contatto con il mondo del lavoro, la Facoltà ha attivato oltre 800 convenzioni con aziende ed enti per lo svolgimento di tirocini.

Nella Guida sono indicate le modalità di accesso ai singoli Corsi di studio, i piani didattici e i programmi degli insegnamenti. Gli studenti possono così trovare ampia informazione per una meditata scelta del loro curriculum e, in definitiva, per conseguire una preparazione professionale rispondente alle proprie aspirazioni.

Dal gennaio 2008 è ufficialmente operativa la nuova sede presso il complesso Bertalia-Lazzaretto. Gli ampi e moderni spazi presenti in questo nuovo polo ospitano l'attività didattica di alcuni Corsi di studio, Laboratori didattici e sperimentali, Dipartimenti, Sale studio ed una Biblioteca.

Ulteriori informazioni ed indicazioni sulle attività dell'Ateneo e della Facoltà di Ingegneria sono disponibili nei rispettivi siti internet [www.unibo.it](http://www.unibo.it) e [www.ing.unibo.it](http://www.ing.unibo.it).

Nella convinzione di presentare ai giovani, con questa Guida, percorsi formativi particolarmente rispondenti alle esigenze del mondo del lavoro, la Facoltà rivolge agli studenti un caloroso augurio per i loro studi e per la successiva attività professionale certa di presentare una completa, competente e qualificata offerta didattica e scientifica, conforme alle nostre riconosciute tradizioni.

Bologna, Ottobre 2008

Il Preside  
*Prof. Ing. Pierpaolo Diotallevi*

# ORGANIZZAZIONE E STRUTTURE

Facoltà di Ingegneria

[www.ing.unibo.it/](http://www.ing.unibo.it/)

[didattica@mail.ing.unibo.it](mailto:didattica@mail.ing.unibo.it)

Preside: **prof. ing. Pierpaolo Diotallevi**

- Presidenza, Viale Risorgimento 2 - 40136 Bologna.....tel. 051-2093735  
fax 051-2093604  
[preside@ingegneria.unibo.it](mailto:preside@ingegneria.unibo.it)
- Servizio Tirocini.....tel 051-2093120  
[ingegneria.tirocini@unibo.it](mailto:ingegneria.tirocini@unibo.it)
- Servizi Informatici di Presidenza.....tel 051-2093723
- Portineria di viale Risorgimento 2.....tel 051-2093730  
[portineria@mail.ing.unibo.it](mailto:portineria@mail.ing.unibo.it)
- Portineria Aule Nuove.....tel 051-2093733  
[portineria.aulenuove@mail.ing.unibo.it](mailto:portineria.aulenuove@mail.ing.unibo.it)
- Portineria di via Saragozza 8.....tel. 051-2093734
- Portineria di via Terracini.....tel. 051-2090590  
[portineria.terracini@mail.ing.unibo.it](mailto:portineria.terracini@mail.ing.unibo.it)
- Biblioteca centrale, viale Risorgimento 2 40136 Bologna.....tel 051-2093937  
fax 051-2093942
- Centro di calcolo (CCIB), viale Risorgimento 2 40136 Bologna.....tel. 051-2093112  
[ccib@mail.ing.unibo.it](mailto:ccib@mail.ing.unibo.it)
- Segreteria Studenti (Sede di Bologna)  
Via Saragozza 8, 40123 Bologna.....tel. 051-2093990  
fax 051-2093992  
[seging@unibo.it](mailto:seging@unibo.it)
- Segreteria Studenti (Sede di Ravenna)  
Via Alfredo Baccarini, 27 Ravenna.....tel.0544936251  
[segravenna@unibo.it](mailto:segravenna@unibo.it)
- Ufficio didattico di Ingegneria edile  
Via Tombesi dall'Ova, 55 48100 Ravenna.....[elena.giorgi4@unibo.it](mailto:elena.giorgi4@unibo.it)

## Dipartimenti

- DAPT**.....tel. 051-2093155  
 Dipartimento di Architettura e Pianificazione Territoriale  
 www.dapt.unibo.it  
 Direttore: prof. Piero Secondini  
 piero.secondini@mail.ing.unibo.it  
 Segretario amministrativo: Teresa Velardi
- DEIS**.....tel. 051-2093001  
 Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica  
 www.deis.unibo.it  
 Direttore: prof. Guido Avanzolini  
 direttore@deis.unibo.it  
 Segretario amministrativo: Leonardo Piano
- DICASM**.....tel. 051-2093201  
 Dipartimento di Chimica Applicata e Scienza dei Materiali  
 www.dicasm.unibo.it  
 Direttore: prof. Corrado Berti  
 corrado.berti@unibo.it  
 Segretario amministrativo: Luisa Romagnoli
- DICMA**.....tel. 051-2093135  
 Dipartimento di Ingegneria Chimica,  
 Mineraria e delle Tecnologie Ambientali  
 www.dicma.unibo.it  
 Direttore: prof. Francesco Santarelli  
 francesco.santarelli@mail.ing.unibo.it  
 Segretario amministrativo: Claudia Sicuranza.....tel. 051-2093135
- DIE**.....tel. 051-2093561  
 Dipartimento di Ingegneria Elettrica  
 www.die.unibo.it  
 Direttore: prof. Domenico Casadei  
 domenico.casadei@mail.ing.unibo.it  
 Segretario amministrativo: Michele Buratin
- DIEM**.....tel. 052-2093431  
 Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia  
 www.diem.unibo.it  
 Direttore: prof. Emilio Ferrari  
 emilio.ferrari@mail.ing.unibo.it  
 Segretario amministrativo: Angela Finelli

DIENCA.....tel. 051-2093281

Dipartimento di Ingegneria Energetica, Nucleare e del Controllo Ambientale  
www.dienca.unibo.it

Direttore: prof. Sandro Salvigni  
sandro.salvigni@mail.ing.unibo.it  
Segretario amministrativo: Carla Zanni

DISTART.....tel. 051-2093237

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del Rilevamento,  
del Territorio

www.distart.ing.unibo.it  
Direttore: prof. Francesco Ubertini  
pierpaolo.diotallevi@mail.ing.unibo.it  
Segretario amministrativo: Lorenza Pucci

Dipartimento di FISICA.....tel. 051-6305255

www.df.unibo.it  
Direttore: prof. Paolo Capiluppi  
e-mail: direzione.fisica@unibo.it  
Segretario amministrativo: Simona Nardini

Dipartimento di MATEMATICA.....tel. 051-2094402

www.dm.unibo.it  
Direttore: prof. Giovanni Dore  
e-mail: dore@dm.unibo.it  
Segretario amministrativo: Carlotta De Flumeri

CIEG.....tel. 051-2093946

Centro di studi di Ingegneria Economico-Gestionale  
Direttore: prof. Andrea Zanoni  
andrea.zanoni@mail.ing.unibo.it

CIRAM.....tel. 051-2093970

Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Applicazioni della Matematica  
www.ciram.unibo.it  
Direttore: prof. Fiorella Sgallari  
e-mail: sgallari@dm.unibo.it  
Segretario amministrativo: Bianca Maria Angeloni Riva

# Segreteria Studenti

## **Sede di Bologna**

La Segreteria studenti si trova in  
Via Saragozza, 10 - Bologna  
tel. 051-2093990  
seging@unibo.it

Responsabile Amministrativo:  
Dott. Donato Rotondo

L'orario di apertura al pubblico è il seguente:  
Lunedì-Martedì-Mercoledì-Venerdì dalle ore 9.00 alle ore 11.15  
Martedì-Giovedì dalle ore 14.30 alle ore 15.30

## **Polo di Ravenna**

via Alfredo Baccarini, 27  
48100 Ravenna  
+39.0544.936251  
+39.0544.936250  
segravenna@unibo.it

L'orario di apertura al pubblico è il seguente:  
Lunedì-Martedì-Mercoledì-Venerdì dalle ore 9.00 alle ore 11.15  
Martedì-Giovedì dalle ore 14.30 alle ore 15.30  
Call Center  
Lunedì, Mercoledì, Venerdì dalle ore 9.00 alle ore 10.30  
+39.0544.936251

## Servizio Tirocini

La Facoltà di Ingegneria offre ai propri studenti, laureandi e neolaureati la possibilità di svolgere attività formative professionalizzanti presso Aziende ed Enti, volte a sviluppare le conoscenze acquisite nel corso della formazione accademica e a favorire la conoscenza diretta del mondo del lavoro. Il Servizio Tirocini della Facoltà di Ingegneria si occupa della gestione amministrativa delle attività di tirocinio e della stipula delle convenzioni con le strutture ospitanti, fornendo informazioni e supporto su:

- tirocini curriculari, rivolti agli studenti che devono o vogliono svolgere un periodo di formazione professionalizzante per acquisire i CFU previsti nel piano didattico del Corso di studi;
- tirocini formativi e di orientamento, rivolti ai laureandi per la preparazione dell'elaborato/tesi di laurea e/o ai laureati da non più di diciotto mesi che si affacciano per la prima volta in un ambiente di lavoro. E' uno strumento facoltativo che consente di realizzare una reale esperienza lavorativa (pur non costituendo, parimenti al tirocinio curriculare, un rapporto di lavoro) parallelamente o successivamente al periodo di studio, così favorendo un primo inserimento nel mondo del lavoro.

### *Sede:*

Viale del Risorgimento, 2 – 40136 Bologna  
Piano Terra edificio centrale  
(scale lato Vallescura)

### Referente Amministrativo:

Dott. Giuseppe Nottola  
Tel. 051 2093120  
Fax. 051 2093804  
[ingegneria.tirocini@unibo.it](mailto:ingegneria.tirocini@unibo.it)

### *Orario di apertura al pubblico:*

Martedì, Mercoledì e Giovedì  
dalle 9,00 alle 12,00

# Biblioteca "G.P.Dore"

Viale Risorgimento, 2 - CAP 40136 Bologna  
tel. 051 20 93744  
fax. 051 20 93742  
<http://biblio.ing.unibo.it>

Responsabile tecnico: Dott.ssa Maria Pia Torricelli

## Orari

Dal lunedì al venerdì dalle 8,30 alle 19,00

## Servizi

- **Reference** - Assistenza per ricerche bibliografiche, la ricerca dei libri o altri documenti, l'uso dei servizi e di tutte le risorse della Biblioteca
- **Prestito libri**
- **Prestito interbibliotecario** (richiesta in prestito, per i nostri utenti, di monografie conservate presso altre biblioteche)
- **Document delivery** (la Biblioteca può richiedere, per i propri utenti, fotocopie di articoli o parti di monografie conservati presso altre biblioteche)
- **Pc disponibili per la consultazioni INTERNET** con finalità di ricerca bibliografico-documentaria
- **Depliant informativi** (disponibili nell'area di accoglienza)

## Risorse informative

- Periodici scientifici di ambito prevalentemente ingegneristico in edizione cartacea e/o elettronica
- Opere di ambito tecnico scientifico e ingegneristico, monografie consigliate nei programmi d'esame, repertori generali di consultazione, handbook, dizionari tecnici, testi di biblioteconomia in edizione cartacea e/o elettronica
- Normativa tecnica: UNI in edizione cartacea
- Normativa tecnica in cd-rom: CEI
- Normativa tecnica internazionale in formato elettronico online: IEEE, ISO, ASTM, Standard dell'Unione Europea
- Bibliografie, repertori e banche dati online (l'elenco dettagliato è disponibile sul sito della biblioteca)
- I volumi antichi e di pregio, e i manoscritti sono consultabili solo per appuntamento

## **STAFF**

### **Servizi al pubblico:**

Carolina Ancona (carolina.ancona@unibo.it) 051.20.93740  
Davide Dessi (davide.dessi2@unibo.it) 051.20.93744  
Norma Macchiavelli (norma.macchiavelli@unibo.it) 051.20.93744  
Rosalia Miceli (rosalia.miceli@unibo.it) 051.20.93740  
Loredana Minafra (loredana.minafra2@unibo.it) 051.20.93744  
Sonia Sabbioni (sabbioni@mail.cib.unibo.it) 051.20.93744

### **Acquisti Inventario Catalogazione e Reference**

Claudia Di Prisco (claudia.diprisco@unibo.it) 051.20.93739  
Norma Machiavelli (norma.machiavelli@unibo.it) 051.20.93744  
Rosalia Miceli (rosalia.miceli@unibo.it) 051.20.93740  
Maria Pia Torricelli (Mariapia.torricelli@unibo.it) 051.20.93729  
Serena Zarantonello (serena.zarantonello@unibo.it) 051.20.93736

### **Segreteria:**

Adriana Verardi Luppi (adriana.verardiluppi@unibo.it) 051.20.93737  
Rossella Salbego (rossella.salbego@unibo.it) 051.20.93736  
Anna Maria Corsaro (annamaria.corsaro@unibo.it) 051.20.93736  
Maria Antonietta Rizzo (maria.rizzo@unibo.it)  
Renato Roselli (renato.roselli@unibo.it) 051.20.90327  
Annamaria.Corsaro

### **Informatico per l'area Scientifico-tecnica del SBA**

Claudia Possenti (claudia.possenti@unibo.it) 051.2093732

## **CENTRO D.I.E.A.**

Centro di Documentazione su Ingegneria ed Etica Ambientale <http://dica.ing.unibo.it/>  
Viale Risorgimento, 2 - CAP 40136 Bologna

tel. 051.20.93743

fax. 051.20.93742

Responsabile esecutivo: dott. ing. Felice Antonio Palmeri

## **Orari**

Giovedì: h 09.30 - h 13.30 / h 14.00 - h 18.00

Venerdì: h 09.30 - h 13.30 / h 14.00 - h 16.00

(Gli appuntamenti devono essere concordati telefonicamente)

# INFORMAZIONI GENERALI

## Riforma degli studi

La riforma universitaria cambia il sistema degli studi universitari italiano, secondo un modello concordato con gli altri paesi dell'Unione Europea.

Gli obiettivi della riforma sono:

**ridenominazione** dei titoli conferiti a conclusione dei corsi di studio: laurea e

laurea magistrale (in sostituzione della laurea specialistica);

**separazione** tra laurea (180 CFU) e laurea magistrale (120 CFU);

emanazione di **nuove classi** di corso di studio;

previsione di **nuove qualifiche accademiche**.

Il nuovo testo inoltre apporta alcuni **correttivi** alla vecchia Riforma (D.M. 509/99) al fine di incrementare il tasso annuo dei laureati; ridurre il fenomeno degli abbandoni e la durata media di percorrenza degli studi; favorire la mobilità di studenti e il riconoscimento dei CFU; favorire il processo di internazionalizzazione fra gli Atenei; consolidare il sistema di studi articolato su due livelli di laurea (corsi di laurea e corsi di laurea magistrale), attuando la convergenza del sistema italiano di istruzione superiore verso il modello europeo delineato dagli accordi della Sorbona e di Bologna, che si propongono di costruire uno spazio europeo, articolato essenzialmente su tre cicli o livelli principali di studio.

La nuova organizzazione degli studi universitari si articola in **tre cicli**:

### 1° Ciclo: Corsi di Laurea

Durano ordinariamente tre anni durante i quali è necessario conseguire **180 crediti** (CFU). Essi hanno l'obiettivo di assicurare allo studente un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali, nonché l'acquisizione di specifiche conoscenze professionali.

### 2° Ciclo: Corsi di Laurea Magistrale

La nuova denominazione delle lauree specialistiche è intervenuta con il DM 207/04. Essi durano due anni e prevedono l'acquisizione di **120 crediti** (CFU). Con la laurea magistrale si consegue un titolo che assicura una formazione di livello avanzato per l'esercizio di attività di elevata qualificazione in ambiti specifici.

Sono corsi di **laurea magistrale a ciclo unico** Medicina e Chirurgia, Odontoiatria e Protesi Dentaria, Medicina Veterinaria, Farmacia, Chimica e Tecnologia Farmaceutiche, Architettura, Ingegneria Edile - Architettura. Esse sono regolate da normative europee. Questi corsi, regolati da normative dell'Unione Europea, sono a ciclo unico, con una distribuzione delle attività didattiche direttamente su 5 o 6 anni. Con il DM 270/04 è stata inoltre introdotta la laurea magistrale a ciclo unico in Giurisprudenza.

### 3° Ciclo: Diplomi di Specializzazione e Dottorato di Ricerca

Il diploma di specializzazione fornisce conoscenze e abilità per l'esercizio di particolari attività professionali, in applicazione di norme di legge o direttive della Unione Europea. Al dottorato di ricerca si accede dopo la laurea specialistica o magistrale, ha una durata triennale e ha l'obiettivo di fornire competenze necessarie per esercitare attività di ricerca di alta qualificazione.

### **Corsi di Studio Internazionali**

Dall'anno accademico 2007/2008, l'offerta formativa dell'Università di Bologna include un certo numero di corsi di studio definiti internazionali, oggetto di una specifica sperimentazione.

Si tratta di corsi che, per le modalità di organizzazione ed erogazione delle attività formative, mirano ad attrarre studenti stranieri o comunque fortemente orientati al mercato di lavoro estero. A questi studenti i corsi internazionali offrono l'opportunità di maturare una visione più ampia del mondo del lavoro, anche grazie alle testimonianze dei docenti internazionali e al confronto con studenti di diversa nazionalità e di diverso background. I corsi internazionali devono fornire una serie di servizi minimi essenziali come un tutor d'aula, servizi di assistenza e consulenza per gli studenti stranieri anche in relazione al permesso di soggiorno, servizi di *placement* al termine del corso, servizi di qualità attraverso la previsione di un minimo di crediti formativi universitari affidati a docenti internazionali. La dimensione internazionale di questi corsi di studio si palesa altresì in criteri di accesso che includono la conoscenza approfondita di una specifica lingua straniera e nell'erogazione della didattica esclusivamente in tale lingua.

Spesso, i corsi di laurea internazionali sono organizzati e gestiti in convenzione con Atenei di Paesi terzi, offrendo la possibilità di un'esperienza di studio presso le Università partner e giungendo al rilascio di un titolo congiunto, doppio o multiplo. L'accesso a tali corsi, inoltre, proprio perché rivolti a un panorama transnazionale, è anticipato rispetto ai tempi generali di immatricolazione stabiliti dall'Ateneo, al fine di favorire l'arrivo di studenti stranieri con il necessario anticipo rispetto alle proprie esigenze di organizzazione e di permanenza a Bologna o presso la città dell'Ateneo partner.

#### **I corsi di studio che rilasciano un titolo doppio o multiplo**

sono corsi che nascono da convenzioni con Atenei stranieri.

**Il titolo doppio/multiplo** è appunto quello rilasciato in base a un accordo di cooperazione con il quale gli atenei partner definiscono precise relazioni fra più corsi di studio, i quali vengono in tal modo dichiarati corrispondenti.

L'accordo definisce delle equivalenze fra i vari percorsi formativi delle singole università partner e consente agli studenti che abbiano assolto agli obblighi descritti nell'accordo stesso, di ottenere, oltre al rilascio del titolo da parte dell'università di appartenenza, anche il rilascio dei titoli accademici delle altre università partecipanti all'accordo, presso le quali abbiano acquisito i crediti formativi secondo lo schema di mobilità previsto

**I corsi di studio che rilasciano un titolo congiunto** sono corsi progettati, sviluppati, organizzati e implementati congiuntamente con Atenei stranieri e regolamentati da apposita convenzione.

Al termine del corso gli studenti che abbiano assolto agli obblighi descritti nell'accordo e abbiano acquisito i crediti formativi secondo lo schema di mobilità previsto, conseguiranno un unico titolo di studio (titolo congiunto). A differenza dell'ipotesi precedente (titolo doppio/multiplo) non vi sono più corsi di studio dichiarati corrispondenti bensì un corso solo a cui partecipano tutte le Università partner, le quali rilasciano congiuntamente lo stesso titolo.

Laddove le legislazioni dei paesi delle università partner lo consentano, agli studenti verrà rilasciata un'unica pergamena firmata dai rettori di tutte le università partecipanti; ove ciò non sia possibile saranno invece rilasciate più pergamene da parte delle singole università partner.

### **Accesso ai Corsi**

#### **Laurea di Primo Ciclo e Laurea Magistrale a Ciclo Unico**

Per iscriversi a una laurea di primo ciclo o ciclo unico, lo studente deve essere in possesso di un diploma di maturità quinquennale oppure di un diploma di maturità quadriennale con anno integrativo oppure di una laurea oppure di un titolo di studio conseguito all'estero dopo almeno 12 anni di scolarità.

E' anche consentita l'immatricolazione di studenti in possesso di un diploma di maturità quadriennale, rilasciato da istituti di istruzione secondaria superiore presso i quali non sia più attivo l'anno integrativo (istituti magistrali). In questo caso gli studenti devono assolvere lo specifico obbligo formativo aggiuntivo entro il primo anno di iscrizione, secondo le modalità stabilite da ciascuna Facoltà e fatti salvi eventuali ulteriori obblighi formativi aggiuntivi derivanti dalla verifica della preparazione.

Per ciascun corso di laurea, infatti, sono definite le conoscenze che si ritiene lo studente debba necessariamente avere per iscriversi, ovvero per seguire proficuamente il corso di studio.

Tali conoscenze vengono verificate prima dell'iscrizione; l'esito negativo della verifica, però, non impedisce l'iscrizione, ma assoggetta lo studente al cosiddetto obbligo formativo aggiuntivo, ossia all'obbligo di colmare le lacune nella propria preparazione di base entro il 10 agosto successivo, nei modi stabiliti dall'Università e anche attraverso le eventuali attività appositamente organizzate.

L'obbligo formativo aggiuntivo non ha alcuna influenza sul numero di crediti che lo studente deve conseguire: lo studente con obbligo formativo aggiuntivo non parte da "sotto zero", né consegue crediti in positivo una volta assolto l'obbligo.

L'obbligo formativo aggiuntivo riguarda esclusivamente il tipo di preparazione di base richiesta per l'accesso al corso, ovvero, ma solo nel caso di studenti in possesso di diploma di maturità quadriennale, la necessità di integrare il percorso scolastico.

E' anche possibile che il corso di laurea preveda un numero programmato, consistente in un numero massimo di studenti ammissibili. In questo caso è previsto un test con successiva formazione della graduatoria: solo gli studenti che si collocheranno utilmente in tale graduatoria (entro i posti disponibili) potranno iscriversi.

Sono a numero programmato a livello nazionale i corsi di laurea magistrale a ciclo unico in Medicina e Chirurgia, Odontoiatria e Protesi dentaria, Medicina Veterinaria, Architettura, Ingegneria Edile-Architettura, corsi di laurea e laurea magistrale delle professioni sanitarie.

### **Laurea magistrale**

In generale, per accedere ai corsi di laurea magistrale è necessario il possesso di una laurea, tra quelle predeterminate da ogni Regolamento didattico di corso di laurea magistrale.

E' anche consentito l'accesso con il possesso di un qualunque diploma di laurea (vecchio ordinamento), una laurea specialistica o magistrale, un diploma universitario, un titolo rilasciato dalle Accademie di belle arti, dall'Accademia nazionale di danza dall'Accademia nazionale di arte drammatica, dagli Istituti superiori per le industrie artistiche, dai Conservatori di musica e Istituti musicali pareggiati o una titolo accademico conseguito presso Università estera riconosciuto idoneo a patto che essi soddisfino i requisiti curriculari richiesti dal corso di laurea magistrale al quale si intende accedere.

Oltre ai requisiti curriculari, per iscriversi alla laurea magistrale è necessaria una "adeguata preparazione personale", le cui modalità di verifica sono stabilite dai Consigli di corso competenti.

In ogni caso, l'eventuale esito negativo della verifica delle condizioni richieste per l'accesso ai corsi (requisiti curriculari e adeguata preparazione personale) è preclusiva dell'iscrizione.

E' infine possibile che il corso di laurea magistrale preveda un numero programmato, consistente in un numero massimo di studenti ammissibili. In questo caso è previsto un test con successiva formazione della graduatoria: solo gli studenti che si collocheranno utilmente in tale graduatoria (entro i posti disponibili) potranno iscriversi.

### **Crediti Formativi Universitari**

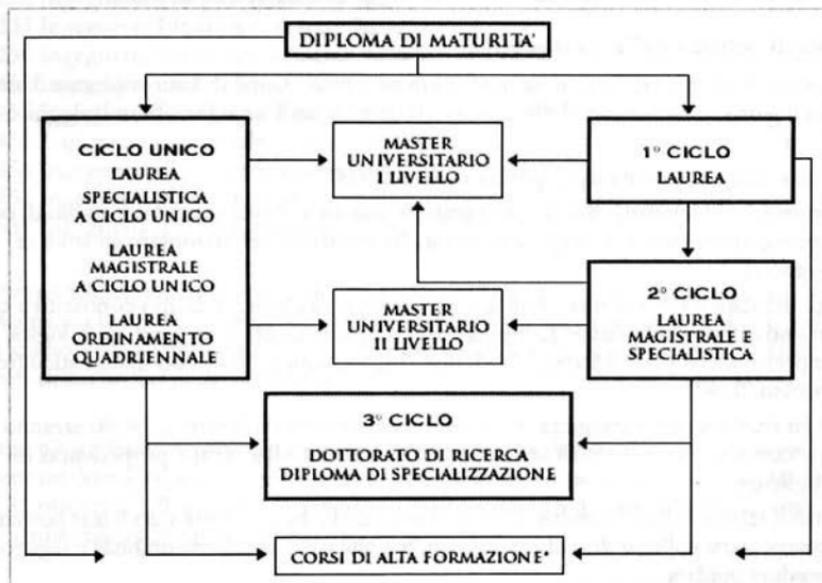
Si chiamano **CFU** e sono uno strumento per misurare la quantità di lavoro di apprendimento, compreso lo studio individuale richiesto allo studente per acquisire conoscenze e abilità nelle attività formative previste dai corsi di studio.

Un **credito** (CFU) corrisponde di norma a **25 ore di lavoro** che comprendono lezioni, esercitazioni, etc., ma anche lo studio a casa.

**Per ogni anno accademico**, ad uno studente impegnato a tempo pieno nello studio è richiesta una quantità media di lavoro fissata in **60 crediti**, ossia 1500 ore.

I CFU si acquisiscono con il **superamento dell'esame** o altra prova di verifica. I crediti non sostituiscono i voti, non valutano il profitto, la qualità dello studio continuerà ad essere valutata con il voto, (espresso in trentesimi per l'esame o la prova di altro genere, ed in centodecimi per la prova finale), con eventuale lode. I crediti consentono di comparare diversi sistemi di studio e valutare i contenuti dei programmi tra diversi corsi e diverse università italiane ed europee. Essi facilitano così la possibilità di trasferirsi da un corso di studio a un altro, oppure da un'università a un'altra, anche straniera. I crediti acquisiti durante un corso di studio possono essere riconosciuti per il proseguimento in altri percorsi di studio.

## Schema del Sistema universitario



# Immatricolazioni

L'iscrizione alla facoltà di Ingegneria prevede un **test di orientamento** comune e obbligatorio per tutti gli studenti che intendono immatricolarsi al primo anno dei Corsi di Laurea (durata 3 anni) e un **test di ammissione** per il solo Corso di Laurea magistrale a ciclo unico (durata 5 anni), in Ingegneria Edile-Architettura.

## Prova di verifica delle conoscenze

La prova di verifica delle conoscenze, comune a tutti i Corsi di Laurea (durata 3 anni), si terrà il giorno 2 Settembre 2008 alle ore 10.00 nelle sedi della Facoltà, a Bologna e a Ravenna.

Gli studenti sono convocati a partire dalle ore 9.00.

La prova è obbligatoria, ma non ha carattere selettivo: il suo obiettivo è quello di offrire un primo strumento per saggiare le proprie potenzialità per affrontare gli studi di Ingegneria.

In particolare il test comprenderà una valutazione su elementi di tipo conoscitivo e su elementi di tipo attitudinale. La prova sarà composta da 80 quiz di cui 15 di logica, 15 di comprensione verbale del testo, 20 di tipo fisico-chimico, 30 di tipo matematico (tempo concesso 2h 40')

Per gli studenti che conseguiranno un punteggio nel test inferiore a 24/80 saranno organizzati, nel periodo 8-18 settembre 2008, dei moduli intensivi propedeutici di accoglienza.

Entro il termine del 31 ottobre 2008 gli studenti che hanno sostenuto il test potranno immatricolarsi collegandosi al servizio on line [www.almawelcome.unibo.it](http://www.almawelcome.unibo.it) e seguendo la procedura guidata.

## Test di ammissione ad Ingegneria Edile-Architettura

Il Test di ammissione per il Corso di Laurea magistrale a ciclo unico (durata 5 anni), in Ingegneria Edile-Architettura, si terrà il giorno 8 Settembre 2008 alle ore 10.00, secondo le norme stabilite dal Ministero.

La prova è a carattere selettivo: il numero dei posti disponibili per l'Anno Accademico 2008/2009 è di 169.

**Entro il termine perentorio del 26 settembre 2008 gli studenti utilmente collocati in graduatoria dovranno immatricolarsi collegandosi al servizio on line [www.almawelcome.unibo.it](http://www.almawelcome.unibo.it)**

## **Immatricolazioni alle lauree specialistiche**

Per immatricolarsi alle seguenti lauree specialistiche:

- 0231 Ingegneria delle Telecomunicazioni (classe 30/s)
- 0232 Ingegneria Elettrica (classe 31/s)
- 0233 Ingegneria Elettronica (classe 32/s)
- 0234 Ingegneria Informatica (classe 35/s)
- 0452 Ingegneria Civile (classe 28/s)
- 0455 Ingegneria Energetica (classe 33/s)
- 0453 Ingegneria Gestionale (classe 34/s)
- 0454 Ingegneria Meccanica (classe 36/s)
- 0450 Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (classe 38/s)
- 0531 Ingegneria dell'Automazione (classe 29/s)

è necessario essere in possesso di una laurea (del vecchio ordinamento o di durata triennale) che soddisfi i requisiti per l'accesso previsti nel Regolamento di ciascun corso di studio, consultabile al sito [www.ing.unibo.it](http://www.ing.unibo.it) e indicati a fianco dei piani didattici dei corsi di studio del presente fascicolo.

Tutti gli studenti che intendono immatricolarsi ad una delle lauree specialistiche elencate dovranno collegarsi al servizio on line [www.almawelcome.unibo.it](http://www.almawelcome.unibo.it) ,dal 28 luglio al 31 ottobre 2008, e seguire le istruzioni. Sarà comunque possibile iscriversi fino al 30 dicembre pagando un'indennità di mora progressiva.

E' prevista la possibilità di una **immatricolazione condizionata**: gli studenti dovranno conseguire il titolo necessario entro il 31 marzo 2009.

**Al momento dell'immatricolazione condizionata è indispensabile avere conseguito almeno 150 crediti, relativi al corso di laurea di ultima iscrizione.**

**Lo studente non può acquisire CFU del corso di laurea specialistica finché non abbia conseguito il titolo di laurea.**

### **Nota per gli studenti che intendono immatricolarsi**

**Attenzione:** In ogni caso il pagamento della prima rata di tasse non costituisce immatricolazione, questa deve essere perfezionata presentando o facendo pervenire ai competenti uffici tutti i documenti necessari improrogabilmente entro le date previste.

### **Iscrizione a corsi singoli**

Per integrare carriere universitarie già completate, oppure per seguire attività previste nelle lauree specialistiche, i laureati possono iscriversi a singoli corsi, sostenere i relativi esami, conseguirne i crediti e ottenerne certificazione.

Gli studenti non italiani, comunitari e non comunitari, possono iscriversi a corsi singoli anche se non ancora laureati, purché iscritti a Università estere.

Non si possono scegliere singoli corsi attivati in corsi di studio a numero programmato.

Non ci si può iscrivere a singoli corsi attivati su lauree specialistiche per un numero di crediti superiore a 30.

Per iscriversi è necessario rivolgersi alla segreteria studenti competente in relazione al corso di studio nel quale sono attivati i corsi singoli prescelti: dopo la registrazione dei dati anagrafici e del titolo accademico, la segreteria fornisce un modulo, sul quale occorre mettere una marca da bollo da 14,62 €, per la scelta dei corsi e un codice di pagamento per la tassa di iscrizione.

Gli studenti non italiani devono anche presentare: fotografia autenticata presso la Rappresentanza diplomatica italiana nel Paese di provenienza, documento attestante l'iscrizione ad Università estera (certificato di iscrizione o copia del libretto universitario) tradotto e legalizzato.

La tassa di iscrizione varia secondo i casi:

- per frequentare corsi singoli di laurea (durata 3 anni) è di 300,00 €
- per frequentare corsi singoli di laurea specialistica (durata 2 anni) corrisponde al 50% del contributo annuo previsto per la laurea specialistica
- per frequentare corsi singoli insieme di laurea specialistica (durata 2 anni) e di laurea (durata 3 anni), corrisponde al 50% del contributo annuo di cui sopra, aumentato di 30,00 €.

A tali importi si aggiunge, infine, quello relativo all'assicurazione pari a 2,97 €.

Pagata la tassa e consegnato il modulo compilato, insieme a due foto formato tessera e a copia di un documento di identità valido, la segreteria studenti rilascia il libretto e il badge, utilizzabili per un anno accademico.

# Calendario Didattico

## Calendario delle lezioni

*Lauree I anno (DM 270/04)*

Sede di Bologna

I ciclo: 22 settembre 2008 - 19 dicembre 2008

II ciclo: 23 febbraio 2009 - 05 giugno 2009

*Lauree II e III anno (DM 509/99)*

Sede di Bologna

I ciclo: 22 settembre 2008 - 5 dicembre 2008

II ciclo: 21 gennaio 2009 - 17 marzo 2009

III ciclo: 22 aprile 2009 - 16 giugno 2009

*Lauree (Sede di Ravenna)*

I ciclo: 22 settembre 2008 - 5 dicembre 2008

II ciclo: 21 gennaio 2009 - 17 marzo 2009

III ciclo: 22 aprile 2009 - 16 giugno 2009

*Corsi di Laurea Specialistica*

I ciclo

1° anno: 13 ottobre 2008 - 5 dicembre 2008

2° anno: 22 settembre 2008 - 5 dicembre 2008

II ciclo: 21 gennaio 2009 - 17 marzo 2009

III ciclo: 22 aprile 2009 - 16 giugno 2009

*Laurea specialistica e Laurea Magistrale a ciclo unico Ingegneria Edile-Architettura*

I ciclo: 22 settembre 2008 - 19 dicembre 2008

II ciclo: 23 febbraio 2009 - 05 giugno 2009

**Vacanze Pasquali:**

09 aprile 2009 - 15 aprile 2009

Corsi estensivi - I Parte: 22 settembre 2008 - 19 dicembre 2008

Corsi estensivi - II Parte: 23 febbraio 2009 - 05 giugno 2009

## Calendario esami di profitto

Per ogni insegnamento dovranno essere fissati almeno 6 appelli nei periodi in cui non vengono svolte lezioni, dei quali due nel periodo d'esami immediatamente seguente alla chiusura dei corsi.

## Calendario Lauree 2008/2009

### Lauree

#### *I sessione*

Giovedì 18 giugno 2009

Venerdì 24 luglio 2009

#### *II sessione*

Mercoledì 7 ottobre 2009

Mercoledì 16 dicembre 2009

#### *III sessione*

Venerdì 15 gennaio 2010

Martedì 16 marzo 2010

(Riservato ai corsi di laurea in Ingegneria: Per l'Ambiente e il Territorio, Chimica, Civile, Gestionale, Energetica, dell'Industria Alimentare, Meccanica, dei Processi Gestionali).

Giovedì 18 marzo 2010

(riservato ai corsi di laurea in Ingegneria: dell'Automazione, Elettrica, Elettronica, Informatica, delle Telecomunicazioni).

### Lauree Specialistiche

#### *I sessione*

Giovedì 18 giugno 2009

Venerdì 24 luglio 2009

#### *II sessione*

Mercoledì 7 ottobre 2009

Mercoledì 16 dicembre 2009

#### *III sessione*

Venerdì 15 gennaio 2010

Martedì 16 marzo 2010

(Riservato ai corsi di laurea in Ingegneria: Per l'Ambiente e il Territorio, Chimica, Civile, Gestionale, Energetica, dell'Industria Alimentare, Meccanica, dei Processi Gestionali).

Giovedì 18 marzo 2010

(riservato ai corsi di laurea in Ingegneria: dell'Automazione, Elettrica, Elettronica, Informatica, delle Telecomunicazioni).

### Ingegneria Edile-Architettura

#### *I sessione*

Martedì 23 giugno 2009

Martedì 21 luglio 2009

#### *II sessione*

Martedì 20 ottobre 2009

Venerdì 18 dicembre 2009

#### *III sessione*

Lunedì 15 febbraio 2010

Mercoledì 24 marzo 2010

### Ingegneria Edile-(Ravenna)

#### *I sessione*

Mercoledì 24 giugno 2009

Mercoledì 22 luglio 2009

#### *II sessione*

Giovedì 22 ottobre 2009

Giovedì 17 dicembre 2009

#### *III sessione*

Giovedì 25 marzo 2010

### Vecchio Ordinamento

#### *I sessione*

Martedì 23 giugno 2009

Martedì 21 luglio 2009

#### *II sessione*

Martedì 20 ottobre 2009

Venerdì 18 dicembre 2009

#### *III sessione*

Lunedì 15 febbraio 2010

Mercoledì 24 marzo 2010

(Riservato ai corsi di laurea in Ingegneria: Per l'Ambiente e il Territorio, Chimica, Edile, Civile, Gestionale, Meccanica, Nuclear, Diploma Universitario in Ingegneria: dell'Ambiente e delle Risorse, della Logistica e della Produzione)

Venerdì 26 marzo 2010

(riservato ai corsi di laurea in Ingegneria: Elettrica, Elettronica, Informatica, delle Telecomunicazioni).

## **Sbarramenti:**

Per gli studenti delle lauree, dall'a.a. 2008/09 non sono previsti sbarramenti per l'iscrizione al secondo anno di corso.

## Prova di Idoneità di lingua

Presso il polo ALTAIR sono organizzate ed espletate, in tre sessioni per anno accademico le prove di conoscenza della lingua inglese. La prova si tiene presso il laboratorio ALTAIR di Via Filippo Re 10.

In ogni anno accademico sono previste tre sessioni con due appelli ciascuna:

- invernale (gennaio e febbraio)\*
- estiva (giugno e luglio)
- autunnale (settembre e ottobre)

\*Nota bene:

1) Per gli studenti del primo anno che devono sostenere l'esame "Lingua straniera: Inglese" il primo appello utile è quello del mese di gennaio, analogamente lo è anche per gli studenti che provengono per passaggio o trasferimento e non abbiano in carriera tale attività.

2) Per gli studenti che inseriscono nel corrente anno accademico l'esame di "Lingua straniera: Inglese L-B" il primo appello utile è quello del mese di gennaio.

Prima di iscriversi si raccomanda di controllare con attenzione le informazioni sulle prove e sulle modalità di svolgimento.

Per ulteriori informazioni collegarsi al sito: <http://www.cilta.unibo.it/altair/>

# Svolgimento della Carriera

## Sospensione propriamente detta

Gli studenti di questo Ateneo che intendono proseguire gli studi in altro corso di studio di diverso livello dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna, prima di iscriversi al nuovo, devono interrompere gli studi in corso producendo apposita domanda presso l'attuale segreteria.

Qualora si voglia riprendere in seguito gli studi interrotti, non si è tenuti a versare la tassa di ricognizione.

Se, invece, si sospende per iscriversi a corsi di studio all'estero, al di fuori di progetti e di convenzioni di collaborazione internazionale universitaria, o a Istituti di formazione militare italiani, quando si riprenderanno gli studi presso l'Università di Bologna occorrerà pagare la tassa di ricognizione.

## Ricognizione

Se non si è rinnovata l'iscrizione per almeno un anno accademico, qualora si intenda proseguire gli studi è necessario presentare apposita domanda di ricongiunzione della carriera e si è tenuti a versare, per ogni anno di interruzione, una tassa di ricognizione nella misura stabilita dagli Organi Accademici.

Il versamento della tassa di ricognizione per un anno accademico in luogo dell'intera quota di iscrizione è dovuto per le domande prodotte a decorrere dal 1° gennaio dell'anno accademico successivo.

Gli anni di interruzione della carriera sono comunque computati ai fini della decadenza. In entrambi i casi (Sospensione e Ricognizione) negli anni di interruzione non si potrà compiere alcun atto di carriera relativamente al corso interrotto.

## Rinuncia agli studi

La rinuncia agli studi è un atto formale con il quale si interrompe unilateralmente il rapporto con l'Università.

E' molto importante sapere che si tratta di un atto irrevocabile. Esso comporta la perdita dello status di studente e di tutti gli esami effettuati, che non possono più essere fatti valere nell'ambito del nostro Ateneo.

Si effettua consegnando in Segreteria Studenti il modulo di rinuncia in marca da bollo da € 14,62.

## Decadenza

La decadenza colpisce l'inerzia o l'eccessiva lentezza negli studi ma, a differenza della Rinuncia, non comporta la perdita definitiva e irrevocabile degli studi compiuti.

Se si è incorsi nella Decadenza si può comunque ottenere la certificazione degli esami sostenuti.

I termini e le modalità di applicazione si differenziano a seconda di vecchi o nuovi ordinamenti.

Per i corsi di nuovo ordinamento, gli iscritti a corsi di laurea (durata 3 anni) decadono dalla qualità di studente qualora non ottengano almeno 30 crediti entro cinque anni

solari successivi a quello dell'immatricolazione e, in ogni caso, qualora non ottengano tutti i crediti previsti dall'ordinamento didattico del corso di studio, a eccezione di quelli riservati alla prova finale, entro gli ulteriori sei anni solari.

Gli iscritti a corsi di laurea specialistica (durata 2 anni) decadono dalla qualità di studente qualora non ottengano almeno 30 crediti entro cinque anni solari successivi a quello di immatricolazione al corso di II livello e in ogni caso qualora non ottengano tutti i crediti previsti dall'ordinamento didattico del corso di studio, a eccezione di quelli riservati alla prova finale, entro gli ulteriori tre anni solari.

Gli iscritti a corsi di laurea specialistica a ciclo unico (durata 5 anni) regolati da normativa europea decadono dalla qualità di studente qualora non ottengano almeno 30 crediti entro cinque anni solari successivi a quello di immatricolazione e in ogni caso qualora non ottengano tutti i crediti previsti dall'ordinamento didattico del corso di studio, a eccezione di quelli riservati alla prova finale, entro gli ulteriori nove anni solari. Se si è impiegati contestualmente in attività lavorative si decade entro i medesimi termini incrementati di due anni solari.

Per i corsi di vecchio ordinamento, si decade dalla qualità di studente qualora non vengano sostenuti esami per otto anni accademici consecutivi all'anno di sostenimento dell'ultimo esame o a quello di ultima iscrizione in corso, se più favorevole.

Tale disposizione non si applica se sei in debito del solo esame finale.

Se, a qualsiasi titolo, si è passati dal vecchio al nuovo ordinamento, il passaggio è considerato causa interruttiva della decadenza.

A differenza del caso della Rinuncia, la Decadenza non impedisce di far valere in qualche modo gli studi compiuti. Se infatti si è decaduti e si intende iscriversi nuovamente a corsi di studio dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna, si ha la facoltà di richiedere che i crediti già acquisiti siano valutati dal Consiglio di corso di studio, ai fini di un possibile riconoscimento, parziale o completo. E' quindi possibile tornare a immatricolarsi a un corso di nuovo ordinamento del nostro Ateneo chiedendo la valutazione dei precedenti studi ai fini di un'abbreviazione del corso. Il Consiglio del corso al quale ci si immatricula delibererà al riguardo in piena discrezionalità.

## Lauree DM.270

... 1964 ...  
 ... 1965 ...  
 ... 1966 ...  
 ... 1967 ...  
 ... 1968 ...  
 ... 1969 ...  
 ... 1970 ...  
 ... 1971 ...  
 ... 1972 ...  
 ... 1973 ...  
 ... 1974 ...  
 ... 1975 ...  
 ... 1976 ...  
 ... 1977 ...  
 ... 1978 ...  
 ... 1979 ...  
 ... 1980 ...  
 ... 1981 ...  
 ... 1982 ...  
 ... 1983 ...  
 ... 1984 ...  
 ... 1985 ...  
 ... 1986 ...  
 ... 1987 ...  
 ... 1988 ...  
 ... 1989 ...  
 ... 1990 ...  
 ... 1991 ...  
 ... 1992 ...  
 ... 1993 ...  
 ... 1994 ...  
 ... 1995 ...  
 ... 1996 ...  
 ... 1997 ...  
 ... 1998 ...  
 ... 1999 ...  
 ... 2000 ...  
 ... 2001 ...  
 ... 2002 ...  
 ... 2003 ...  
 ... 2004 ...  
 ... 2005 ...  
 ... 2006 ...  
 ... 2007 ...  
 ... 2008 ...  
 ... 2009 ...  
 ... 2010 ...  
 ... 2011 ...  
 ... 2012 ...  
 ... 2013 ...  
 ... 2014 ...  
 ... 2015 ...  
 ... 2016 ...  
 ... 2017 ...  
 ... 2018 ...  
 ... 2019 ...  
 ... 2020 ...

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Chimica (0918)**  
**L-9 Ingegneria industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Ferruccio Doghieri**  
ferruccio.doghieri@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il raggiungimento degli obiettivi qualificanti per il laureato presso il Corso di Studio è ottenuto attraverso un percorso didattico finalizzato alla formazione di laureati con una solida preparazione metodologica, nel quale lo studente acquisisce la padronanza dei fondamenti e dei principali strumenti operativi delle scienze di base e dell'ingegneria industriale in generale. La formazione è integrata da competenze specifiche a proposito di metodi e strumenti caratteristici del settore dell'ingegneria di processo, a loro volta incentrate su conoscenze di termodinamica applicata, moto dei fluidi, scambio termico e di materia, biochimica e microbiologia, operazioni unitarie per l'ingegneria chimica e biochimica, analisi dei processi e degli impianti di interesse di diversi settori dell'industria di trasformazione. La preparazione, completata e integrata da esperienze di laboratorio, da adeguate conoscenze di lingua straniera e da elementi di cultura aziendale contemporanea, deve offrire il corretto inquadramento in una visione di sistema dello spettro di competenze sopra indicate, al fine di garantire ai laureati nel Corso di Studio la capacità di rispondere alle esigenze diverse collegabili alla analisi e alla gestione processi di trasformazione di interesse industriale.

### **Sbocchi professionali**

I laureati presso il corso di studio svolgono attività professionali in diversi ambiti quali progettazione, produzione, gestione ed organizzazione, attività tecnico-commerciale, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle pubbliche amministrazioni, sia nella libera professione.

In particolare, le professionalità dei laureati presso il corso di studio sono funzionali ai seguenti sbocchi occupazionali:

- industrie del comparto chimico, alimentare, farmaceutico, biomedico, dell'energia e di processo in generale;
- aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze, con particolare riferimento al settore agro-alimentare e di produzione e trasformazione di materiali con particolare riferimento ai materiali polimerici e ceramici;
- società di ingegneria, impiantistiche e di servizi ambientali;
- laboratori industriali;
- strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Giulio Cesare Sarti  
giulio.sarti@unibo.it

tel +39 051 20 9 3142

Prof. Carlo Stramigioli

carlo.stramigioli@mail.ing.unibo.it

tel +39 051 20 9 3153

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	Ciclo
091800000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	9	1°
091800000027996	Fisica generale T-1	Fis/01	9	1°
091800000029928	Laboratorio di ingegneria di processo		3	1°
091800000027993	Analisi matematica T-2	Fis/01	9	2°
091800000028000	Fisica generale T-2	Fis/01	6	2°
091800000029891	Fondamenti di chimica con laboratorio L (corso integrato: Fondamenti di chimica T+ Laboratorio di Chimica T)	Chim/07	6+3	2°
091800000029228	Geometria e algebra T	Mat/03	6	1°
091800000052317	Lingua straniera: inglese		3	
091800000029690	Meccanica razionale T	Mat/07	6	2°

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
091800000029924	Chimica organica e biochimica industriale (corso integrato: Chimica organica T + Biochimica industriale T)	Ing-Ind/14	6+3	1°
091800000028030	Economia e organizzazione aziendale T	Ing-Ind/35	6	1°
091800000023336	Fluidodinamica e applicazioni numeriche T (corso integrato: fluidodinamica T+elementi di informatica e applicazioni numeriche T)	Ing-Ind/24	6+6	1°
091800000029901	Termodinamica dell'ingegneria chimica T	Ing-Ind/24	9	1°
091800000029904	Elementi di ingegneria elettrica T	Ing-Ind/31	9	1°
091800000029933	Fondamenti di elettrochimica T	Chim/02	6	1°
091800000029645	Laboratorio di disegno meccanico T		3	1°
091800000029917	Costruzione di macchine (corso integrato: Comportamento meccanico dei materiali T+Costruzione di macchine per l'industria di processo T)	Ing-Ind/14	6	3°

### III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
091800000029909	Chimica applicata e scienza dei materiali T (corso integrato)	Ing-Ind/22	6 +3	1°
091800000029903	Operazioni unitarie nell'industria di processo T	Ing-Ind/24	9	1°
091800000029902	Principi di ingegneria chimica e biochimica T	Ing-Ind/24	9	1°
091800000017268	Prova finale		3	

+ Materie del Percorso "Ingegneria di processo" oppure "Ingegneria Alimentare"

+ materie di tipologia D (12 cfu) – vedi (\*\*)

#### Percorso "Ingegneria di processo"

			cfu	Ciclo
091800000029929	Chimica industriale T (corso integrato: Fondamenti di chimica industriale T+ Elementi di chimica industriale T)	Chim/04 Ing-Ind/27	6+3	1°
091800000029932	Macchine a fluido T	Ing-Ind/08	6	1°

#### Percorso "Ingegneria Alimentare"

			cfu	Ciclo
091800000029934	Macchine automatiche T (corso integrato: Elementi di macchine automatiche T+Meccanica applicata alle macchine T)	Ing-Ind/14 Ing-Ind/13	6+3	1°
091800000029952	Tecnologie dell'industria alimentare T-1 (corso integrato: processi dell'industria alimentare T-1+Impianti dell'industria T-1)	Agr/15 Ing-Ind/25	3+3	1°

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 9 cfu

Esami consigliati per il percorso "Ingegneria di processo"

091800000029975	Laboratorio di Ingegneria Chimica T-1		3	1°
091800000029979	Laboratorio di Ingegneria Chimica T-2		3	1°
091800000029980	Materiali ceramici T	Ing-Ind/22	6	1°
091800000029773	Metallurgia T	Ing-Ind/21	6	1°

Esami consigliati per il percorso "Ingegneria Alimentare"

091800000031542	Genetica degli organismi di interesse industriale T	Bio/19	3	1°
091800000029975	Laboratorio di Ingegneria Chimica T-1		3	1°
091800000029979	Laboratorio di Ingegneria Chimica T-2		3	1°
091800000029988	Tecnologie dell'industria alimentare T-2 (corso integrato: Impianti dell'industria alimentare T-2+Processi dell'industria alimentare T-2)	Ing-Ind/25 Agr/15	3+3	1°

Corso di laurea

Classe

Sede

**Ingegneria Civile (0919)**

**L-7 Ingegneria Civile**

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Marco Savoia**

marco.savoia@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

La Laurea in Ingegneria civile si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali in grado di ricoprire ruoli tecnici e tecnico-organizzativi in contesti che richiedono la conoscenza degli aspetti metodologico-operativi delle scienze di base e dell'Ingegneria, con privilegio degli aspetti specifici dell'ambito dell'ingegneria civile, ma senza tralasciare gli aspetti generali.

Il Corso di Laurea mira a formare figura professionale altamente qualificata e molto richiesta sia in ambito locale che nazionale.

Il profilo formativo consente al Laureato in Ingegneria civile di operare in settori che richiedano capacità di gestione tecnico - operativa del progetto, di progettazione di opere riconducibili a schemi ricorrenti e capacità di gestione e controllo dei sistemi territoriali, nonché di collaborare alla progettazione e controllo dell'esecuzione di opere più complesse.

### **Sbocchi professionali**

I laureati del Corso di Laurea in Ingegneria Civile possono trovare un'ampia gamma di sbocchi occupazionali; in particolare in Enti pubblici, studi professionali, imprese ed aziende che richiedono capacità di gestione tecnico operativa del progetto, di progettazione di opere riconducibili a schemi ricorrenti e capacità di gestione e controllo dei sistemi territoriali.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof.ssa L. Tonni

l.tonni@mail.ing.unibo.it

### **Manifesto**

#### **I ANNO**

			cfu	ciclo
09190000028622	Analisi matematica T-A	Mat/05	9	1°
09190000029228	Geometria e algebra T	Mat/03	6	1°
09190000031011	Chimica e tecnologia dei materiali L (corso integrato: Chimica T+Tecnologia dei materiali e chimica applicata T)	Chim/07+ Ing-Ind/22	3 +3	1°
09190000031426	Geologia T	Geo/02	6	2°
09190000028626	Fisica generale T-A	Fis/01	6	2°
09190000031586	Complementi di analisi matematica ed elementi di calcolo delle probabilità T	Mat/05	9	2°

091900000031615	Laboratorio di disegno e CAD T		9	2°
091900000029737	Laboratorio di informatica T		3	1°
091900000052317	Lingua straniera: inglese		3	

### II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
091900000031052	Architettura tecnica T	Icar/10	6	1°
091900000031616	Economia ed estimo T	Ing-Ind/35	6	1°
091900000031606	Fisica tecnica Ambientale T (corso integrato: Termofisica delle costruzioni T+Acustica applicata e illuminotecnica T)	Ing-Ind/11	3+3	1°
091900000047757	Geotecnica L	Icar/07	6	1°
091900000031036	Idraulica T	Icar/01	12	1°
091900000030978	Scienza delle costruzioni T	Icar/08	12	1°
091900000029690	Meccanica razionale T	Mat/07	6	1°
091900000028628	Fisica generale T-B	Fis/01	6	1°
091900000031621	Meccanica delle macchine e macchine T (corso integrato: Macchine T+Meccanica delle macchine T)	Ing-Ind/09 Ing-Ind/13	3+3	1°

### III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
091900000031596	Fondamenti di Geotecnica T	Icar/07	6	1°
091900000031593	Fondamenti di Infrastrutture Idrauliche T	Icar/02	6	1°
091900000031599	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti T	Icar/04	12	1°
091900000031448	Fondamenti di tecnica delle costruzioni T	Icar/09	6	1°
091900000031040	Pianificazione territoriale T	Icar/20	6	1°
091900000031598	Tecnica ed economia dei trasporti	Icar/05	12	1°
091900000031444	Topografia T	Icar/06	12	1°
091900000017268	Prova finale		3	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria dell'Automazione (0920)**  
**L-8 Ingegneria dell'Informazione**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Claudio Melchiorri**  
cmelchiorri@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Gli obiettivi formativi specifici del Corso in Ingegneria dell'Automazione sono quelli di formare figure professionali con una solida preparazione di base e in grado di ricoprire ruoli tecnici di gestione e di progettazione in aziende ove sono necessarie conoscenze di dimensionamento e realizzazione di architetture di medio/alta complessità, di sistemi automatici e robotici, di processi e impianti per l'automazione che integrano componenti informatici, apparati di misura, trasmissione ed attuazione. Da ciò discende che la figura dell'ingegnere dell'automazione, a differenza di altre della Classe dell'ingegneria dell'Informazione, deve possedere buone conoscenze interdisciplinari nei settori della automatica, della meccanica, della informatica, della elettronica e della elettrotecnica. I laureati acquisiscono pertanto dapprima una solida conoscenza degli aspetti metodologici e operativi delle Scienze di base e dell'Ingegneria, con privilegio degli aspetti specifici dell'ambito dell'automazione ma senza trascurare gli aspetti di carattere generale; vengono poi guidati in un processo di conoscenza ed approfondimento di metodi e strumenti fondamentali per il progetto di componenti, sistemi e processi di automazione in ambito e con approccio interdisciplinare. La loro preparazione è completata ed integrata da significative esperienze di laboratorio, da elementi di cultura aziendale contemporanea e da adeguate conoscenze di lingua straniera.

### **Sbocchi professionali**

I principali sbocchi occupazionali comprendono gli ambiti della manifattura, della trasformazione industriale, dei servizi, sia tradizionali (trasporti, distribuzione e gestione del territorio, ecc.) che avanzati ad alto valore aggiunto (consulenza aziendale, macchine automatiche, informatica, ecc.) e della Pubblica Amministrazione. In questi ambiti, i laureati in Ingegneria dell'Automazione hanno la possibilità di contribuire, con le loro competenze specifiche, a processi di innovazione tecnologica e di produzione anche richiedenti l'integrazione di tecnologie dell'area dell'informazione e industriale. Nello specifico, i laureati potranno trovare occupazione presso aziende produttrici e/o utilizzatrici di componenti e sistemi di automazione, società di ingegneria, aziende pubbliche o private che utilizzano tecniche e tecnologie automatiche/meccaniche/informatiche per ottimizzare la propria produzione, gestione e/o per fornire servizi.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. A. Tilli  
atilli@deis.unibo.it  
Prof. R. Diversi  
roberto.diversi@unibo.it  
tel +39 051 20 9 3770

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	Ciclo
092000000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	9	1°
092000000027993	Analisi matematica T-2	Mat/05	6	2°
092000000027996	Fisica generale T-1	Fis/01	9	1°
092000000028000	Fisica generale T-2	Fis/01	6	2°
092000000028623	Fondamenti di Informatica e laboratorio T-AB	Ing-Inf/05	12	2°
092000000028008	Geometria e algebra T-1	Mat/03	6	1°
092000000052317	Lingua straniera: inglese		3	
092000000028517	Meccanica razionale T-1	Mat/07	6	2°

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092000000028527	Controlli automatici T-1	Ing-Inf/04	9	1°
092000000028525	Controlli automatici T-1	Ing-Inf/04	9	1°
092000000028518	Elettrotecnica T-1	Ing-Ind/31	6	1°
092000000028631	Fondamenti di elettronica per l'automazione T-1	Ing-Inf/01	12	1°
092000000028520	Fondamenti di meccanica applicata alle macchine T-1	Ing-Ind/13	9	1°
092000000028523	Fondamenti di meccanica applicata alle macchine T-2	Ing-Ind/13	9	1°
092000000028011	Reti logiche T	Ing-Inf/05	6	1°

## III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092000000028531	Azionamenti elettrici T-1	Ing-Ind/32	9	1°
092000000028012	Calcolatori elettronici T	Ing-Inf/05	6	1°
092000000028030	Economia e organizzazione aziendale T	Ing-Inf/35	6	1°
092000000028537	Ingegneria e tecnologie dei sistemi di controllo T	Ing-Inf/04	9	1°
092000000028535	Macchine automatiche T-1	Ing-Ind/14	9	1°
092000000017268	Prova finale		6	

(CURRICULUM AUTOMATION ENGINEERING PRESSO LA TONGIJ UNIVERSITY,  
SHANGHAI, CINA)

II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
09200000028543	Automatic Control 1	Ing-Inf/04	9	1°
09200000028544	Automatic Control 2	Ing-Inf/04	9	1°
09200000028540	Electrical circuits	Ing-Ind/31	6	1°
09200000028579	Foundations of electronics	Ing-Inf/01	12	1°
09200000028541	Foundations of mechanics 1	Ing-Ind/13	9	1°
09200000028542	Foundations of mechanics 1	Ing-Ind/13	9	1°
09200000028545	Logical Network	Ing-Inf/05	6	1°

III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
09200000028555	Automatic Machines	Ing-Ind/14	9	1°
09200000028554	Computer systems	Ing-Inf/05	6	1°
09200000028556	Control systems technologies	Ing-Inf/04	9	1°
09200000028557	Economics	Ing-Ind/35	6	1°
09200000028535	Electric drives	Ing-Ind/32	9	1°
09200000017268	Prova finale		6	

+ materie di tipologia D (12 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (6 cfu) – vedi: (\*\*\*)

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 12 cfu

			cfu	Ciclo
09200000028561	Laboratory of automatic machines		3	1°
09200000028560	Laboratory of electric drives		3	1°
09200000028074	Tirocinio T		6	1°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 6 cfu

			cfu	Ciclo
09200000028642	Foundations of industrial robotics		6	1°
09200000028647	Laboratory of automation systems		6	1°

Corso di laurea

Classe

Sede

**Ingegneria Edile (0921)**

**L-23 Scienze e tecniche dell'edilizia**

**Ravenna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Carlo Monti**

carlo.monti@mail.ing.unibo.it

## **Obiettivi Formativi**

raggiungimento degli obiettivi formativi qualificanti indicati dal DM n.270 per il laureato nella Classe L-23 "Scienze e Tecniche dell'edilizia" è ottenuto attraverso un percorso formativo nel quale lo studente acquisisce la padronanza degli aspetti metodologici e operativi essenziali propri delle discipline che hanno storicamente caratterizzato la preparazione dell'ingegnere civile/edile, che operava come gestore del processo di progettazione, produzione ed uso degli edifici e delle infrastrutture.

Pertanto, accanto ai contenuti formativi basilari (nei settori relativi a matematica, fisica, chimica, disegno, topografia, storia dell'architettura e delle tecniche costruttive, diritto) che consentono di conoscere e misurare gli oggetti che dovranno essere progettati, prodotti e gestiti, il percorso formativo prevede le discipline applicative riguardanti la progettazione strutturale e impiantistica, la progettazione delle componenti edilizie, l'impiego dei materiali, l'organizzazione della produzione e dei cantieri edili, la progettazione urbanistica, la valutazione economica dei processi produttivi e delle opere realizzate.

## **Sbocchi professionali**

Il laureato può operare presso studi professionali e/o società di ingegneri, imprese di costruzioni edili e infrastrutturali, amministrazioni ed enti pubblici, imprese di produzioni di componenti e materiali edili, industrie manifatturiere per la progettazione, produzione, installazione di componenti e materiali per l'edilizia, società immobiliari.

## **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof.ssa L. Tonni

ltonni@mail.ing.unibo.it

## **Manifesto**

### **I ANNO**

			cfu	ciclo
092100000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	6	1°
092100000027991	Disegno T-1 (corso integrato: Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva T+Disegno edile T+Disegno automatico T)	Icar/17	4+6+4	1°
092100000027991	Chimica e tecnologia dei materiali L (corso integrato: Chimica T+Tecnologia dei materiali e chimica applicata T)	Chim/07+ Ing-Ind/22	3 +3	1°-2°

092100000027993	Analisi matematica T-2	Mat/05	6	2°
092100000030780	Fisica generale T-	Fis/01	6	3°
092100000030938	Normative urbanistiche e delle opere pubbliche T (corso integrato: Diritto urbanistico e dell'ambiente T+Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia T	Ius/10	4+4	2°
092100000030884	Architettura tecnica T-1 (corso integrato: Elementi di architettura tecnica T+ Elementi di tecnologia dell'architettura T)	Icar/10 Icar/12	4+4	3°
092100000030944	Storia dell'architettura T(corso integrato: Storia dell'architettura T+ Laboratorio di storia dell'architettura T)	Icar/18	8+1	3°
092100000052317	Lingua straniera: inglese		3	

### II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092100000030983	Cantieri e produzione edilizia T (corso integrato: Tecnologia delle produzioni edilizie 1 e sicurezza T+ Organizzazione del cantiere e sicurezza T	Icar/11	4+4	1°
092100000031011	Chimica e tecnologia dei materiali T(corso integrato: Chimica T +Tecnologia dei materiali e chimica applicata T	Chim/07 Ing-Ind/22	4+4	1°
092100000031004	Fisica tecnica e impianti T(corso integrato: Fisica tecnica ambientale T+Impianti tecnici T)	Ing-Ind/11	5+5	1°
092100000031087	Disegno T-2(corso integrato: Disegno dell'architettura T+Laboratorio CAD T+Rilievo dell'architettura T)	Icar/17 Ing-Inf/05 Icar/17	64+2+4	1°
092100000030990	Tecnica urbanistica T	Icar/20	6	1°
092100000030978	Scienza delle costruzioni T	Icar/08	6	1°
092100000030983	Topografia e fotogrammetria T (corso integrato: Elementi di topografia T+Elementi di fotogrammetria T)	Icar/06	4+4	1°

### III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092100000031018	Elementi di Geotecnica T	Icar/07	6	1°
092100000030983	Estimo e contabilità di lavori T (corso integrato: Estimo T+Estimo e contabilità dei lavori)	Icar/22	5+3	1°
092100000031017	Geologia applicata T	Geo/05	6	1°
092100000030992	Tecnica delle costruzioni T(corso integrato:Elementi di tecnica delle costruzioni T+Consolidamento degli edifici T)	Icar/09	6+4	1°

092100000028074	Tirocinio T		9	1°
092100000017268	Prova finale		3	

+ materie di tipologia D (16 cfu)

			cfu	Ciclo
092100000031051	Architettura tecnica e recupero T(corso integrato: Recupero e conservazione degli edifici T+Architettura tecnica T)	Icar/07	6	1°
092100000031045	Progettazione architettonica T (corso integrato: Composizione architettonica T+Elementi di progettazione edile T)	Icar/14	5+5	1°
092100000031058	Progettazione integrale T	Icar/10	6	1°
092100000031056	Tecnologia della produzione edilizia 2 e sicurezza T	Icar/09	6+4	1°

Corso di laurea in

**Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni (0923)**

Classe

**L-8 Ingegneria dell'Informazione**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Massimo Rudan**

[mrudan@deis.unibo.it](mailto:mrudan@deis.unibo.it)

### **Obiettivi Formativi**

Il raggiungimento degli obiettivi qualificanti è ottenuto attraverso un percorso didattico finalizzato alla formazione di laureati con una solida preparazione metodologica, integrata da peculiari competenze operative derivanti da mirate attività sperimentali in laboratorio, capaci di realizzare e gestire sistemi, processi e servizi attinenti sia l'ambito specifico dell'Ingegneria elettronica e dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni, sia ogni altro contesto in cui le tecnologie anzidette rivestano un ruolo di rilievo. A questo scopo lo Studente è guidato nel processo di apprendimento delle problematiche, dei modelli di riferimento e dei metodi che contraddistinguono la progettazione dei moderni sistemi elettronici e di telecomunicazione, nonché degli standard che da essi derivano e delle tecnologie più avanzate disponibili per una loro concreta applicazione. Aspetto tipico della formazione impartita allo Studente è quello interdisciplinare. Particolare enfasi è rivolta all'organico inquadramento dei principi fondamentali, all'esemplificazione degli approcci metodologici, alla presentazione degli ambienti e degli strumenti che congiuntamente supportano, in una visione sistemistica, la progettazione dei sistemi e delle architetture specifiche del settore. Le competenze specifiche sono integrate da solide basi fisico-matematiche, da approfondite conoscenze interdisciplinari riguardanti altri ambiti caratterizzanti previsti dal decreto sulle classi per l'Ingegneria dell'Informazione, quali l'Ingegneria informatica e l'Ingegneria dell'Automazione, da elementi di cultura aziendale e da adeguate conoscenze di lingua straniera a livello B1.

### **Sbocchi professionali**

Gli ambiti occupazionali tipici del Laureato in Ingegneria elettronica e telecomunicazioni sono le aziende di progettazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici ed optoelettronici per le Telecomunicazioni, le Industrie manifatturiere, i settori delle Amministrazioni pubbliche e delle Imprese di servizi che applicano tecnologie e infrastrutture elettroniche e delle Telecomunicazioni per il trattamento, la trasmissione e l'impiego di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione, gli Enti normativi e di controllo. La città di Bologna, sede del Corso di Laurea proposto, si colloca al centro di una delle maggiori concentrazioni di piccole e medie imprese della Nazione. Le competenze fornite dal Corso di Laurea proposto sono richieste e apprezzate non solo dalle industrie specifiche del settore, ma anche da quelle di un'area tecnologica più vasta, quali le aziende meccaniche, dei servizi e alimentari, molto rappresentate nel territorio.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof.ssa Cecilia Metra

[cmetra@deis.unibo.it](mailto:cmetra@deis.unibo.it)

051 209 3038

Prof. Nicolò Attilio Speciale

[nicolo.speciale@unibo.it](mailto:nicolo.speciale@unibo.it)

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	ciclo
092300000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	9	1°
092300000027993	Analisi matematica T-2	Mat/05	9	2°
092300000027996	Fisica generale T-1	Fis/01	9	2°
092300000028623	Fondamenti di informatica e laboratorio T-AB	Ing-Inf/05	12	1°
092300000028570	Geometria e algebra T-A	Mat/03	6	1°
092300000052317	Lingua straniera: inglese		3	
092300000028675	Economia e organizzazione aziendale T-A	Ing-Ind/35	6	2°
092300000028011	Reti logiche T	Ing-Inf/05	6	2°

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092300000028012	Calcolatori elettronici T	Ing-Inf/05	6	1°
092300000028722	Elettronica T-1	Ing-Inf/01	9	1°
092300000030418	Comunicazioni elettriche T-1	Ing-Inf/03	9	1°
092300000028630	Controlli automatici T-A	Ing-Inf/04	6	1°
092300000028000	Fisica generale T-2	Fis/01	9	1°
092300000028635	Matematica applicata T-A	Mat/07	6	1°
092300000028633	Elettrotecnica T-A	Ing-Ind/31	6	1°
092300000028719	Campi elettromagnetici T-1	Ing-Inf/02	9	1°

## III ANNO

### CURRICULUM: Elettronica generale

			cfu	Ciclo
092300000028725	Bioingegneria	Ing-Inf/06	9	1°
092300000028726	Complementi di comunicazioni elettriche T-A	Ing-Inf/02	6	1°
092300000028719	Elettronica T-2	Ing-Inf/01	9	1°
092300000028727	Progetto di sistemi elettronici T-A	Ing-Inf/01	6	1°
092300000017268	Prova finale		6	

**CURRICULUM: Elettronica per applicazioni industriali**

			cfu	Ciclo
092300000028726	Complementi di comunicazioni elettriche T-A	Ing-Inf/02	6	1°
092300000028730	Complementi di elettronica T-1	Ing-Inf/01	9	1°
092300000028843	Elettronica industriale T-A	Ing-Inf/01	6	1°
092300000029035	Laboratorio di architetture e programmazione dei sistemi elettronici industriali T-A		6	1°
092300000028739	Misure elettroniche e laboratorio T-1	Ing-Inf/07	9	1°
092300000017268	Prova finale		6	

**CURRICULUM: Tecnologie per le telecomunicazioni**

			cfu	Ciclo
092300000028857	Circuiti a microonde per le telecomunicazioni T-A	Ing-Inf/02	6	1°
092300000028861	Circuiti elettronici analogici T-A	Ing-Inf/01	6	1°
092300000028852	Reti di telecomunicazioni T-1	Ing-Inf/03	9	1°
092300000028848	Sistemi di telecomunicazioni T-1		9	1°
092300000017268	Prova finale		6	

**CURRICULUM: Software per le telecomunicazioni**

			cfu	Ciclo
092300000029043	Laboratorio di sistemi wireless T-A		6	1°
092300000028861	Circuiti elettronici analogici T-A	Ing-Inf/01	6	1°
092300000028852	Reti di telecomunicazioni T-1	Ing-Inf/03	9	1°
092300000028848	Sistemi di telecomunicazioni T-1	Ing-Inf/03	9	1°
092000000028871	Software per le telecomunicazioni T-A	Ing-Inf/03	6	1°
092300000017268	Prova finale		6	

+ materie di tipologia D (12 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (12 cfu) – vedi: (\*\*\*)

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 12 cfu

			cfu	ciclo
092300000029061	Calcolo numerico T-A	Mat/08	6	1°
092300000028626	Fisica generale T-A	Fis/01	6	1°
092300000028625	Fondamenti di chimica T-A	Chim/07	6	1°
092300000030535	Fondamenti di chimica T-B (corso integrato)		6+6	1°

092300000029074	Geometria e algebra T-B	Mat/03	6	1°
092300000029070	Fondamenti di chimica T-B	Chim/07	6	1°
092300000029081	Identificazione dei modelli e analisi dei dati T-A	Ing-Inf/04	6	1°

n.b.: Agli studenti che intendono proseguire gli studi nella Laurea Specialistica è consigliato scegliere i 9 cfu di tipologia D tra le seguenti attività:

- Calcolo numerico L-A
- Fisica generale L-D
- Fondamenti di chimica L-B
- Geometria e algebra L-B

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 12 cfu

			cfu	Ciclo
092300000029017	Attività preparatoria alla prova finale T-A		6	1°
092300000029024	Diritto delle telecomunicazioni T		3	1°
092300000029040	Laboratorio di reti di telecomunicazioni T		3	1°
092300000029035	Laboratorio di architetture e programmazione dei sistemi elettronici industriali T-A		6	1°
092300000029043	Laboratorio di sistemi wireless		6	1°
092300000029036	Laboratorio di elettronica T		3	1°
092300000030502	Laboratorio di matematica computazionale T		3	1°
092300000029037	Laboratorio di microonde T		3	1°
092300000029042	Laboratorio di ricerca operativa T		3	1°
092300000029048	Laboratorio di telecomunicazioni T		3	1°
092300000035070	Lingua straniera: inglese B		3	
092300000029047	Laboratorio di software per le telecomunicazioni T		3	1°
092300000029057	Sistemi a portante ottica T		3	1°
092300000032024	Sistemi di gestione integrati T-A		6	1°
092300000029059	Tecnica delle microonde T		3	1°

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Elettrica (0922)**  
**L-9 Ingegneria Industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Ugo Reggiani**  
ugo.reggiani@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il raggiungimento degli obiettivi qualificanti previsti per la classe L-9 Classe della laurea in Ingegneria Industriale è ottenuto per i laureati in Ingegneria Elettrica attraverso un percorso formativo nel quale lo studente deve acquisire la padronanza degli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base e delle discipline caratterizzanti dell'ingegneria industriale in generale (termodinamica applicata, trasmissione del calore meccanica delle macchine e dei materiali e sistemi energetici) e delle discipline specifiche dell'ingegneria elettrica, centrate su conoscenze di elettromagnetismo applicato, circuiti elettrici, convertitori macchine e azionamenti elettrici, impianti elettrici, componenti e tecnologie elettriche e misure elettriche. Il percorso formativo comprende anche l'acquisizione di conoscenze di elettronica e di controlli automatici. La preparazione è completata ed integrata da attività di laboratorio ed elementi di cultura aziendale forniti tramite lezioni, seminari e/o tirocinio, e da adeguate conoscenze di lingua straniera a livello B1.

### **Sbocchi occupazionali:**

Il laureato in Ingegneria Elettrica è in grado di inserirsi prontamente e di operare proficuamente, in qualità di dipendente o di libero professionista, in forma sia individuale sia associata, in ogni ambito lavorativo della società in cui i sistemi, gli apparecchi ed i componenti elettrici rivestono un ruolo di rilievo.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Gabriele Grandi  
+39 051 20 9 3571  
+39 051 20 9 3561  
gabriele.grandi@mail.ing.unibo.it  
Skype --> callto://gabriele.grandi

### **Manifesto**

I ANNO

			cfu	Ciclo
092200000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	9	1°
092200000027993	Analisi matematica T-2	Mat/05	9	2°
092200000027991	Dinamica dei sistemi T	Mat/07	6	2°
092200000027996	Fisica generale T-1	Fis/01	9	1°

092200000028000	Fisica generale T-2	Fis/01	6	2°
092200000029227	Fondamenti di informatica T	Ing-Inf/05	6	1°
092200000029228	Geometria e algebra T	Mat/03	6	1°
092200000052317	Lingua straniera: inglese		3	

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092200000029238	Circuiti elettrici T	Ing-Ind/31	9	1°
092200000028015	Controlli automatici T	Ing-Inf/04	9	1°
092200000028016	Elettronica T	Ing-Inf/01	9	1°
092200000029243	Fisica tecnica T	Ing-Ind/10	9	1°
092200000029225	Fondamenti di chimica T	Chim/07	6	1°
092200000029244	Fondamenti di elettrotecnica T	Ing-Ind/31	6	1°
092200000029242	Economia aziendale T	Ing-Ind/35	6	1°
092200000052317	Meccanica delle macchine e dei materiali T (Corso integrato: Meccanica applicata alle macchine T - Meccanica dei materiali T)	Ing-Ind/13 Icar/08	6+ 3	1°

## III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092200000052317	Affidabilità e tecnologie per i sistemi elettrici T (corso integrato: Tecnologia e diagnostica dei sistemi elettrici T+Affidabilità e statistica per i sistemi elettrici T)	Ing-Ind/33	6+6	1°
092200000029246	Impianti elettrici T	Ing-Ind/33	9	1°
092200000029247	Macchine elettriche T	Ing-Ind/32	9	1°
092200000028248	Misure elettriche e laboratorio T	Ing-Inf/07	12	1°
092200000018622	Tirocinio L		6	
092200000017268	Prova finale		3	

+ materie di tipologia D – vedi (\*)

+ materie di tipologia F – vedi (\*\*)

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D -12 cfu

092200000017268	Impianti elettrici di distribuzione ed elementi di sistemi elettrici di potenza T (corso integrato: Elementi di sistemi elettrici per l'energia T+Metodologie di progettazione di impianti elettrici T)	Ing-Ind/33	3 +3	1°
092200000029418	Compatibilità elettromagnetica e laboratorio T	Ing-Ind/31	6	1°

092200000032458	Progettazione e gestione di sistemi elettromeccanici T	Ing-Ind/32	6	1°
092200000029426	Qualità dell'ingegneria T	Ing-Ind/33	6	1°
092200000029427	Scienza e tecnologia dei materiali elettrici T	Ing-Ind/22	6	1°

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F -12 cfu**

092200000029413	Laboratorio di simulazione per l'ingegneria elettrica T		6	1°
092200000028074	Tirocinio T	Ing-Ind/31	6	1°

Corso di laurea in

Classe

Sede

**Ingegneria Gestionale (0925)**

**L-9 Ingegneria Industriale**

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Alessandro Grandi**

alessandro.grandi@unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

La laurea in Ingegneria gestionale si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali in grado di ricoprire ruoli organizzativi e manageriali per i quali siano richieste competenze di base di natura tecnologica, con particolare riferimento all'analisi e gestione dei processi di produzione e logistici e dei processi gestionali aziendali.

I profili professionali dell'ingegnere gestionale comprendono in particolare ruoli per cui sono richieste competenze distintive nel saper affrontare, con conoscenze economiche e gestionali, problemi caratterizzati da vincoli e opportunità di natura tecnologica, con particolare attenzione ai casi in cui è necessario ottimizzare l'uso delle risorse fisiche, finanziarie e umane, assicurare la qualità e la sicurezza dei prodotti e dei processi, analizzare le problematiche connesse all'impatto e ai vincoli ambientali, esaminare l'opportunità di adottare nuove tecnologie valutandone le dimensioni organizzative e competitive.

Le funzioni che il laureato in Ingegneria gestionale deve sapere svolgere, dimostrando di possedere competenze distintive rispetto agli altri laureati, riguardano: la gestione delle strutture produttive e logistiche a base tecnologica nelle loro componenti fisiche e organizzative; la gestione dei processi operativi, amministrativi, tecnico commerciali, dei collegati flussi informativi.

Conseguentemente, la laurea in Ingegneria gestionale ha l'obiettivo di fornire agli allievi: le conoscenze di base delle problematiche della gestione aziendale nei principali ambiti funzionali, della struttura e del funzionamento delle diverse tipologie di sistemi produttivi e logistici, dei fondamenti delle tecnologie industriali e degli aspetti economici e organizzativi collegati; conoscenze e capacità di modellizzazione dei processi produttivi, logistici, amministrativi, tecnico-commerciali e di identificazione e misura delle loro prestazioni, di pianificazione e implementazione delle azioni di miglioramento; conoscenze relative alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione a supporto dei processi aziendali.

### **Sbocchi professionali**

I principali sbocchi occupazionali comprendono i settori manifatturieri e della trasformazione industriale, i settori dei servizi tradizionali (trasporti, distribuzione, gestione del territorio, ecc.), i settori dei servizi avanzati ad alto valore aggiunto (consulenza aziendale, informatica, telecomunicazioni, ecc.), l'intero settore della Pubblica Amministrazione.

In generale le attività che potranno svolgere sono relative all'approvvigionamento e alla gestione dei materiali, all'organizzazione aziendale della produzione e della logistica, all'organizzazione, gestione e automazione dei processi gestionali e dei flussi informativi, al project management e al controllo di gestione, all'analisi dei settori industriali, alla valutazione degli investimenti.

In particolare, il laureato in Ingegneria Gestionale è destinato a operare nelle aree dell'approvvigionamento e gestione dei materiali, nell'organizzazione e gestione della produzione, nell'organizzazione e automazione dei sistemi produttivi e nella logistica, nell'analisi dei processi aziendali, nel controllo di gestione e nel tecnico-commerciale.

Relativamente alla classificazione ISTAT delle professioni, un riferimento, seppur parziale, si ritrova al punto 2.2.1.9.2 - Ingegneri industriali e gestionali, che definisce un'Unità Professionale comprendente profili che "conducono ricerche ovvero applicano le conoscenze esistenti in materia di progettazione, sviluppo e valutazione di sistemi integrati per la gestione dei processi di produzione industriale, ivi compresi il lavoro umano, i controlli di qualità, la logistica industriale, l'analisi dei costi e il coordinamento della produzione. Sovrintendono e dirigono tali attività". Relativamente alle aree di attività degli ingegneri gestionali collegate ai processi aziendali tecnico-commerciali e amministrativi, risultano rilevanti, in modo selettivo, le Unità professionali comprese nell'intervallo 2.5.1.1 e 2.5.1.2, rispettivamente Specialisti della direzione e del controllo nella Pubblica Amministrazione e nelle imprese private.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Mariolina Longo  
 Dipartimento di Scienze Aziendali  
 Via Capo Di Lucca, 34 Bologna  
 mariolina.longo@unibo.it  
 +39 051 20 9 3926  
 +39 051 20 9 3470

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
092500000028620	Analisi matematica e geometria e algebra T-AB (corso integrato)	Mat/05 Mat/03	6+6	1°
092500000028616	Analisi matematica T-B	Mat/05	6	2°
092500000028538	Economia e organizzazione aziendale T-1	Ing-Ind/35	6	1°
092500000028626	Fisica generale T-A	Fis/01	6	1°
092500000028628	Fisica generale T-B	Fis/01	6	2°
092500000032460	Fondamenti di informatica T-A	Ing-Inf/05	6	1°
092500000028620	Fondamenti di chimica T-A	Chim/07	6	2°
092500000028620	Lingua straniera: inglese		3	

### II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092500000028630	Controlli automatici T-A	Ing-Inf/04	6	1°
092500000028633	Elettrotecnica T-A	Ing-Ind/31	6	1°
092500000028639	Fondamenti di ricerca operativa T-A	Mat/09	6	1°
092500000028645	Impianti industriali T-AB	Ing-Ind/17	12	1°
092500000028629	Gestione aziendale T-AB	Ing-Ind/35	12	1°
092500000028635	Matematica applicata T-A	Mat/07	6	1°

+ 15 cfu per scelta di curriculum

TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (15 CFU)

09250000028651	Elettronica T-A	Ing-Inf/01	6	1°
09250000028661	Telecomunicazioni T-1	Ing-Inf/03	9	1°

TECNOLOGIE INDUSTRIALI (15 CFU)

09250000028664	Gestione dell'energia T-1	Ing-Ind/10	9	1°
09250000028661	Meccanica applicata alle macchine T-A	Ing-Ind/13	6	1°

III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
09250000028646	Gestione dei progetti di innovazione T	Ing-Ind/35	9	1°
09250000028635	Logistica industriale T-AB	Ing-Ind/17	12	1°
09250000028635	Logistica industriale L-B	Ing-Ind/17	6	1°
09250000017268	Prova finale		6	

+ 9 cfu per scelta di curriculum

TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E DELLA COMUNICAZIONE (9 CFU)

09250000028652	Sistemi informativi T-1	Ing-Inf/03	9	1°
----------------	-------------------------	------------	---	----

TECNOLOGIE INDUSTRIALI (9 CFU)

09250000028658	Macchine e sistemi energetici T-1	Ing-Ind/08	9	1°
----------------	-----------------------------------	------------	---	----

+ materie di tipologia D (12cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (6 cfu) – vedi: (\*\*\*)

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 12 cfu

			cfu	Ciclo
09250000028682	Affidabilità, controllo e gestione della qualità T-AB	Ing-Inf/07	12	1°
09250000028674	Economia, mercati e settori produttivi T-AB	Secs-p/01	12	1°
09250000028685	Fondamenti di disegno e di progettazione di prodotto T-AB (corso integrato: Fondamenti di disegno di prodotto T-A+Fondamenti di progettazione e ingegnerizzazione di prodotto T-A)	Ing-Ind/15 ng-Ind/14	6+6	1°
09250000028680	Tecnologie web e di internet T-AB	Ing-Inf/05	12	1°

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu**

092500000028672	Business game T		6	1°
092500000028666	Laboratorio di creazione di impresa T-A		6	1°
092500000028669	Laboratorio di strumenti di ottimizzazione T-A		6	1°
092500000028074	Tirocinio T		6	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Informatica (0926)**  
**L-8 Ingegneria dell'Informazione**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof.ssa Anna Ciampolini**  
aciampolini@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il raggiungimento degli obiettivi qualificanti specificati dal decreto sulle classi è ottenuto attraverso un percorso didattico finalizzato alla formazione di laureati con una solida preparazione metodologica, integrata da peculiari competenze operative derivanti da mirate attività sperimentali in laboratorio, capaci di realizzare e gestire sistemi, processi e servizi attinenti sia l'ambito specifico dell'ingegneria informatica, sia ogni altro contesto in cui le tecnologie informatiche rivestano un ruolo di rilievo. A questo scopo lo Studente è guidato nel processo di apprendimento delle problematiche, dei modelli di riferimento e dei metodi che contraddistinguono la progettazione dei moderni sistemi di elaborazione dell'informazione, nonché degli standard che da essi derivano e delle tecnologie più avanzate disponibili per una loro concreta applicazione. Particolare enfasi è rivolta all'organico inquadramento dei principi fondamentali, all'esemplificazione degli approcci metodologici, alla presentazione degli ambienti e degli strumenti che congiuntamente supportano, in una visione sistemistica, la progettazione del software, dei sistemi operativi, dei sistemi informativi, delle reti di calcolatori, delle infrastrutture WEB, delle architetture computazionali. Le competenze specifiche nel settore sono integrate da solide basi fisico-matematiche, da approfondite conoscenze interdisciplinari riguardanti altri ambiti caratterizzanti previsti dal decreto sulle classi per l'Ingegneria dell'Informazione, quali l'Ingegneria Elettronica e l'Ingegneria delle Telecomunicazioni, da elementi di cultura aziendale e da adeguate conoscenze di lingua straniera

### **Sbocchi professionali**

Il Corso di Studio intende perseguire un piano formativo coerente con il profilo delle figure professionali di riferimento identificate nella categoria ISTAT della classificazione delle professioni al punto 2.1.1.4 "Professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione – informatici e telematici". Il complesso delle attività formative dota il laureato di specifiche capacità che gli consentono di inserirsi prontamente in ambiti lavorativi anche molto differenziati, operando in qualità di sistemista e/o progettista hardware e software in ogni contesto applicativo in cui le tecnologie informatiche rivestono un ruolo di rilievo. Le conoscenze tecniche specifiche del settore possono agevolmente integrarsi con altri tipi di competenze (gestionali, economiche, giuridiche, ecc.), così da creare nuove figure professionali di cui si prevede una crescente richiesta da parte del mondo del lavoro.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Paolo Bellavista  
pbellavista@deis.unibo.it  
0512093866

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	ciclo
092600000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	9	1°
092600000027993	Analisi matematica T-2	Mat/05	6	2°
092600000027996	Fisica generale T-1	Fis/01	6	2°
092600000028004	Fondamenti di informatica T-1	Ing-Inf/05	12	1°
092600000028006	Fondamenti di informatica T-2	Ing-Inf/05	6	2°
092600000028008	Geometria e algebra T-1	Mat/03	6	1°
092600000052317	Lingua straniera: inglese		3	
092600000028011	Reti logiche T	Ing-Inf/05	6	2°

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	ciclo
092600000028012	Calcolatori elettronici T	Ing-Inf/05	6	1°
092600000028030	Economia e organizzazione aziendale T	Ing-Ind/35	6	1°
092600000028011	Elettrotecnica T	Ing-Ind/31	6	1°
092600000028000	Fisica generale T-2	Fis/01	6	1°
092600000028014	Fondamenti di telecomunicazioni T	Ing-Inf/03	9	1°
092600000028032	Matematica applicata T	Mat/07	6	1°
092600000028014	Sistemi informativi T	Ing-Inf/05	9	1°
092600000028020	Sistemi operativi T	Ing-Inf/05	9	1°

## III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092600000028015	Controlli automatici T	Mat/09	9	1°
092600000028021	Ingegneria del software T	Ing-Inf/05	9	1°
092600000028020	Reti di calcolatori T	Ing-Inf/05	9	1°
092600000028016	Elettronica T	Ing-Inf/01	9	1°
092600000017268	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (12 cfu) – vedi (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi (\*\*\*)

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu**

			cfu	Ciclo
092600000032099	Diritto dell'informatica T	Ius/20	6	1°
092600000028659	Tecnologie Web T	Ing-inf/05	12	1°

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F - 9 cfu**

			cfu	Ciclo
092600000028072	Laboratorio di amministrazione di sistemi T		9	1°
092600000028074	Tirocinio T		9	1°

Corso di laurea in

Classe

Sede

**Ingegneria Meccanica (0927)**

**L-9 Ingegneria Industriale**

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Gianni Caligiana**

gianni.caligiana@unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

La Laurea in Ingegneria Meccanica si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali che conoscano gli aspetti metodologici ed operativi delle scienze di base e delle scienze dell'Ingegneria, con particolare riguardo degli aspetti specifici dell'ambito dell'Ingegneria meccanica, senza tralasciare gli aspetti generali dell'Ingegneria industriale. In particolare, l'Ingegnere Meccanico (ISTAT, 2.2.1.1), possiede competenze distintive rispetto agli altri laureati della classe. Infatti, il profilo formativo dei laureati in Ingegneria Meccanica consente loro di svolgere attività professionali, quali la progettazione, la modellazione, l'ottimizzazione, l'ingegnerizzazione, la valutazione dell'affidabilità, qualità e sicurezza, la produzione e la gestione di componenti, sistemi, impianti e processi di media complessità, nonché, l'esercizio e l'assistenza delle strutture tecnico-commerciali nelle aziende che caratterizzano la classe dell'Ingegneria Industriale e, in particolare, dell'Ingegneria Meccanica..

### **Sbocchi professionali**

I laureati in Ingegneria meccanica hanno amplissime possibilità di impiego, trovando la loro collocazione in quasi tutti gli ambiti della moderna società tecnologica. Tutte le aziende, nei settori più disparati hanno moderni sistemi meccanici, dai più snelli e accurati ai più possenti e resistenti, che svolgono operazioni con elevate prestazioni in termini di potenza e/o con caratteristiche di accuratezza e precisione dimensionale e geometrica sempre maggiori.

Le province di Bologna e di Forlì-Cesena si collocano all'interno di una delle maggiori concentrazioni di piccole e medie imprese della Nazione. La Regione Emilia Romagna, in genere, è caratterizzata da un sistema industriale estremamente avanzato e fortemente orientato all'internazionalizzazione. Inoltre, il sistema economico regionale si caratterizza per una struttura di servizi – tradizionali e avanzati – molto sviluppata sia sul fronte del settore privato, sia nella Pubblica Amministrazione. Le competenze fornite dal corso di laurea in Ingegneria Meccanica sono richieste e apprezzate, non solo dall'industria specifica del settore, ma anche da quelle di un'area tecnologica più vasta, quali le aziende del settore elettrico ed elettronico, della gestione dell'energia, del settore alimentare.

I principali sbocchi professionali sono: industrie meccaniche; industrie manifatturiere in generale e per la progettazione, la produzione, l'installazione, il collaudo e la gestione di macchine, mezzi di trasporto, linee e reparti di produzione, impianti e sistemi complessi; imprese impiantistiche; industrie per l'automazione e la robotica; industrie elettromeccaniche; aziende ed enti per la conversione dell'energia.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Lorella Ceschini

ceschini@bomet.fci.unibo.it

tel +39 051 20 9 3462

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	Ciclo
09270000029606	Elementi di analisi matematica e geometria T (corso integrato: analisi matematica T-A+geometria e algebra T)	Mat/05 Mat/03	6+6	1°
09270000028616	Analisi matematica T-B	Mat/05	6	2°
09270000032084	Disegno meccanico e laboratori T (Corso integrato: Disegno meccanico T+Laboratorio di disegno meccanico T)	Ing-Ind/15	9+3	3°
09270000028626	Fisica generale T-A	Fis/01	6	1°
09270000028628	Fisica generale T-B	Fis/01	6	2°
09270000029227	Fondamenti di informatica T-A	Ing-Inf/05	6	1°
09270000052317	Lingua straniera: inglese		3	
09270000028690	Meccanica razionale T	Mat/07	6	2°

Lo studente può eventualmente scegliere il seguente esame di Tipologia F:

			cfu	Ciclo
09270000029737	Laboratorio di informatica T		3	2°

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
09270000029225	Fondamenti di chimica T	Chim/07	6	1°
09270000029686	Meccanica dei fluidi T	Icar/01	6	1°
09270000029243	Fisica tecnica T	Ing-Ind/10	6	1°
09270000029679	Meccanica applicata alle macchine T e laboratorio T (corso integrato: Meccanica applicata alle macchine T+Laboratorio di meccanica delle macchine T)	Ing-Ind/13	9+3	1°
09270000029634	Elementi e costruzione di macchine T e laboratorio T (corso integrato: Laboratorio di costruzione di macchine T+Elementi di costruzione di macchine T)	Ing-Ind/14	9+3	1°
09270000032632	Tecnologia, Sistemi di lavorazione e applicazioni T (corso integrato: Tecnologia meccanica e sistemi di lavorazione T+Applicazioni di tecnologia meccanica T)	Ing-Ind/16	9+3	1°

Lo studente può eventualmente scegliere la seguente attività formativa alternativa al tirocinio

			cfu	Ciclo
092700000029732	Laboratorio di analisi numerica T		3	1°

### III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092700000028630	Controlli automatici T-A	Ing-Inf/04	6	1°
092700000028030	Economia e organizzazione aziendale	Ing-Ind/35	6	1°
092700000028653	Elettrotecnica industriale	Ing-Ind/31	6	1°
092700000028666	Impianti meccanici e logistica T	Ing-Ind/17	9	1°
092700000029670	Laboratorio di logistica T		3	1°
092700000029678	Laboratorio di macchine T		3	1°
092700000029764	Macchine T	Ing-Ind/08	9	1°
092700000029697	Misure meccaniche, termiche e collaudo T	Ing-Ind/12	6	1°
092700000017268	Prova finale		3	

+ materie di tipologia D (12 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (6 cfu) – vedi: (\*\*\*)

### (\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 12 cfu

			cfu	Ciclo
092700000029775	Pianificazione della qualità e affidabilità dei sistemi meccanici T	Ing-Ind/14	6	1°
092700000029741	Disegno di macchine T	Ing-Ind/15	6	1°
092700000029762	Manutenzione dei sistemi di produzione T	Ing-Ind/17	6	1°
092700000029768	Meccanica delle macchine automatiche T	Ing-Ind/13	6	1°
092700000029780	Strumentazione e automazione industriale T	Ing-Ind/17	6	1°
092700000029789	Turbomacchine T	Ing-Ind/08	6	1°
092700000029773	Metallurgia T	Ing-Ind/21	6	1°
092700000029783	Tecniche per il collaudo e la qualificazione in linea T	Ing-Ind/16	6	1°
092700000029777	Scienza dei materiali T	Ing-Ind/22	6	1°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – puoi scegliere il tirocinio in alternativa a Laboratorio di analisi numerica T e Laboratorio di informatica T

			cfu	Ciclo
092700000028074	Tirocinio T		6	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (0928)**  
**L-7 Ingegneria Civile e Ambientale**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
**Prof. Ezio Mesini**  
ezio.mesini@mail.ing.unibo.it

Il Corso di studio presenta una spiccata multidisciplinarietà ed intersectorialità che si articola nei seguenti curricula che sono caratterizzati da un'ampia base comune e da motivi formativi specifici:

- 1 Geoingegneria
- 2 Tecniche e tecnologie ambientali
- 3 Protezione del suolo e del territorio

### **Obiettivi Formativi**

La Laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio si pone come obiettivo specifico primario la definizione di un percorso formativo nel quale l'allievo possa acquisire la padronanza degli aspetti metodologico-operativi delle scienze di base e dell'Ingegneria, con privilegio degli aspetti in ambito dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio senza tralasciare gli aspetti generali.

I Laureati in del corso di laurea verranno a conoscenza delle principali caratteristiche dei metodi, delle tecniche, degli apparati, dei sistemi e delle infrastrutture fondamentali per la progettazione, esecuzione, gestione e controllo delle opere che comportano modificazioni della biosfera con particolare riferimento a quello strato della terra nel quale si accumulano le funzioni antropiche nonché le risorse di interesse attuale e potenziale per l'uomo.

Il Corso di studio presenta una spiccata multidisciplinarietà ed intersectorialità che si realizza a partire da un'ampia base comune di conoscenze e si orienta attraverso tre principali obiettivi formativi specifici volti a operare:

1. nel settore dell'analisi del rischio ambientale, con riferimento a condizioni sia correnti sia anomale, indotto da attività e da insediamenti antropici. La valutazione complessiva prevede di effettuare: in sede di progettazione, lo studio di impatto ambientale delle fasi di realizzazione, operatività e dismissione delle attività, ivi incluso il rischio da eventi incidentali ed il destino ambientale degli inquinanti; in sede di esercizio, lo sviluppo di sistemi di gestione ambientale, di sicurezza e di monitoraggio dei principali parametri di misura degli impatti. Lo studio delle tecniche sopra riportate è integrato dalla conoscenza di elementi per l'analisi, la realizzazione e gestione degli interventi tecnologici per il contenimento delle emissioni al fine della mitigazione, nel loro complesso, degli impatti suddetti. Si farà particolare riferimento agli interventi per la riduzione all'origine di emissioni liquide, gassose, solide e sonore, agli impianti di depurazione per il trattamento sia di reflui liquidi civili e industriali sia di emissioni gassose, allo smaltimento e al recupero dei rifiuti, alla bonifica di siti inquinati.

2. nel settore degli scavi a cielo aperto ed in sotterraneo, dei sondaggi in terreni e rocce, per la realizzazione di gallerie ed altre opere civili e minerarie. Sviluppa altresì gli aspetti scientifici e

tecnologici relativi alla coltivazione e valorizzazione delle georisorse, finalizzate alla produzione sostenibile di materie prime e materiali industriali. Vengono evidenziati gli aspetti progettuali, la sicurezza dei cantieri, i processi di trattamento, il recupero dei materiali da demolizioni e l'impatto ambientale dell'attività estrattiva. Nell'area dei fluidi del sottosuolo prepara tecnici in grado di utilizzare le metodologie e le tecniche mirate alla esplorazione, ricerca e produzione dei fluidi presenti nel sottosuolo (idrocarburi, acqua, fluidi geotermici) e studia, in particolare: il moto mono-multifase ed il trasporto di sostanze miscibili e non miscibili; le tecniche per la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee e gli interventi connessi per il loro disinquinamento; le tecniche di campionamento del suolo mediante sondaggi di varia natura.

3. nel settore degli interventi, finalizzati alla prevenzione, protezione e recupero, resi necessari dai dissesti territoriali avvenuti per cause naturali e/o antropiche. Tra tali interventi, si ricordano quelli di prevenzione e controllo del rischio idrogeologico, di sistemazione dei bacini idrografici, di regimazione dei litorali, di protezione civile, di controllo dei rischi ambientali naturali ed antropici, di monitoraggio dell'evoluzione del territorio ed in particolare dei movimenti franosi, nonché quelli di rilievo, gestione, controllo e protezione dai rischi naturali (sismico, vulcanico e geomorfologico), ed infine quelli finalizzati alla valutazione di impatto ambientale di opere ingegneristiche.

### Sbocchi professionali

I principali ambiti occupazionali per i laureati in ingegneria per l'ambiente e il territorio coinvolgono imprese, enti pubblici e privati e studi professionali per la progettazione, pianificazione, realizzazione e gestione di opere e sistemi di controllo e monitoraggio dell'ambiente e del territorio, di difesa del suolo, di gestione dei rifiuti, delle materie prime e delle risorse ambientali, geologiche ed energetiche e per la valutazione degli impatti e della compatibilità ambientale di piani ed opere.

Di non secondaria importanza sono anche gli ambiti occupazionali che ricadono sia nell'area dell'ingegneria della sicurezza e della protezione civile, sia in quella dell'ingegneria civile in senso lato.

### Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Sante Fabbri  
sante.fabbri@unibo.it  
tel +39 0512090241

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	Ciclo
092800000027991	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
092800000027991	Analisi matematica T-1	Mat/05	9	1°
092800000027996	Fisica generale T-1	Fis/01	9	2°
092800000031423	Chimica e chimica applicata T (corso integrato: Chimica T+Chimica applicata T)	Chim/07 Ing-Ind/22	6 + 3	1°
092800000027993	Analisi Matematica T-2	Mat/05	9	2°
092800000029228	Geometria e algebra T	Mat/03	6	1°

092800000028030	Economia e organizzazione aziendale T	Ing-Ind/35	6	2°
092800000031474	Laboratorio CAD e informatica T		6	1°
092800000052317	Lingua straniera: inglese		3	

### II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
092800000031424	Fisica generale e fisica tecnica ambientale T (corso integrato)	Fis/01 Ing-Ind/11	6 +6	1°
092800000031425	Geologia e Geologia applicata T(corso integrato)	Geo/02 Geo/05	6+3	1°
092800000031428	Geotecnica	Icar/07	6	1°
092800000031036	Idraulica T	Icar/01	9	1°
092800000031427	Ingegneria degli scavi T	Ing-Ind/28	6	1°
092800000031431	Ingegneria per l'ambiente e la sicurezza dei processi produttivi T (corso integrato: Elementi di ingegneria ambientale T+Tecniche per la sicurezza ambientale T)	Ing-Ind/24 Ing-Ind/25	6 +3	1°
092800000030978	Scienza delle costruzioni T	Icar/08	9	1°

### III ANNO

#### Scelta guidata: Protezione del suolo e del territorio (363)

			cfu	Ciclo
092800000031448	Fondamenti di tecnica delle costruzioni T	Icar/09	6	1°
092800000030978	Topografia e trattamento statistico dei dati T(corso integrato)	Icar/06	6+3	1°
092800000031440	Conversione e utilizzazione dell'energia T (corso integrato: Sistemi energetici T+Principi di ingegneria elettrica T)	Ing-Ind/31	5+4	1°
092800000017268	Prova finale		3	1°
092800000031469	Cartografia numerica e sistemi informativi territoriali T	Icar/06	6	1°
092800000031470	Idrologia e infrastrutture idrauliche T (corso integrato)	Icar/02	6	
092800000031471	Ingegneria sanitaria ambientale T	Icar/03	6	

Scelta guidata: Tecniche e tecnologie ambientali (364)

			cfu	Ciclo
09280000031467	Impianti dell'industria di processo T	Ing-Ind/27	6	1°
09280000031454	Principi di chimica organica e strumentazione per la tutela ambientale T (Corso Integrato)	Chim/06 Ing-Ind/27	3+3	1°
09280000031460	Tecnologie per il trattamento degli affluenti inquinanti T (Corso Integrato)	Ing-Ind/25 Ing-Ind/24	6+6	1°
09280000031448	Fondamenti di tecnica delle costruzioni T	Icar/09	6	1°
09280000030978	Topografia e trattamento statistico dei dati T (Corso Integrato)	Icar/06	6+3	1°
09280000031440	Conversione e utilizzazione dell'energia T (Corso Integrato: Sistemi energetici T+Principi di ingegneria elettrica T)	Ing-Ind/31	5+4	1°
09280000017268	Prova finale		3	1°

Scelta guidata: Geoegegneria (365)

			cfu	Ciclo
09280000031451	Ingegneria delle cave T	Ing-Ind/28	9	1°
09280000030978	Ingegneria degli idrocarburi e ambiente T	Ing-Ind/30	9	1°
09280000031453	Ingegneria delle materie prime T	Ing-Ind/29	6	1°
09280000031448	Fondamenti di tecnica delle costruzioni T	Icar/09	6	1°
09280000030978	Topografia e trattamento statistico dei dati T(corso integrato)	Icar/06	6+3	1°
09280000031440	Conversione e utilizzazione dell'energia T (corso integrato: Sistemi energetici T+Principi di ingegneria elettrica T)	Ing-Ind/31	5+4	1°
09280000017268	Prova finale		3	1°

+ materie di tipologia D (12 cfu) -

INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 12 cfu

			cfu	Ciclo
09280000031481	Elementi di biochimica e microbiologia dei processi ambientali T	Chim/11	3	1°
09280000031478	Georisorse geotecnologie T (corso integrato)	Ing-Ind/30 Ing-Ind/28	6+6	1°
09280000031480	Geotecnologie T	Ing-Ind/28	6	1°
09280000031479	Georisorse T	Ing-Ind/30	6	1°

092800000031484	Laboratorio di chimica applicata T		3	1°
092800000017268	Laboratorio di misure ambientali T		3	1°
092800000028074	Tirocinio T		6	1°

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Energetica (0924)**  
**L-9 Ingegneria Industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Vittorio Colombo**  
colombo@ciram.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

La Laurea in Ingegneria Energetica si propone l'obiettivo specifico di formare figure professionali dotate di una buona conoscenza delle discipline matematiche, fisiche, chimiche e informatiche, nonché delle tematiche fondamentali dell'ingegneria industriale, con particolare riguardo alla termodinamica, alla fluidodinamica, alla trasmissione del calore e all'elettrotecnica, al fine di consentire agli studenti di acquisire in modo critico ed approfondito le competenze specifiche dell'ingegneria energetica.

In particolare, l'Ingegnere energetico (ISTAT, 2.2.1.9), possiede competenze distintive rispetto agli altri laureati della classe. Infatti, il profilo formativo dei laureati in Ingegneria energetica consente loro di svolgere attività professionali rivolte alla soluzione di problemi relativi a sistemi complessi e a natura fortemente interdisciplinare che riguardano numerosi settori dell'ingegneria. Tali competenze sono incentrate sull'analisi sperimentale e modellistica e la progettazione di: sistemi energetici di potenza e cogenerativi, macchine per la conversione di energia, impianti termotecnici, applicazioni dell'ingegneria nucleare, impianti e sistemi elettrici, processi di trasformazione delle risorse energetiche, tecniche di controllo dell'impatto ambientale di sistemi energetici, sistemi per l'uso razionale dell'energia e per l'impiego di fonti energetiche rinnovabili.

Il percorso degli studi in ingegneria energetica, grazie alla sua solida base fisico-matematico-computazionale e alla sua forte natura interdisciplinare, può permettere sia un proficuo inserimento nel mondo del lavoro nei citati settori dell'ingegneria sia l'approfondimento delle competenze mediante prosecuzione degli studi nella laurea magistrale.

### **Sbocchi professionali**

I laureati in Ingegneria energetica hanno amplissime possibilità di impiego, trovando la loro collocazione in quasi tutti gli ambiti della moderna società tecnologica. Infatti, tutti i settori produttivi hanno il problema di ottimizzare l'utilizzo delle fonti energetiche e minimizzarne i consumi; ciò rappresenta anche un primario interesse nazionale, vista la persistenza della rilevante dipendenza dall'estero degli approvvigionamenti energetici italiani. Inoltre, l'ambito industriale avanzato nel quale preferibilmente si colloca la figura dell'ingegnere energetico richiede la acquisizione di una formazione mentale atta ad impostare problemi relativi ad analisi e modellistica di sistemi complessi, affidabilità, analisi di sicurezza, valutazione e prevenzione del rischio e dell'impatto ambientale.

I principali sbocchi professionali e occupazionali per i laureati in Ingegneria energetica sono: aziende di servizi; enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico; aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnici; aziende di progettazione e produzione nel settore motoristico; aziende per la produzione e la gestione di componenti e sistemi energetici; studi di progettazione in campo energetico; aziende ed enti civili e industriali in cui è richiesta la figura del responsabile dell'energia; enti di ricerca e sviluppo nel settore delle tecnologie energetiche innovative; aziende ed attività che necessitano di sorveglianza fisica di radioprotezione.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

- Prof. Vittorio Colombo

colombo@ciram.unibo.it

+39 051 20 9 3978

- Prof. Andrea Munari

andrea.munari@mail.ing.unibo.it

+39 051 20 9 3918

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	Ciclo
09240000031372	Disegno assistito dal calcolatore T	Ing-Ind/15	6	1°
09240000029606	Elementi di analisi matematica e geometria T (corso integrato)	Mat/05 Mat/03	6 + 6	1°
09240000028616	Analisi matematica T-B	Ing-Ind/35	6	2°
09240000031389	Fisica generale T (Corso Integrato: Fisica generale T-A+ Fisica generale T-B)	Fis/01	6 + 6	2°
09240000029225	Fondamenti di chimica T	Chim/07	6	2°
09240000029227	Fondamenti di informatica T	Ing-Inf/05	6	2°
09240000029227	Lingua straniera: inglese		3	

### II ANNO

			cfu	Ciclo
09240000029227	Conversione elettromeccanica dell'energia L	Ing-Ind/32	3	1°
09240000029227	Disegno assistito dal calcolatore L	Ing-Ind/15	6	1°
09240000028029	Elettrotecnica T	Ing-Ind/31	6	1°
09240000031396	Fondamenti e tecnologie dei processi di combustione T(Corso Integrato: Fondamenti dell'ingegneria di processo T+Tecnologie e impianti di combustione stazionaria T)	Ing-Ind/24 Ing-Ind/24	5+4	1°
09240000029690	Meccanica razionale T	Mat/07	6	1°
09240000031395	Motori a combustione interna T	Ing-Ind/08	6	1°
09240000031391	Termodinamica, moto dei fluidi e termocinetica T (Corso Integrato: Termodinamica applicata T+Moto dei fluidi e termocinetica T)	Ing-Ind/10	6	1°
09240000029227	Moto dei fluidi e termocinetica L	Ing-Ind/10	6	1°
09240000029227	Tecnologie generali dei materiali L	Ing-Ind/16	3	1°

09240000029227	Termodinamica applicata L	Ing-Ind/10	6	1°
----------------	---------------------------	------------	---	----

+ materie di tipologia D

09240000029773	Metallurgia T	Ing-Ind/21	6	1°
----------------	---------------	------------	---	----

+ materie di tipologia F

09240000031414	Laboratorio computazionale di termofluidodinamica T		3	1°
----------------	---	--	---	----

### III ANNO

			cfu	Ciclo
09240000031409	Energetica e impianti tecnici T (corso integrato)	Ing-Ind/10	6+6	1°
09240000031403	Fondamenti di economia aziendale e dell'innovazione T	Ing-Ind/35	6	1°
09240000031400	Fondamenti e applicazioni dell'energia nucleare e radioprotezione T(corso integrato)	Ing-Ind/18	6+6	1°
09240000031404	Sistemi di produzione e conversione dell'energia elettrica T (corso integrato: Conversione elettromeccanica dell'energia T+Produzione dell'energia elettrica T)	Ing-Ind/32 Ing-Ind/33	6+3	1°
09240000031399	Sistemi energetici T	Ing-Ind/08	9	1°
09240000017268	Prova finale		3	

+ materie a scelta guidata - 6 cfu

+ materie di tipologia D - vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) - vedi: (\*\*\*)

Scegli 6 crediti tra le seguenti attività formative:

09240000031418	Impianti meccanici T	Ing-Ind/17	6	1°
09240000031419	Sicurezza e analisi di rischio T	Ing-Ind/19	6	

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

12 cfu

			cfu	Ciclo
09240000031419	Elettronica T	Ing-Inf/01	6	1°
09240000032822	Esame a scelta libera		12	1°
09240000031418	Impianti meccanici	Ing-Ind/17	6	1°
09240000031419	Sicurezza e analisi di rischio T	Ing-Ind/19	6	1°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F –

			cfu	Ciclo
09240000031415	Laboratorio di radioprotezione T		3	1°
09240000031416	Laboratorio di sperimentazione sulle macchine e i sistemi energetici T		3	1°
09240000031417	Laboratorio di tecnologie dei materiali e applicazioni industriali dei plasmi T		3	1°
09240000031412	Tirocinio TB		6	
09240000031413	Tirocinio TC		9	



**Lauree.DM. 509**



Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Chimica (0044)**  
**10 – Ingegneria industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Ferruccio Doghieri**  
ferruccio.doghieri@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Obiettivo formativo del corso di studio è la preparazione di un ingegnere esperto nella conduzione, gestione e progettazione di impianti e processi nei quali, su scala industriale, si modificano composizione e/o proprietà fisiche della materia.

L'obiettivo è perseguito attraverso l'esposizione agli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base e dell'ingegneria industriale in generale e a quelli specifici del settore che sono incentrati su conoscenze di termodinamica applicata, moto dei fluidi, scambio termico e di materia, processi di separazione, reattoristica chimica e biochimica, impiantistica chimica ed analisi di rischio.

La preparazione è completata e integrata da esperienze di laboratorio, da adeguate conoscenze di lingua straniera e da elementi di cultura aziendale contemporanea forniti tramite seminari, lezioni e/o tirocinio.

Lo spettro di competenze ed il loro inquadramento in una visione di sistema rendono il laureato così formato in grado di rispondere alle diverse esigenze collegabili ai processi di trasformazione di interesse industriale, avendo anche attenzione agli aspetti di tutela ambientale e di sicurezza.

### **Sbocchi professionali**

I laureati in ingegneria chimica potranno svolgere pertanto attività professionali in diversi ambiti (quali progettazione, produzione, gestione ed organizzazione, attività tecnico-commerciale) sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle amministrazioni pubbliche, sia nella libera professione. In particolare, le professionalità dei laureati in ingegneria chimica sono funzionali ai seguenti sbocchi occupazionali principali:

- industrie del comparto chimico, alimentare, farmaceutico, biomedico, dell'energia e di processo in generale.
- aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze e materiali con particolare riferimento ai materiali polimerici e ceramici;
- società di ingegneria, impiantistiche e di servizi ambientali;
- laboratori industriali;
- strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza;
- strutture pubbliche e private in cui si effettuino valutazioni di rischi di incidente rilevante connessi con sostanze pericolose.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Giulio Cesare Sarti

giulio.sarti@unibo.it

tel +39 051 20 9 3142

Prof. Carlo Stramigioli

carlo.stramigioli@mail.ing.unibo.it

tel +39 051 20 9 3153

# Manifesto

## I ANNO (DISATTIVATO)

Codice	Descrizione	SSD	cfu	Ciclo
00440000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
00440000017912	Analisi matematica L-B	Mat/03	6	2°
004400000058129	Chimica applicata L	Ing-Ind/22	3	3°
004400000058134	Chimica organica L	Chim/06	6	2°
004400000017448	Elementi di informatica L	Ing-Inf/05	3	3°
004400000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
004400000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
004400000023338	Fondamenti di chimica con laboratorio L (1) (Corso Integrato Fondamenti di chimica + Laboratorio di Chimica)	Chim/07	6+3	1°
004400000017990	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
004400000052317	Lingua straniera: inglese		3	
004400000058011	Termodinamica applicata L	Ing-Ind/24	6	3°

## II ANNO

		SSD	cfu	Ciclo
004400000017382	Fondamenti dell'ingegneria di processo L+Termodinamica dell'ingegneria chimica L (2) (corso integrato)	Ing-Ind/14	6	1°
004400000017380	Economia e organizzazione aziendale L	Ing-Ind/35	6	1°
004400000023336	Fluidodinamica L (3)	Ing-Ind/24	9	2°
004400000023340	Fondamenti dell'ingegneria di processo L+Termodinamica dell'ingegneria chimica L (2) (corso integrato)	Ing-Ind/24	6+3	1°
004400000057897	Fondamenti di ingegneria elettrica L	Ing-Ind/31	6	2°
004400000035065	Laboratorio di calcolo numerico L	Mat/08	3	1°
004400000017996	Macchine L	Ing-Ind/08	6	3°
004400000027147	Laboratorio di disegno meccanico L		3	3°
004400000017382	Comportamento meccanico dei materiali L	Ing-Ind/14	6	2°
004400000055821	Costruzione di macchine per l'ingegneria di processo L	Ing-Ind/14	6	3°
004400000044566	Biochimica e microbiologia dei processi e chimica degli alimenti L (corso integrato)		6	2°

### III ANNO

			cfu	Ciclo
00440000057912	Impianti chimici L	Ing-Ind/25	6	1°
00440000048520	Laboratorio di ingegneria chimica L-A		3	E
00440000035074	Prova finale		6	E

+ Materie del Percorso "Ingegneria Chimica" oppure "Ingegneria Alimentare"

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi (\*\*)

+ materie di tipologia F (6 cfu) – vedi (\*\*\*)

#### Percorso "Ingegneria Chimica"

			cfu	Ciclo
00440000058133	Chimica industriale L	Ing-Ind/27	6	2°

#### Percorso "Ingegneria Alimentare"

			cfu	Ciclo
00440000018380	Meccanica delle macchine e azionamenti meccanici L	Ing-Ind/13	6	1°
00440000049325	Impianti dell'industria alimentare L-B	Ing-Ind/13	6	2°

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 9 cfu

Esami consigliati per il percorso "Ingegneria Chimica"

00440000048519	Laboratorio di Ingegneria Chimica L-B	Ing-Ind/24	3	E
00440000041464	Laboratorio di metallurgia L	Ing-Ind/21	3	3°
00440000057986	Scienza e Tecnologia dei materiali ceramici L	Ing-Ind/22	3	1°
004400000579710	Principi di ingegneria chimica ambientale L	Ing-Ind/24	3	3°

Esami consigliati per il percorso "Ingegneria Alimentare"

00440000049322	Processi dell'industria alimentare L-B	Agr/15	3	3°
00440000057971	Principi di Ingegneria chimica ambientale L	Ing-Ind/24	3	3°
00440000048519	Laboratorio di Ingegneria chimica L-B	Ing-Ind/24	E	3°

Corso di laurea  
Classe  
Sede

**Ingegneria Civile (0045)**  
**8 – Ingegneria Civile**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Marco Savoia**  
marco.savoia@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il Corso di Laurea in Ingegneria Civile si propone di formare figure professionali di tecnici in grado di svolgere attività rivolta alla progettazione, esecuzione, gestione e al controllo di opere civili di edilizia, di opere idrauliche, di infrastrutture, di sistemi di trasporto e di interventi sul territorio. La formazione è di tipo generale e ad ampio spettro e si propone di fornire le principali conoscenze di base e specifiche sui settori di riferimento dell'Ingegneria Civile.

### **Sbocchi professionali**

I laureati del Corso di Laurea in Ingegneria Civile possono trovare un'ampia gamma di sbocchi occupazionali; in particolare in Enti pubblici, studi professionali, imprese ed aziende che richiedano capacità di gestione tecnico operativa del progetto, di progettazione di opere riconducibili a schemi ricorrenti e capacità di gestione e controllo dei sistemi territoriali.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof.ssa L. Tonni  
l.tonni@mail.ing.unibo.it

### **Manifesto**

#### **I ANNO (DISATTIVATO)**

			cfu	ciclo
0045000000179090	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
0045000000179120	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
0045000000414650	Chimica e tecnologia dei materiali L (corso integrato: Chimica L+Tecnologia dei materiali e chimica applicata L)	Chim/07+ Ing-Ind/22	3 +3	1°
0045000000487710	Disegno L	Icar/17	6	2°
0045000000179130	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
0045000000179160	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
0045000000585430	Geologia L (6 cfu)	Geo/04	6	3°
0045000000179900	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
0045000000175310	Laboratorio di CAD L		3	2°

0045000000233290	Laboratorio di informatica e linguaggi di programmazione L		3	1°
0045000000523170	Lingua straniera: inglese		3	
0045000000179860	Meccanica razionale L	Mat/07	6	3°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
004500000041900	Architettura tecnica L (6CFU)	Icar/10	6	3°
004500000048805	Economia ed estimo L (6CFU)	Ing-Ind/35	6	2°
004500000049500	Fisica tecnica Ambientale L (corso integrato)	Ing-Ind/11	3+3	2°
004500000047757	Geotecnica L	Icar/07	6	2°
004500000023330	Idraulica L	Icar/01	9	1°
004500000017429	Scienza delle costruzioni L	Icar/08	9	1°
004500000017435	Elementi di Tecnica delle costruzioni L	Icar/09	6	3°
004500000023315	Topografia L	Icar/06	9	3°

## III ANNO

			cfu	Ciclo
004500000025678	Elementi di Infrastrutture Viarie L	Icar/04	6	1°
004500000025677	Elementi di Infrastrutture Idrauliche L	Icar/02	6	1°
004500000041467	Tecnica ed economia dei trasporti L	Icar/05	9	1°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ 24 cfu di indirizzo(\*)

+ materie di tipologia D (9 cfu) - (\*\*)

(\*)

Indirizzo "IDRAULICA"(massimo 24 CFU)

			cfu	Ciclo
004500000057910	Idrologia L	Icar/02	3	3°
004500000041468	Impianti speciali idraulici L	Icar/02	6	3°
004500000041469	Laboratorio di ingegneria idraulica L		3	3°
004500000057962	Misure e modelli idraulici L	Icar/01	6	2°
004500000057998	Tecnica dei lavori idraulici L	Icar/02	6	2°

Indirizzo: "RILEVAMENTO e CONTROLLO" (massimo 24 CFU)

			cfu	Ciclo
004500000058126	Cartografia numerica e sistemi informativi territoriali L	Icar/06	6	2°
004500000058127	Catasto L	Icar/06	3	2°
004500000017443	Fotogrammetria L	Icar/06	6	2°
004500000041471	Laboratorio di geomatica L		3	3°
004500000041487	Rilievi speciali per il collaudo ed il controllo delle strutture e del territorio L	Icar/06	6	3°

Scelta Guidata "Infrastrutture viarie e trasporti" (massimo 24 CFU)

Scelta Guidata "Strutture"(massimo 24 CFU)

			cfu	Ciclo
004500000044944	Costruzioni in acciaio, legno e materiali innovativi L	Icar/09	6	2°
004500000044943	Costruzioni in calcestruzzo armato e muratura L	Icar/09	6	3°
004500000041479	Laboratorio di strutture L		3	3°
004500000018037	Meccanica dei materiali L	Icar/08	3	2°
004500000044939	Meccanica delle strutture L	Icar/08	6	2°

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D - 9 cfu

Il Consiglio di Corso di studio suggerisce la scelta delle attività formative seguenti, quando non già presenti nel piano di studio:

			cfu	Ciclo
004500000017443	Fotogrammetria L	Icar/06	6	2°
004500000041468	Impianti speciali idraulici L	Icar/02	6	3°
004500000041471	Laboratorio di geomatica L		3	3°
004500000041473	Laboratorio di infrastrutture viarie e trasporti L		3	3°
00450000004146	Laboratorio di ingegneria idraulica L		3	3°
004500000041479	Laboratorio di strutture L		3	3°
004500000018037	Meccanica dei materiali L	Icar/08	3	2°
004500000044939	Meccanica delle strutture L	Icar/08	6	2°
004500000057962	Misure e modelli idraulici L	Icar/01	6	2°
004500000049497	Pianificazione dei trasporti L	Icar/05	6	3°

00450000004148	Rilievi speciali per il collaudo ed il controllo delle strutture e del territorio L.	Icar/06	6	3°
004500000057998	Tecnica dei lavori idraulici L.	Icar/02	6	2°
004500000049496	Teoria e tecnica della circolazione L.	Icar/05	3	3°
004500000058126	Cartografia numerica e sistemi informativi territoriali L.	ICAR/06	6	2°
004500000058127	Catasto L.	Icar/06	3	2°
004500000044944	Costruzioni in acciaio, legno e materiali innovativi L.	Icar/09	6	2°
004500000048808	Sovrastrutture stradali e ferroviarie L.	Icar/04	6	2°
004500000057998	Tecnica dei lavori idraulici L.	Icar/02	6	2°
004500000048809	Tecnica e sicurezza dei cantieri viari L. (6 cfu)	Icar/04	6	2°
004500000049496	Teoria e tecnica della circolazione L. (3cfu)	Icar/05	3	2°
004500000044943	Costruzioni in calcestruzzo armato e muratura L.	Icar/09	6	3°

Corso di laurea

**Ingegneria delle Telecomunicazioni (0046)**

Classe

**9 – Ingegneria dell'Informazione**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Alessandro Lipparini**

**alipparini@deis.unibo.it**

### **Obiettivi Formativi**

I laureati in Ingegneria delle Telecomunicazioni dovranno:

- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;  
essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
- essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati;  
conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi; avere capacità relazionali e decisionali;  
essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, oltre che in italiano anche in lingua inglese;
- possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze ed essere capaci di apprendere attraverso lo studio individuale.

La Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali in grado di ricoprire ruoli tecnici e tecnico/organizzativi in contesti che richiedono la conoscenza degli aspetti metodologico-operativi delle scienze di base e dell'ingegneria, con privilegio degli aspetti specifici dell'ambito delle telecomunicazioni senza tralasciare gli aspetti generali.

I laureati verranno a conoscenza delle principali caratteristiche delle tecniche, degli apparati, dei sistemi e delle infrastrutture riguardanti l'acquisizione, l'elaborazione ed il trasporto delle informazioni e la loro utilizzazione in applicazioni e servizi di telecomunicazione.

La preparazione sarà completata e integrata da esperienze di laboratorio, elementi di cultura aziendale contemporanea forniti tramite seminari, lezioni, c/o tirocinio, e da adeguate conoscenze di lingua straniera.

Il profilo formativo del laureato in Ingegneria delle Telecomunicazioni consente di operare nei settori della progettazione, ingegnerizzazione, produzione, esercizio e manutenzione dei sistemi di telecomunicazioni, nonché in settori adiacenti quali quelli caratterizzanti la classe dell'Ingegneria dell'Informazione.

Nota: Il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50 per cento dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

## Sbocchi professionali

Gli ambiti professionali tipici per i laureati sono le imprese private e pubbliche manifatturiere e di servizi, le strutture tecnico-commerciali, le amministrazioni pubbliche, gli enti normativi e di controllo.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof.ssa Carla Raffaelli  
craffaelli@deis.unibo.it  
tel +39 051 20 9 3058

## Manifesto

### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	Ciclo
0046000000179090	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
0046000000179120	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
0046000000179150	Elettrotecnica L-A	Ing-Ind/31	6	3°
0046000000179130	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
0046000000179160	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
0046000000179070	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
0046000000179140	Fondamenti di informatica L-B	Ing-Inf/05	6	2°
0046000000179080	Geometria e algebra L-A	Mat/03	6	1°
0046000000523170	Lingua straniera: inglese		3	
0046000000179170	Reti logiche L-A	Ing-Inf/05	6	3°

### II ANNO

			cfu	Ciclo
004600000058526	Analisi Matematica L-C	Mat/05	6	1°
004600000034135	Circuiti elettronici analogici L-A	Ing-Inf/01	6	2°
004600000034134	Circuiti elettronici digitali L-A	Ing-Inf/01	6	3°
004600000017924	Comunicazioni elettriche L-A	Ing-Inf/03	6	2°
004600000017970	Comunicazioni elettriche L-B	Ing-Inf/03	6	3°
004600000017918	Controlli automatici L-A	Ing-Inf/04	6	1°
004600000017925	Economia e organizzazione aziendale L-A	Ing-Ind/35	6	1°
004600000017935	Fisica generale L-C	Fis/01	6	2°
004600000017920	Matematica applicata L-A	Mat/07	6	1°
004600000017938	Propagazione L-A	Ing-Inf/02	6	3°

**III ANNO**

			cfu	Ciclo
004600000058527	Analisi matematica L-D	Mat/05	6	1°
004600000017921	Calcolatori elettronici L-A	Ing-Inf/05	6	2°
004600000017974	Campi elettromagnetici L-A	Ing-Inf/02	6	2°
004600000017928	Reti di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	1°
004600000017971	Sistemi di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	1°
004600000058531	Trasmissione numerica L-A	Ing-Inf/03	6	3°
004600000049561	Sistemi a portante ottica L-A	Ing-Inf/02	3	3°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (9 cfu) - vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) - vedi: (\*\*\*)

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu**

004600000017983	Calcolo numerico L-A	Mat/08	3	2°
004600000017984	Fisica generale L-D	Fis/01	6	3°
004600000058528	Fondamenti di chimica L-A	Chim/07	6	1°
004600000023892	Fondamenti di ricerca operativa L-A	Mat/09	3	1°
004600000017982	Geometria e algebra L-B	Mat/03	1	3°
004600000041482	Laboratorio di microonde L-A	Ing-Inf/02	3	3°
004600000024011	Laboratorio di reti di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	3	3°
004600000017985	Laboratorio di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	3	2°
004600000035068	Laboratorio di telecomunicazioni L-B	Ing-Inf/03	3	3°
004600000044653	Laboratorio di trasmissione numerica L-A	Ing-Inf/03	3	3°
004600000049560	Misure elettroniche e laboratorio L-A	Ing-Inf/07	3	3°
004600000049561	Sistemi a portante ottica L-A	Ing-Inf/02	3	3°

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F - 9 cfu**

Lo studente è inoltre tenuto ad effettuare una scelta tra:

			cfu	Ciclo
004600000018622	Tirocinio L		9	E

Oppure l'insieme di:

004600000017985	Laboratorio di telecomunicazioni L-A		3	2°
-----------------	--------------------------------------	--	---	----

+ 6 cfu a scelta tra

004600000017962	Affidabilità e controllo di qualità L-A		6	3°
004600000049568	Diritto delle telecomunicazioni L-A		3	2°

004600000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A		3	2°
004600000034140	Economia dell'ICT L-A		3	2°
004600000044469	Laboratorio di affidabilità e controllo di qualità L-A		3	3°
004600000017963	Laboratorio di creazione d'impresa L-A		6	2°
004600000041481	Laboratorio di matematica computazionale L-A		3	1°
004600000041482	Laboratorio di microonde L-A		3	3°
004600000024011	Laboratorio di reti di telecomunicazioni L-A		3	3°
004600000017965	Laboratorio di ricerca operativa L-A		3	2°
004600000035068	Laboratorio di telecomunicazioni L-B		3	3°
004600000044653	Laboratorio di trasmissione numerica L-A		3	3°
004600000035070	Lingua straniera: inglese L-B		3	E

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Elettrica (0047)**  
**10 – Ingegneria Industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Ugo Reggiani**  
ugo.reggiani@mail.ing.unibo.it

#### **Obiettivi Formativi**

La laurea triennale deve dare una preparazione tecnico-professionale nell'ambito elettrico con buone conoscenze ingegneristiche di base e specifiche conoscenze elettriche tali da rendere il laureato idoneo a ricoprire posti di rilievo nelle industrie per la produzione di apparecchiature e macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica; imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica; imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio ed il controllo di sistemi elettrici per l'energia e di impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto e per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati.

#### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Gabriele Grandi  
+39 051 20 9 3571  
+39 051 20 9 3561  
gabriele.grandi@mail.ing.unibo.it  
Skype --> callto://gabriele.grandi

#### **Manifesto**

##### **I ANNO (DISATTIVATO)**

			cfu	Ciclo
004700000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
004700000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
004700000044463	Economia applicata all'ingegneria L	Secs-P/01	3	2°
004700000035062	Elementi di controlli automatici L	Ing-Inf/04	6	3°
004700000047415	Elementi di informatica L-B	Ing-Inf/05	3	2°
004700000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
004700000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
004700000017907	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
004700000017990	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
004700000052317	Lingua straniera: inglese		3	
004700000017986	Meccanica razionale L	Mat/07	6	3°

##### **II ANNO**

			cfu	Ciclo
004700000017994	Affidabilità e statistica per i sistemi elettrici L	Ing-Ind/33	6	2°
004700000041635	Circuiti elettrici L	Ing-Ind/31	6	1°
004700000017993	Circuiti elettronici di potenza L	Ing-Ind/31	6	3°
004700000017992	Elettronica L	Ing-Inf/01	6	2°
004700000058535	Fisica tecnica L	Ing-Ind/10	9	1°
004700000017989	Fondamenti di chimica L	Chim/07	6	3°
004700000044461	Fondamenti di elettrotecnica L	Ing-Ind/31	6	2°
004700000017996	Macchine L	Ing-Ind/08	6	3°
004700000017997	Meccanica delle macchine e dei materiali L (Corso integrato): Meccanica applicata alle macchine L - Meccanica dei materiali L)	Ing-Ind/13 Icar/08	6+ 3	1°

### III ANNO

			cfu	Ciclo
004700000017387	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
004700000018004	Componenti e tecnologie elettriche L	Ing-Ind/33	6	1°
004700000018036	Elementi di sistemi elettrici per l'energia L	Ing-Ind/33	3	3°
004700000018035	Impianti elettrici L	Ing-Ind/33	9	1°
004700000057950	Macchine elettriche L	Ing-Ind/32	6	1°
004700000049160	Misure elettriche e laboratorio L (corso integrato: Laboratorio di misure elettriche L+Misure elettriche L)	Ing-Inf/07	3+ 9	1°
004700000018622	Tirocinio L		6	E
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D - vedi (\*)

#### (\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu

004700000018010	Attuatori elettrici L	Ing-Ind/32	3	2°
004700000041637	Compatibilità elettromagnetica e laboratorio L	Ing-Ind/31	6	2°
004700000058537	Costruzioni elettromeccaniche L	Ing-Ind/32	3	3°
004700000018008	Misure per la sicurezza L	Ing-Inf/07	3	3°
004700000041541	Produzione dell'energia elettrica L	Ing-Ind/33	6	2°
004700000035075	Qualità dell'ingegneria elettrica L	Ing-Ind/33	6	3°
004700000018011	Scienza e tecnologia dei materiali elettrici L	Ing-Ind/22	6	3°

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Elettronica (0048)**  
**9- Ingegneria dell'Informazione**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Massimo Rudan**  
mrudan@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati in Ingegneria elettronica dovranno:

Conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre Scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'Ingegneria.

Conoscere i contesti aziendali e la cultura d'Impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi; avere capacità relazionali e decisionali.

Essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi. Essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati.

Conoscere i contesti aziendali e la cultura d'Impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi; avere capacità relazionali e decisionali.

Essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, oltre che in italiano, anche in inglese.

Possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze, ed essere capaci di apprendere attraverso lo studio individuale.

I laureati verranno a conoscenza degli aspetti metodologici e operativi delle Scienze di base e dell'Ingegneria, con privilegio degli aspetti specifici dell'ambito dell'Elettronica senza tralasciare gli aspetti generali. I laureati verranno a conoscenza degli strumenti fondamentali per il progetto di componenti, sistemi e processi.

La preparazione sarà completata e integrata da esperienze di laboratorio, elementi di cultura aziendale contemporanea forniti tramite seminari, lezioni, e/o tirocinio, e da adeguate conoscenze di lingua straniera. Il profilo formativo del laureato in Ingegneria elettronica consente di operare nei settori della progettazione, sviluppo, ingegnerizzazione, produzione, esercizio e manutenzione dei sistemi elettronici, nonché in settori adiacenti quali quelli caratterizzanti la Classe dell'Ingegneria dell'Informazione.

### **Sbocchi professionali**

Gli ambiti professionali tipici del laureato in Ingegneria elettronica sono le Aziende di progettazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici ed optoelettronici, le Industrie manifatturiere, i settori delle Amministrazioni pubbliche e delle Imprese di servizi che applicano tecnologie e infrastrutture elettroniche per il trattamento, la trasmissione e l'impiego di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione.

Il tempo riservato allo studio personale o a altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50 per cento dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

- Prof.ssa Cecilia Metra

cmetra@deis.unibo.it

051 209 3038

- Prof. Nicolò Attilio. Speciale

nicolo.speciale@unibo.it

## Manifesto

### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	ciclo
0048000000179090	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
0048000000179120	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
0048000000179150	Elettrotecnica L-A	Ing-Ind/31	6	3°
0048000000179130	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
0048000000179160	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
0048000000179070	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
0048000000179140	Fondamenti di informatica L-B	Ing-Inf/05	6	2°
0048000000179080	Geometria e algebra L-A	Mat/03	6	1°
0048000000523170	Lingua straniera: inglese		3	
0048000000179170	Reti logiche L-A	Ing-Inf/05	6	3°

### II ANNO

			cfu	Ciclo
004800000017972	Analisi matematica L-C	Mat/05	6	1°
004800000034135	Circuiti elettronici analogici L-A	Ing-Inf/01	6	2°
004800000034134	Circuiti elettronici digitali L-A	Ing-Inf/01	6	3°
004800000017924	Comunicazioni elettriche L-A	Ing-Inf/03	6	2°
004800000017970	Comunicazioni elettriche L-B	Ing-Inf/03	6	3°
004800000017918	Controlli automatici L-A	Ing-Inf/04	6	1°
004800000017925	Economia e organizzazione aziendale L-A	Ing-Ind/35	6	1°
004800000017935	Fisica generale L-C	Fis/01	6	2°
004800000017920	Matematica applicata L-A	Mat/07	6	1°
004800000017938	Propagazione L-A	Ing-Inf/02	6	3°

### III ANNO

			cfu	Ciclo
004800000058527	Analisi matematica L-D	Mat/05	6	1°
004800000017921	Calcolatori elettronici L-A	Ing-Inf/05	6	1°
004800000058155	Elettronica applicata L-A	Ing-Inf/01	6	2°
004800000034136	Microelettronica L-A	Ing-Inf/01	3	1°
004800000058538	Progetto di circuiti analogici L-A	Ing-Inf/01	6	1°
004800000058539	Progetto di sistemi elettronici L-A	Ing-Inf/01	6	3°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ 6 cfu tra le seguenti attività formative:

			cfu	Ciclo
004800000017974	Campi elettromagnetici L-A	Ing-Inf/02	6	2°
004800000058528	Fondamenti di chimica L-A	Chim/07	6	1°
004800000058156	Elettronica industriale L-A	Ing-Inf/01	6	1°

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

+ prova finale – Tipologia E – 6 cfu

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 9 cfu

			cfu	ciclo
0048000000179830	Calcolo numerico L-A	Mat/08	3	2°
0048000000179840	Fisica generale L-D	Fis/01	6	3°
0048000000180330	Fondamenti di chimica L-B	Chim/07	6	2°
0048000000238920	Fondamenti di ricerca operativa L-A	Mat/09	3	1°
0048000000179820	Geometria e algebra L-B	Mat/03	3	1°
0048000000585250	Identificazione dei modelli e analisi dei dati L-A	Ing-Inf/04	6	3°
0048000000495600	Misure elettroniche e laboratorio L-A	Ing-Inf/07	9	2°
0048000000495610	Sistemi a portante ottica L-A	Ing-Inf/02	3	3°
0048000000462550	Statistica applicata alle misure e al controllo di qualità L-A	Ing-Inf/07	3	2°

N.B. Agli studenti che intendono continuare nella Laurea Specialistica, si consiglia di scegliere:

- Calcolo numerico L-A
- Fisica generale L-D
- Fondamenti di chimica L-B
- Geometria e algebra L-B

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu**

			cfu	Ciclo
004800000017962	Affidabilità e controllo di qualità L-A		6	3°
004800000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A		3	2°
004800000034140	Economia dell'ITC L-A		3	2°
004800000044469	Laboratorio di affidabilità e controllo di qualità L-A		3	3°
004800000017963	Laboratorio di creazione d'impresa L-A		6	2°
004800000018017	Laboratorio di elettronica L-A		3	3°
004800000041481	Laboratorio di matematica computazionale L-A		3	1°
004800000041482	Laboratorio di microonde L-A		3	3°
004800000017965	Laboratorio di ricerca operativa L-A		3	2°
004800000017985	Laboratorio di telecomunicazioni L-A		3	2°
004800000035070	Lingua straniera: inglese B		3	E
004800000018622	Tirocinio L		9	E

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Gestionale (0049)**  
**10- Ingegneria Industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Alessandro Grandi**  
alessandro.grandi@unibo.it

## **Obiettivi Formativi**

I laureati in Ingegneria Gestionale devono:

- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli specifici dell'ingegneria gestionale nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
- essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per lo studio di componenti, sistemi, processi;
- essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati; essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisicoambientale;
- conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
- conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
- conoscere i contesti contemporanei;
- avere capacità relazionali e decisionali;
- essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;
- possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

La laurea in Ingegneria Gestionale si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali in grado di ricoprire ruoli organizzativi e manageriali per i quali siano richieste competenze di base di natura tecnologica, con particolare riferimento all'analisi e gestione dei processi di produzione e logistici. In particolare, le funzioni che il laureato in Ingegneria Gestionale deve sapere svolgere, dimostrando di possedere competenze distintive rispetto agli altri laureati, riguardano la gestione delle strutture produttive e logistiche a base tecnologica, nelle loro componenti fisiche, organizzative e informative.

I profili professionali e i compiti svolti in questi campi sono ampi, comprendendo in particolare i ruoli per cui sono richieste competenze distintive nel saper affrontare, con conoscenze economiche e gestionali, problemi caratterizzati da vincoli e opportunità di natura tecnologica. Queste situazioni si manifestano nella gestione dei processi produttivi e logistici, e dei collegati flussi informativi, con particolare attenzione ai casi in cui è necessario ottimizzare l'uso delle risorse fisiche, finanziarie e umane, assicurare la qualità e la sicurezza dei prodotti e delle attività, analizzare le problematiche connesse all'impatto e ai vincoli ambientali, esaminare l'opportunità di adottare nuove tecnologie valutandone le dimensioni organizzative e competitive.

Conseguentemente, la laurea in Ingegneria Gestionale ha l'obiettivo di fornire agli allievi le conoscenze di base relative alla struttura e al funzionamento di diverse tipologie di sistemi produttivi

e logistici, ai fondamenti delle principali tecnologie industriali, agli aspetti economici e organizzativi collegati; conoscenze e capacità di modellizzazione dei processi produttivi e logistici, di identificazione e misura delle loro prestazioni, di pianificazione e implementazione delle azioni di miglioramento, dei supporti informativi e informatici, di progettazione e gestione dei sistemi produttivi e logistici.

### Sbocchi professionali

I principali sbocchi occupazionali comprendono i settori manifatturieri e della trasformazione industriale, i settori dei servizi tradizionali (trasporti, distribuzione, gestione del territorio, ecc.), i settori dei servizi avanzati ad alto valore aggiunto (consulenza direzionale, informatica, telecomunicazioni, ecc.), l'intero settore della Pubblica Amministrazione. In particolare, il laureato in Ingegneria Gestionale è destinato a operare nelle aree dell'approvvigionamento e gestione dei materiali, nell'organizzazione e gestione della produzione, nell'organizzazione e automazione dei sistemi produttivi e nella logistica.

Il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50 per cento dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

### Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Mariolina Longo  
 Dipartimento di Scienze Aziendali  
 Via Capo Di Lucca, 34 Bologna  
 mariolina.longo@unibo.it  
 +39 051 20 9 3926  
 +39 051 20 9 3470

### Manifesto

#### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	ciclo
004900000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
004900000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
004900000017925	Economia e organizzazione aziendale L-A	Ing-Ind/35	6	1°
004900000058147	Economia e organizzazione aziendale L-B	Ing-Ind/35	6	2°
004900000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
004900000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
004900000017907	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
004900000017914	Fondamenti di informatica L-B	Ing-Inf/05	6	3°
004900000017990	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
004900000052317	Lingua straniera: inglese		3	
004900000057952	Matematica applicata L	Mat/07	6	3°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
004900000017998	Controlli automatici L	Ing-Inf/04	6	3°
004900000017991	Elettrotecnica L	Ing-Ind/31	6	1°
004900000042151	Fisica tecnica L	Ing-Ind/10	3	1°
004900000023892	Fondamenti di ricerca operativa L-A	Mat/09	6	2°
004900000057917	Impianti industriali L-A	Ing-Ind/17	6	2°
004900000042144	Impianti industriali L-B	Ing-Ind/17	6	3°
004900000052317	Lingua straniera: inglese		3	
004900000017996	Macchine L	Ing-Ind/08	6	2°
004900000043277	Marketing industriale L	Ing-Ind/35	6	3°
004900000018038	Meccanica applicata alle macchine L	Ing-Ind/13	6	1°
004900000057952	Matematica applicata L	Mat/07	6	3°
004900000057991	Sistemi di controllo di gestione L	Ing-Ind/35	6	1°

## III ANNO

			cfu	Ciclo
0049000000495640	Gestione aziendale L	Ing-Ind/35	6	1°
0049000000495650	Gestione dei progetti di innovazione L	Ing-Ind/35	6	2°
0049000000579060	Gestione dell'energia L	Ing-Ind/10	6	1°
0049000000579440	Logistica industriale L-A	Ing-Ind/17	6	1°
0049000000579450	Logistica industriale L-B	Ing-Ind/17	6	2°
0049000000579960	Studi di fabbricazione L	Ing-Ind/16	6	3°
004500000035074	Prova finale		6	

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

(\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 9 cfu

			cfu	Ciclo
004900000041498	Affidabilità, controllo e gestione della qualità L	Ing-Inf/07	6	3°
004900000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A	Ing-Ind/35	3	2°
004900000034140	Economia dell'ICT L-A	Ing-Ind/35	3	2°
004900000041497	Fondamenti di progettazione ed ingegnerizzazione di prodotto L	Ing-Ind/14	6	1°
004900000017963	Laboratorio di creazione di impresa L-A	Ing-Ind/35	6	2°
004900000057937	Laboratorio di strumenti di ottimizzazione L	Mat/09	3	2°
004900000041541	Produzione della energia elettrica L	Ing-Ind/33	6	2°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu

004900000041498	Affidabilità, controllo e gestione della qualità L		6	3°
004900000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A		3	2°
004900000034140	Economia dell'ICT L-A		3	2°
004900000041497	Fondamenti di progettazione ed ingegnerizzazione di prodotto L		6	1°
004900000017963	Laboratorio di creazione di impresa L-A		6	2°
004900000057937	Laboratorio di strumenti di ottimizzazione L		3	2°
004900000041541	Produzione della energia elettrica L		6	2°
004900000023756	Tirocinio L		9	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria dei Processi Gestionali (0050)**  
**9 - Ingegneria dell'Informazione**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
**Prof. Alessandro Grandi**  
alessandro.grandi@unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati in Ingegneria dei Processi Gestionali devono:  
conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli specifici dell'ingegneria gestionale, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;

essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per lo studio di componenti, sistemi, processi; essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati;

essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;

conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;

conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi; conoscere i contesti contemporanei; avere capacità relazionali e decisionali; essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;

possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

La laurea in Ingegneria dei Processi Gestionali si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali in grado di ricoprire ruoli organizzativi e manageriali in contesti che richiedono competenze di base di natura tecnologica, con particolare riferimento all'analisi e alla gestione dei processi gestionali aziendali, dei collegati flussi informativi e delle tecnologie informatiche e telematiche abilitanti.

I profili professionali e i compiti svolti comprendendo in via elettiva i ruoli per cui sono richieste competenze distintive nel saper affrontare, con conoscenze economiche e gestionali, problemi di organizzazione, progettazione e gestione dei processi di lavoro e dei flussi informativi aziendali, in contesti caratterizzati da vincoli e opportunità di natura tecnologica. Conseguentemente, la laurea in Ingegneria dei Processi Gestionali ha l'obiettivo di fornire agli allievi la conoscenza delle problematiche della gestione aziendale nei principali ambiti funzionali, sia in generale sia con riferimento all'interazione tra scelte gestionali e scelte tecnologiche. In questo ambito, in particolare, vengono approfondite le conoscenze relative alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

## Sbocchi professionali

I principali sbocchi occupazionali comprendono i settori manifatturieri e della trasformazione industriale, i settori dei servizi tradizionali (trasporti, distribuzione, gestione del territorio, ecc.), i settori dei servizi avanzati ad alto valore aggiunto (consulenza direzionale, informatica, telecomunicazioni, ecc.), l'intero settore della Pubblica Amministrazione. In particolare, il laureato in Ingegneria dei Processi Gestionali è destinato a operare nell'analisi dei processi aziendali, nel controllo di gestione e nella gestione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione a supporto dei processi organizzativi.

Il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50 per cento dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Mariolina Longo

Dipartimento di Scienze Aziendali  
Via Capo Di Lucca, 34 Bologna  
mariolina.longo@unibo.it  
+39 051 20 9 3926  
+39 051 20 9 3470

## Manifesto

### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	Ciclo
0050000000179090	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
0050000000179120	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
0050000000179250	Economia e organizzazione aziendale L-A	Ing-Ind/35	6	1°
0050000000581470	Economia e organizzazione aziendale L-B	Ing-Ind/35	6	2°
0050000000179130	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
0050000000179160	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
0050000000179070	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
0050000000179140	Fondamenti di informatica L-B	Ing-Inf/05	6	3°
0050000000179900	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
0050000000523170	Lingua straniera: inglese		3	
0050000000579520	Matematica applicata L	Mat/07	6	3°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
005000000035057	Basi di dati L	Ing-Inf/05	6	2°
005000000017998	Controlli automatici L	Ing-Inf/04	6	3°
005000000017992	Elettronica L	Ing-Inf/01	6	1°
005000000023892	Fondamenti di ricerca operativa L-A	Mat/09	6	3°
005000000057917	Impianti industriali L-A	Ing-Ind/17	6	2°
005000000042148	Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici L	Ing-Ind/35	6	1°
005000000057991	Sistemi di controllo di gestione L	Ing-Ind/35	6	1°
005000000035078	Telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	2°
005000000042147	Telecomunicazioni L-B	Ing-Inf/03	6	3°
005000000017992	Elettrotecnica L	Ing-Ind/31	6	1°

## III ANNO

			cfu	Ciclo
005000000041514	Fondamenti di ricerca operativa L-B	Mat/09	3	1°
005000000049564	Gestione aziendale L	Ing-Ind/35	6	1°
005000000049565	Gestione dei progetti d'innovazione L	Ing-Ind/35	6	2°
005000000057944	Logistica industriale L-A	Ing-Ind/17	6	1°
005000000057945	Logistica industriale L-B	Ing-Ind/17	6	2°
005000000041516	Sistemi informativi L	Ing-Inf/05	6	3°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

### (\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA D – 9 cfu

			cfu	Ciclo
005000000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A	Ing-Ind/35	3	2°
005000000034140	Economia dell'ICT L-A	Ing-Ind/35	3	2°
005000000057928	Laboratorio di creazione di impresa L-A	Ing-Ind/35	6	2°
005000000057937	Laboratorio di strumenti di ottimizzazione L	Mat/09	3	2°
005000000043277	Marketing industriale L	Ing-Ind/35	6	3°
005000000041518	Reti di calcolatori L	Ing-Inf/05	6	3°

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu**

0050000000341390	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A		3	2°
0050000000341400	Economia dell'ICT L-A		3	2°
0050000000579280	Laboratorio di creazione di impresa L-A		6	2°
0050000000579370	Laboratorio di strumenti di ottimizzazione L		3	2°
0050000000432770	Marketing industriale L		6	3°
0050000000415180	Reti di calcolatori L		6	3°
0050000000186220	Tirocinio L		9	E

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Informatica (0051)**  
**9 - Ingegneria dell'Informazione**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof.ssa Anna Ciampolini**  
aciampolini@deis.unibo.it

## **Obiettivi Formativi**

I laureati in Ingegneria informatica dovranno:

Conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

Saper identificare, formulare e risolvere i problemi dell'ingegneria dell'informazione utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati.

Essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per l'analisi e la progettazione delle componenti hardware e software di un sistema per l'elaborazione dell'informazione.

Essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati.

Conoscere i contesti aziendali e la cultura d'Impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi; avere capacità relazionali e decisionali.

Essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, oltre che in italiano, anche in inglese.

Possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze, ed essere capaci di apprendere attraverso lo studio individuale.

Il profilo che il complesso delle attività formative intende conseguire è quello di una figura professionale flessibile, atta ad inserirsi, in tempi ragionevolmente brevi, in ambiti operativi anche molto differenziati: imprese produttrici e/o utilizzatrici di sistemi o dispositivi informatici; società di ingegneria del SW; aziende pubbliche o private che utilizzano l'informatica per ottimizzare la propria gestione e/o per fornire servizi, ecc.

## **Sbocchi professionali**

Il curriculum delle attività formative doterà il laureato di specifiche capacità che gli consentiranno di operare nell'ambito della produzione e delle applicazioni dell'informatica (sistemista, progettista, programmatore). Le conoscenze acquisite potranno anche agevolmente integrarsi con altri tipi di competenze (economiche, giuridiche, grafiche, ecc.) e creare in tal modo nuove figure professionali, di cui si prevede una crescente richiesta. Questo processo di allargamento del proprio spettro formativo potrà essere avviato durante il periodo di studio mediante l'autonoma scelta di alcuni insegnamenti e mediante un periodo di tirocinio o di orientamento alla cultura di impresa.

Nota: il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50% dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

## **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Paolo Bellavista  
pbellavista@deis.unibo.it  
0512093866

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	ciclo
005100000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
005100000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
005100000017915	Elettrotecnica L-A	Ing-Ind/31	6	3°
005100000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
005100000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
005100000017907	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
005100000017914	Fondamenti di informatica L-B	Ing-Inf/05	6	2°
005100000017908	Geometria e algebra L-A	Mat/03	6	1°
005100000017906	Laboratorio di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
005100000052317	Lingua straniera: inglese		3	
005100000017917	Reti logiche L-A	Ing-Inf/05	6	3°

## II ANNO

			cfu	ciclo
005100000017921	Calcolatori elettronici L-A	Ing-Inf/05	6	2°
005100000017924	Comunicazioni elettriche L-A	Ing-Inf/03	6	2°
005100000017918	Controlli automatici L-A	Ing-Inf/04	6	1°
005100000017919	Controlli automatici L-B	Ing-Inf/04	6	1°
005100000017925	Economia e organizzazione aziendale L-A	Ing-Ind/35	6	1°
005100000017922	Elettronica L-A	Ing-Inf/01	6	2°
005100000017923	Elettronica L-B	Ing-Inf/01	6	3°
005100000017920	Matematica applicata L-A	Mat/07	6	1°
005100000017928	Reti di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	3°
005100000017926	Sistemi operativi L-A	Ing-Inf/05	6	3°

## III ANNO

			cfu	Ciclo
005100000023892	Fondamenti di ricerca operativa L-A	Mat/09	3	1°
005100000017930	Ingegneria del software L-A	Ing-Inf/05	6	2°
005100000017931	Reti di calcolatori L-A	Ing-Inf/05	6	1°
005100000017927	Sistemi informativi L-A	Ing-Inf/05	6	1°

005100000058540	Sistemi informativi L-B (6 CFU)	Ing-Inf/05	6	1°
005100000023893	Tecnologie WEB L-A	Ing-Inf/05	6	2°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu

			cfu	Ciclo
0051000000179620	Affidabilità e controllo di qualità L-A	Ing-Inf/07	6	3°
0046000000585260	Analisi matematica L-C	Mat/05	6	1°
0051000000341390	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A	Ing-Ind/35	3	2°
0051000000341400	Economia dell'ICT L-A	Ing-Ind/35	3	2°
0046000000179350	Fisica generale L-C	Fis/01	6	2°
0048000000585280	Fondamenti di chimica L-A	Chim/07	6	1°
0048000000585250	Identificazione dei modelli e analisi dei dati L-A	Ing-Inf/04	6	3°
0055000000192310	Ingegneria e tecnologie dei sistemi di controllo L-A	Ing-Inf/04	6	1°
0051000000444690	Laboratorio di affidabilità e controllo di qualità L-A	Ing-Inf/07	3	3°
0051000000495660	Laboratorio di amministrazione di sistemi L-A	Ing-Inf/05	9	2°
0051000000179630	Laboratorio di creazione di impresa L-A	Ing-Ind/35	6	2°
0051000000495670	Laboratorio di ingegneria del software L-A	Ing-Inf/05	9	3°
0051000000414810	Laboratorio di matematica computazionale L-A	Mat/08	3	1°
0051000000179650	Laboratorio di ricerca operativa L-A	Mat/09	3	2°
0055000000494940	Laboratorio di sistemi di automazione L-A	Ing-Inf/04	9	2°
0051000000350700	Lingua straniera: inglese L-B		3	E
0051000000585390	Progetto di sistemi elettronici L-A	Ing-Inf/01	6	3°
0046000000179380	Propagazione L-A	Ing-Inf/02	6	3°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu

			cfu	Ciclo
0051000000179620	Affidabilità e controllo di qualità L-A		6	3°
0051000000341390	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A		3	2°
0051000000341400	Economia dell'ICT L-A		3	2°
0051000000444690	Laboratorio di affidabilità e controllo di qualità L-A		3	3°

0051000000495660	Laboratorio di amministrazione di sistemi L-A	9	2°
0051000000179630	Laboratorio di creazione d'impresa L-A	6	2°
0051000000495670	Laboratorio di ingegneria del software L-A	9	3°
0051000000414810	Laboratorio di matematica computazionale L-A	3	1°
0051000000179650	Laboratorio di ricerca operativa L-A	3	2°
0051000000350700	Lingua straniera: Inglese L-B	3	
0051000000585390	Progetto di sistemi elettronici L-A	6	3°
0051000000186220	Tirocinio L	9	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Meccanica (0052)**  
**10 - Ingegneria Industriale**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
Prof. Gianni Caligiana  
gianni.caligiana@unibo.it

### Obiettivi Formativi

I laureati verranno a conoscenza degli aspetti metodologici ed operativi delle scienze di base e delle scienze dell'Ingegneria, con particolare riguardo degli aspetti specifici dell'ambito dell'Ingegneria meccanica, senza trascurare gli aspetti generali dell'Ingegneria industriale.

Il profilo formativo dei laureati in Ingegneria meccanica consentirà loro di svolgere attività professionali quali la progettazione, la produzione, l'ingegnerizzazione e la gestione di componenti, sistemi e processi, e l'esercizio e l'assistenza delle strutture tecnico-commerciali nelle aziende che caratterizzano la classe dell'Ingegneria industriale.

### Sbocchi professionali

I principali sbocchi professionali sono: industrie meccaniche; industrie manifatturiere in generale per la progettazione, la produzione, l'installazione, il collaudo e la gestione di macchine, mezzi di trasporto, linee e reparti di produzione, impianti e sistemi complessi; imprese impiantistiche; industrie per l'automazione e la robotica; industrie elettromeccaniche.

### Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Lorella Ceschini  
ceschini@bomet.fci.unibo.it  
tel +39 051 20 9 3462

### Manifesto

#### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	Ciclo
005200000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
005200000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
005200000019212	Chimica e materiali L (Corso integrato: Chimica + Materiali) (1)	Chim/07 Ing-Ind/22	4+4	3°
005200000017378	Disegno tecnico industriale L	Ing-Ind/15	6	2°
005200000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
005200000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
005200000017907	Fondamenti di informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
005200000017908	Geometria e algebra L-A	Mat/03	6	1°

005200000052317	Lingua straniera: inglese		3	
005200000017986	Meccanica razionale L	Mat/07	6	3°

Lo studente può eventualmente scegliere il seguente esame di Tipologia F:

			cfu	Ciclo
005200000017988	Laboratorio di informatica L		3	2°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
005200000017998	Controlli automatici L	Ing-Inf/04	6	3°
005200000017380	Economia e organizzazione aziendale L	Ing-Ind/35	6	3°
005200000058149	Elementi delle macchine L	Ing-Ind/14	6	2°
005200000058152	Elementi di meccanica dei fluidi L	Icar/01	5	1°
005200000057883	Elettrotecnica industriale L	Ing-Ind/31	8	1°
005200000017995	Fisica tecnica L	Ing-Ind/10	6	2°
005200000057958	Meccanica delle macchine L	Ing-Ind/13	6	1°
005200000057963	Misure meccaniche, termiche e collaudo L	Ing-Ind/12	6	3°
005200000035077	Tecnologia meccanica L	Ing-Ind/16	6	2°

Lo studente può eventualmente scegliere fino a 9 CFU tra i seguenti esami di tipologia F

			cfu	Ciclo
005200000017398	Laboratorio di analisi numerica L		3	1°
005200000017988	Laboratorio di informatica L		3	2°
005200000041464	Laboratorio di metallurgia L		3	3°

## III ANNO

			cfu	Ciclo
0052000000581390	Costruzione di macchine L	Ing-Ind/14	6	2°
0052000000173880	Impianti meccanici L	Ing-Ind/17	6	3°
0052000000579430	Logistica industriale L	Ing-Ind/17	6	2°
0052000000579480	Macchine e apparecchiature a gas e a vapore L	Ing-Ind/08	6	1°
0052000000579510	Macchine idrauliche e motori a combustione interna L	Ing-Ind/08	6	2°
0052000000173860	Meccanica degli azionamenti L	Ing-Ind/13	6	1°
0052000000350760	Sistemi di lavorazione L	Ing-Ind/16	6	1°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu**

			cfu	Ciclo
0052000000173870	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
0052000000445000	Disegno di macchine L	Ing-Ind/15	9	3°
0052000000445010	Manutenzione dei sistemi di produzione L	Ing-Ind/17	6	1°
0052000000445020	Meccanica delle macchine automatiche L	Ing-Ind/13	6	3°
0052000000173920	Strumentazione e automazione industriale L	Ing-Ind/17	6	3°
0052000000445030	Turbomacchine L	Ing-Ind/08	6	3°

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu scelti nei 3 anni di corso**

			cfu	Ciclo
0052000000192220	Laboratorio CAD L	Ing-Ind/15	3	3°
0052000000173980	Laboratorio di analisi numerica L		3	1°
0052000000179880	Laboratorio di informatica L		3	2°
0052000000414640	Laboratorio di metallurgia L	Ing-Ind/21	3	3°
0052000000422360	Tirocinio L-A		3	E
0052000000422370	Tirocinio L-B		6	E
0052000000422380	Tirocinio L-C		9	E

Corso di laurea in

**Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (0053)**

Classe

**8 - Ingegneria Civile e Ambientale**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Ezio Mesini**

ezio.mesini@mail.ing.unibo.it

Il Corso di studio presenta una spiccata multidisciplinarietà ed intersectorialità che si articola nei seguenti curricula che sono caratterizzati da un'ampia base comune e da motivi formativi specifici:

1 **Geingegneria**

2 **Tecniche e tecnologie ambientali**

3 **Protezione del suolo e del territorio**

### **Obiettivi Formativi**

#### **1 Geingegneria:**

prepara gli allievi alla progettazione, realizzazione e gestione di interventi di ingegneria negli scavi e nello sfruttamento di materiali solidi o fluidi del sottosuolo. Prepara specialisti nella ricerca, valutazione, estrazione e valorizzazione delle materie prime minerali solide; prepara anche specialisti in scavi a cielo aperto ed in sotterraneo, in terreni e rocce, per opere civili mirate alla realizzazione di servizi e di interventi sul terreno a difesa del suolo, per la bonifica delle pareti in roccia, per la decontaminazione in situ dei suoli inquinati, ecc. Sviluppa altresì gli aspetti scientifici e tecnologici relativi al recupero di materie prime seconde, in particolare al recupero dei materiali da demolizioni e dei materiali industriali. Prepara, inoltre, specialisti nello studio di metodologie e tecniche volte alla ricerca, valutazione, estrazione e valorizzazione dei fluidi presenti nel sottosuolo (idrocarburi, acqua, fluidi geotermici). Studia, in particolare: il moto mono-multifase ed il trasporto di sostanze solubili entro sistemi di fluidi saturanti mezzi porosi e fratturati; le tecniche per la perforazione, l'estrazione, la produzione e la gestione delle risorse fluide del sottosuolo; le tecniche per la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee e gli interventi connessi per il loro disinquinamento; le tecniche di campionamento del suolo mediante sondaggi di varia natura; i metodi di misura in laboratorio ed in situ delle caratteristiche del sottosuolo e dei fluidi.

#### **2 Tecniche e tecnologie ambientali:**

fornisce una preparazione volta all'analisi del rischio ambientale, con riferimento a condizioni sia correnti sia anomale, indotto da attività e da insediamenti antropici. La valutazione complessiva prevede di effettuare: in sede di progettazione, lo studio di impatto ambientale delle fasi di realizzazione, operatività e dismissione delle attività, ivi incluso il rischio da eventi incidentali ed il destino ambientale degli inquinanti, in sede di esercizio, lo sviluppo di sistemi di gestione ambientale, di sicurezza e di monitoraggio dei principali parametri di misura degli impatti. Lo studio delle tecniche sopra riportate è integrato dalla conoscenza di elementi per l'analisi, la realizzazione e gestione degli interventi tecnologici per il contenimento delle emissioni al fine della mitigazione, nel loro complesso, degli impatti suddetti. Si farà particolare riferimento agli interventi per la riduzione all'origine di emissioni liquide, gassose, solide e sonore, agli impianti di depurazione per il trattamento sia di reflui liquidi sia di emissioni gassose, allo smaltimento e al recupero dei rifiuti, alla bonifica di siti inquinati.

#### **3 Protezione del suolo e del territorio:**

fornisce una preparazione volta alla formazione di un Ingegnere capace di valutare, progettare,

realizzare, monitorare e gestire gli interventi resi necessari dai dissesti territoriali avvenuti per cause naturali e/o antropiche. Tali interventi sono finalizzati alla prevenzione, protezione e recupero. Tra gli altri, si ricordano gli interventi di prevenzione e controllo del rischio idro-geologico, di sistemazione dei bacini idrografici, di regimazione dei litorali, di protezione civile, di controllo dei rischi ambientali, di monitoraggio dell'evoluzione del territorio ed in particolare dei movimenti franosi, nonché quelli di gestione, controllo e protezione dai rischi naturali (sismico, vulcanico e geomorfologico), ed infine quelli finalizzati alla valutazione di impatto ambientale di opere ingegneristiche.

## **Sbocchi professionali**

### **1 Georingegneria:**

L'ingegnere con questo curriculum trova sbocchi professionali in strutture pubbliche e private e nella libera professione. Nell'ambito della Pubblica Amministrazione trova spazi operativi nella pianificazione delle attività estrattive, nel controllo delle attività produttive, della sicurezza e nella realizzazione e gestione di interventi di recupero ambientale. Come specialista ha competenza nella valutazione di fattibilità, nella progettazione esecutiva, nella direzione lavori e di cantiere, nelle perforazioni, negli interventi di consolidamento del terreno, nell'elaborazione di piani di sicurezza e nel controllo di quest'ultima. La laurea è, per legge, equipollente a quella in ingegneria mineraria. Sotto questo profilo, il laureato trova ampi spazi di lavoro nella ricerca, valutazione, estrazione e valorizzazione delle materie prime minerali solide, liquide e gassose (idrocarburi, acque minerali), sia in imprese pubbliche che private, sia in Italia che all'estero.

### **2 Tecniche e tecnologie ambientali:**

Con questi obiettivi specifici i principali sbocchi occupazionali sono: imprese, enti pubblici e privati e studi professionali per: la progettazione, realizzazione e gestione di impianti di trattamento e di contenimento delle emissioni, di sistemi per il controllo e monitoraggio dell'ambiente e del territorio, per la gestione dei rifiuti, delle risorse ambientali ed energetiche; la valutazione della compatibilità ambientale di piani ed opere; la valutazione e gestione della sicurezza d'impianto.

### **3 Protezione del suolo e del territorio**

Con questi obiettivi si prospettano per il laureato in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio nell'indirizzo Protezione del suolo e del territorio molteplici sbocchi professionali, fra cui in particolare:

- enti pubblici, quali in particolare l'Amministrazione centrale dello Stato ed enti locali (comuni, provincie, regioni);
- consorzi di bonifica, comunità montane, autorità di bacino, aziende regionali di protezione ambientale;
- società di ingegneria e studi professionali che operano nei problemi ambientali, di tutela e recupero del territorio;
- imprese private di costruzione e gestione di interventi di difesa del suolo;
- società di installazione e gestione di strumenti e reti di monitoraggio idro-meteo-marino e geodetico e di produzione di cartografia;
- divisione ambiente e/o territorio di grandi aziende.

## **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Sante Fabbri  
sante.fabbri@unibo.it  
tel +39 0512090241

## Manifesto

### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	Ciclo
005300000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
005300000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
005300000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
005300000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
005300000017989	Fondamenti di chimica L	Chim/07	6	1°
005300000058543	Geologia L	Geo/02	6	3°
005300000017990	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
005300000023327	Informatica e statistica L (Corso Integrato: Elementi di informatica L + Trattamento statistico dei dati L)	Ing-Inf/05 Fis/01	3+3	3°
005300000023328	Laboratorio disegno CAD L		6	1°
005300000052317	Lingua straniera: inglese		3	
005300000058542	Tecnologie di chimica applicata L	Ing-Ind/22	6	2°

### II ANNO

			cfu	Ciclo
005300000017380	Economia e organizzazione aziendale L	Ing-Ind/35	6	1°
005300000017991	Elettrotecnica L	Ing-Ind/31	4	1°
005300000057890	Fisica tecnica ambientale L	Ing-Ind/11	6	2°
005300000023317	Idraulica L-A	Icar/01	6	1°
005300000017996	Macchine L	Ing-Ind/09	5	3°
005300000017429	Scienza delle costruzioni L	Icar/08	6	1°
005300000023315	Topografia L	Icar/06	6	2°

+ materie a scelta guidata

Scelta guidata: Protezione del suolo e del territorio (363)

			cfu	Ciclo
005300000023321	Geotecnica L	Icar/07	6	2°
005300000023326	Idraulica L-B	Icar/01	6	3°
005300000057910	Idrologia L	Icar/02	6	3°

Scelta guidata: Tecniche e tecnologie ambientali (364)

			cfu	Ciclo
005300000023856	Elementi di chimica organica e Biochimica L	Chim/06	4	3°
005300000042200	Fondamenti di tecnologie di processo L	Ing-Ind/24	6	3°
005300000023321	Geotecnica L	Icar/07	6	2°
005300000023323	Strumentazione e misure per l'inquinamento L	Ing-Ind/27	5	3°

Scelta guidata Geoingegneria (365)

			cfu	Ciclo
005300000057910	Idrologia L (1)	Icar/02	6	3°
005300000023318	Meccanica delle rocce L	Icar/07	6	2°
005300000042240	Produzione degli idrocarburi L	Ing-Ind/30	6	3°

III ANNO

Scelta guidata: Protezione del suolo e del territorio (363)

			cfu	Ciclo
005300000058126	Cartografia numerica e sistemi informativi territoriali L	Icar/06	6	1°
005300000025677	Elementi di infrastrutture idrauliche L	Icar/02	6	1°
005300000041492	Gestione delle risorse idriche L	Icar/02	6	2°
005300000023869	Ingegneria degli acquiferi L	Ing-Ind/30	6	1°
005300000023870	Tecniche per la sicurezza ambientale L	Ing-Ind/25	6	1°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ 1 esame a scelta tra:

005300000017443	Fotogrammetria L	Icar/06	6	2°
005300000041493	Tecniche di trattamento delle acque reflue L	Icar/03	6	2°

+ 1 esame a scelta tra:

005300000017433	Geologia applicata L	Geo/05	6	2°
005300000017435	Elementi di tecnica delle costruzioni L	Icar/09	6	2°

Scelta guidata: Tecniche e tecnologie ambientali (364)

			cfu	Ciclo
005300000023872	Campionamenti e misure negli acquiferi L	Ing-Ind/30	6	1°
005300000025677	Elementi di costruzioni idrauliche L	Icar/02	6	1°
005300000023873	Impianti dell'industria di processo L	Ing-Ind/27	6	2°
005300000023874	Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti L	Ing-Ind/25	9	2°
005300000057971	Principi di ingegneria chimica ambientale L	Ing-Ind/24	6	1°

005300000023870	Tecniche per la sicurezza ambientale L	Ing-Ind/25	6	1°
004500000035074	Prova finale		6	E

Scelta guidata: Geogegneria (365)

			cfu	Ciclo
005300000023864	Cave e recupero ambientale L	Ing-Ind/28	6	1°
005300000023857	Geostatistica applicata L	Geo/09	6	1°
005300000023859	Ingegneria delle materie prime L	Ing-Ind/29	6	2°
005300000023855	Sicurezza del lavoro e difesa ambientale L (2)	Ing-Ind/28	6	2°
005300000023858	Tecnica dei sondaggi L	Ing-Ind/30	6	3°
005300000017435	Elementi di tecnica delle costruzioni L	Icar/09	6	2°
005300000023870	Tecniche per la sicurezza ambientale L	Ing-Ind/25	6	1°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (totale 9 cfu) vedi: (\*\*\*)

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu

			cfu	Ciclo
005300000058126	Cartografia numerica e sistemi informativi territoriali L	Icar/06	6	1°
005300000042241	Elementi di biochimica e microbiologia dei processi L	Chim/11	3	3°
0053000000233210	Geotecnica L	Icar/07	6	2°
0053000000238690	Ingegneria degli acquiferi L	Ing-Ind/30	6	1°
0053000000233180	Meccanica delle rocce L	Icar/07	6	2°
0045000000180370	Meccanica dei materiali L	Icar/08	3	2°
0053000000174350	Elementi di tecnica delle costruzioni L	Icar/09	6	2°
0053000000414930	Tecniche di trattamento delle acque reflue L	Icar/03	6	2°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 3 cfu

			cfu	Ciclo
005300000023867	Laboratorio informatico L		3	2°
005300000042236	Tirocinio L A		3	E

**Nota Bene**

Gli studenti che non hanno nel proprio piano didattico l'esame di "Laboratorio Disegno CAD L - 6 cfu - tipologia F" dovranno indicare 9 cfu per la tipologia F, integrando i precedenti corsi con:

005300000042237	Tirocinio L B		6	
005300000042238	Tirocinio L C		9	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria dell'Automazione (0055)**  
**9 - Ingegneria dell'Informazione**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
Prof. Claudio Melchiorri  
cmelchiorri@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati verranno a conoscenza degli aspetti metodologici e operativi delle Scienze di base e dell'Ingegneria, con privilegio degli aspetti specifici dell'ambito dell'Automazione senza tralasciare gli aspetti generali. I laureati verranno a conoscenza degli strumenti fondamentali per il progetto di componenti, sistemi e processi di automazione.

La preparazione sarà completata e integrata da esperienze di laboratorio, elementi di cultura aziendale contemporanea forniti tramite seminari, lezioni, e/o tirocinio, e da adeguate conoscenze di lingua straniera.

### **Sbocchi professionali**

Gli ambiti professionali tipici del laureato in Ingegneria dell'Automazione sono le imprese elettroniche, elettromeccaniche, spaziali, chimiche aeronautiche in cui sono sviluppate funzioni di dimensionamento e realizzazione di architetture complesse, di sistemi automatici, di processi e impianti per l'automazione che integrano componenti informatici, apparati di misura, trasmissione ed attuazione.

In tale contesto, le figure professionali che si intende preparare sono: da una parte, tecnici in possesso di conoscenze interdisciplinari nei settori della meccanica, dell'elettrotecnica e dell'automatica tali da consentire di concepire, progettare, realizzare e mettere in servizio sistemi di automazione per macchine, processi, impianti, prodotti e servizi; dall'altra, tecnici esperti nella progettazione, gestione e realizzazione di sistemi di acquisizione, elaborazione e controllo in tempo reale tipici dei sistemi di automazione basati su calcolatore.

Il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50% dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. A. Tilli  
atilli@deis.unibo.it

Prof. R. Diversi  
roberto.diversi@unibo.it  
tel +39 051 20 9 3770

# Manifesto

## I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	Ciclo
005500000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
005500000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
005500000017915	Elettrotecnica L-A	Ing-Ind/31	6	3°
005500000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
005500000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
005500000017907	Fondamenti di Informatica L-A	Ing-Inf/05	6	1°
005500000017914	Fondamenti di Informatica L-B	Ing-Inf/05	6	2°
005500000017908	Geometria e algebra L-A	Mat/03	6	1°
005500000052317	Lingua straniera: inglese		3	
005500000017986	Meccanica razionale L	Mat/07	6	3°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
005500000017918	Controlli automatici L-A	Ing-Inf/04	6	1°
005500000017919	Controlli automatici L-B	Ing-Inf/04	6	1°
005500000017925	Economia e organizzazione aziendale L-A	Ing-Ind/35	6	1°
005500000017922	Elettronica L-A	Ing-Inf/01	6	2°
005500000043249	Elettronica di potenza L-A	Ing-Inf/01	3	3°
005500000041567	Elettronica per l'automazione L-A	Ing-Inf/01	6	3°
005500000041565	Fondamenti di meccanica delle macchine L-A	Ing-Ind/13	6	1°
005500000041566	Meccanica tecnica L-A	Ing-Ind/13	6	2°
005500000017917	Reti logiche L-A	Ing-Inf/05	6	3°
005500000036000	Sistemi di controllo digitale L-A	Ing-Inf/04	6	2°

## III ANNO

			cfu	Ciclo
005500000017387	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	1°
005500000017921	Calcolatori elettronici L-A	Ing-Inf/05	6	2°
005500000019231	Ingegneria e tecnologie dei sistemi di controllo L-A	Ing-Inf/04	6	1°
005500000057947	Macchine automatiche L-A	Ing-Ind/14	9	1°

005500000057964	Modellistica dei sistemi elettromeccanici L-A (2)	Ing-Ind/32	3	1°
005500000057980	Robotica industriale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
005500000057992	Sistemi di produzione automatizzati L-A	Ing-Ind/17	6	3°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie di tipologia D (9 cfu) – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D - 9 cfu**

			cfu	Ciclo
0055000000179620	Affidabilità e controllo di qualità L-A		6	3°
0055000000179630	Laboratorio di creazione di impresa L-A		6	2°
0055000000414810	Laboratorio di matematica computazionale L-A		3	1°
0055000000494930	Laboratorio di modellistica e simulazione L-A		9	3°
0055000000179650	Laboratorio di ricerca operativa L-A		3	2°
0055000000494940	Laboratorio di sistemi di automazione L-A		9	2°
0055000000350700	Lingua straniera: inglese B		3	E

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F – 9 cfu**

			cfu	Ciclo
0055000000179620	Affidabilità e controllo di qualità L-A		6	3°
0055000000179630	Laboratorio di creazione di impresa L-A		6	2°
0055000000414810	Laboratorio di matematica computazionale L-A		3	1°
0055000000494930	Laboratorio di modellistica e simulazione L-A		9	3°
0055000000179650	Laboratorio di ricerca operativa L-A		3	2°
0055000000494940	Laboratorio di sistemi automazione L-A		9	2°
0055000000350700	Lingua straniera: inglese B		3	
0055000000186220	Tirocinio L		9	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Energetica (0057)**  
**10 - Ingegneria Industriale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Vittorio Colombo**  
colombo@ciram.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il corso di laurea in Ingegneria Energetica si propone di fornire una buona conoscenza delle discipline matematiche, fisiche, chimiche e informatiche, nonché delle tematiche fondamentali dell'ingegneria industriale, con particolare riguardo alla termodinamica, alla fluidodinamica, alla trasmissione del calore e all'elettrotecnica, al fine di consentire agli studenti di acquisire in modo critico ed approfondito le competenze specifiche dell'ingegneria energetica. Tali competenze saranno incentrate sui sistemi energetici di potenza e cogenerativi, sulle macchine per la conversione di energia, sugli impianti termotecnici, sulle applicazioni dell'ingegneria nucleare, sugli impianti ed i sistemi elettrici, sui processi di trasformazione delle risorse energetiche, sulle tecniche di controllo dell'impatto ambientale di sistemi energetici, sull'uso razionale dell'energia.

### **Sbocchi professionali**

I principali sbocchi occupazionali sono: aziende municipali di servizi; enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico; aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnici; studi di progettazione in campo energetico; aziende ed enti civili e industriali in cui è richiesta la figura del responsabile dell'energia; enti di ricerca e sviluppo nel settore delle tecnologie energetiche avanzate.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Vittorio Colombo  
colombo@ciram.unibo.it  
+39 051 20 9 3978

Prof. Andrea Munari  
andrea.munari@mail.ing.unibo.it  
+39 051 20 9 3918

# Manifesto

## I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	Ciclo
005700000017909	Analisi matematica L-A	Mat/05	6	1°
005700000017912	Analisi matematica L-B	Mat/05	6	2°
005700000017380	Economia e organizzazione aziendale L	Ing-Ind/35	6	1°
005700000017913	Fisica generale L-A	Fis/01	6	2°
005700000017916	Fisica generale L-B	Fis/01	6	3°
005700000017989	Fondamenti di chimica L	Chim/07	6	3°
005700000017987	Fondamenti di informatica L	Ing-Inf/05	6	2°
005700000017990	Geometria e algebra L	Mat/03	6	1°
005700000052317	Lingua straniera: inglese		3	
005700000017986	Meccanica razionale L	Mat/07	6	3°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
005700000041540	Conversione elettromeccanica dell'energia L	Ing-Ind/32	3	3°
005700000017381	Disegno assistito dal calcolatore L	Ing-Ind/15	6	2°
005700000017991	Elettrotecnica L	Ing-Ind/31	6	2°
005700000057892	Fondamenti dell'ingegneria di processo L	Ing-Ind/24	5	3°
005700000041539	Fondamenti di meccanica delle macchine L	Ing-Ind/13	6	1°
005700000017996	Macchine L	Ing-Ind/08	6	3°
005770000017382	Comportamento meccanico dei materiali L	Icar/08	6	1°
005700000057968	Moto dei fluidi e termocinetica L	Ing-Ind/10	6	2°
005700000058006	Tecnologie generali dei materiali L	Ing-Ind/16	3	3°
005700000058011	Termodinamica applicata L	Ing-Ind/10	6	1°

+ materie di tipologia D - vedi (\*\*)

005700000019222	Laboratorio CAD L	Ing-Ind/15	3	3°
005700000041464	Laboratorio di metallurgia L	Ing-Ind/21	3	3°

### III ANNO

			cfu	Ciclo
005700000017992	Elettronica L	Ing-Inf/01	6	1°
005700000041541	Produzione dell'energia elettrica L	Ing-Ind/33	6	2°
005700000017385	Sistemi energetici L	Ing-Ind/09	11	1°
005700000058008	Tecnologie sostenibili per l'uso di risorse energetiche L	Ing-Ind/25	5	2°
004500000035074	Prova finale		6	E

+ materie a scelta guidata - 18 cfu

+ materie di tipologia D – vedi: (\*\*)

+ materie di tipologia F (9 cfu) – vedi: (\*\*\*)

#### Scelta guidata "Termofluidodinamica e sistemici energetici"

			cfu	Ciclo
005700000057885	Energetica L	Ing-Ind/10	6	2°
005700000017388	Impianti meccanici L	Ing-Ind/17	6	3°
005700000057919	Impianti tecnici L	Ing-Ind/11	6	1°

#### Scelta guidata "Tecnologie energetiche avanzate"

			cfu	Ciclo
005700000057900	Fondamenti e applicazioni dell'energia nucleare L	Ing-Ind/18	6	1°
005700000057977	Protezione dalle radiazioni L	Ing-Ind/18	6	2°
005700000057989	Sicurezza e analisi di rischio L	Ing-Ind/19	6	3°

#### (\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

9 cfu scelti nel corso del 2° e 3° anno

			cfu	Ciclo
005700000057885	Energetica L	Ing-Ind/10	6	2°
005700000057900	Fondamenti e applicazioni dell'energia nucleare L	Ing-Ind/18	6	1°
005700000017388	Impianti meccanici L	Ing-Ind/17	6	3°
005700000057919	Impianti tecnici L	Ing-Ind/11	6	1°
005200000019222	Laboratorio CAD L	Ing-Ind/15	3	3°
005200000041464	Laboratorio di metallurgia L	Ing-Ind/21	3	3°
005700000057977	Protezione dalle radiazioni L	Ing-Ind/19	6	2°
005700000057989	Sicurezza e analisi di rischio L	Ing-Ind/19	6	3°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F -

			cfu	Ciclo
0057000000415420	Laboratorio computazionale di termofluidodinamica L		3	3°
0057000000422520	Laboratorio di radioprotezione L		3	3°
0057000000415440	Laboratorio di sperimentazione sulle macchine e i sistemi energetici L		3	3°
0057000000415450	Laboratorio di tecnologie dei materiali e applicazioni industriali dei plasmi L		3	3°
0057000000422360	Tirocinio L-A		3	E
0057000000422370	Tirocinio L-B		6	E
0057000000422380	Tirocinio L-C		9	E

Corso di laurea in

**Ingegneria Edile (0445)**

Classe

**4 - Scienze dell'Architettura e dell'Ingegneria Edile**

Sede

**Ravenna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Carlo Monti**

carlo.monti@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati in Ingegneria Edile dovranno:

conoscere adeguatamente la storia dell'architettura e dell'edilizia, gli strumenti e le forme della rappresentazione, gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi dell'architettura e dell'edilizia;

conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi relativi agli ambiti disciplinari caratterizzanti il corso di studio seguito ed essere in grado di identificare, formulare e risolvere i problemi dell'architettura e dell'edilizia utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;

conoscere adeguatamente gli aspetti riguardanti la fattibilità tecnica ed economica, il calcolo dei costi e il processo di produzione e di realizzazione dei manufatti edilizi;

essere in grado di utilizzare le tecniche e gli strumenti della progettazione dei manufatti edilizi;

essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano.

### **Sbocchi professionali**

I laureati svolgeranno attività professionali in diversi ambiti, concorrendo e collaborando alle attività di programmazione, progettazione e attuazione degli interventi di organizzazione e trasformazione dell'ambiente costruito alle varie scale.

Essi potranno esercitare tali competenze: presso enti, aziende pubbliche e private, società di ingegneria, industrie di settore e imprese di costruzione, oltre che nella libera professione e nelle attività di consulenza.

Il corso di studio è orientato alla formazione di una figura professionale in grado di conoscere e comprendere i caratteri tipologici, strutturali e tecnologici di un organismo edilizio nelle sue componenti materiali e costruttive, in rapporto al contesto fisico-ambientale, socio-economico e produttivo dell'intervento di trasformazione insediativa.

Le competenze specifiche del laureato riguardano le attività connesse con la progettazione, le attività di rilevamento di aree e manufatti edilizi, l'organizzazione e la conduzione del cantiere edile, la gestione e valutazione economica dei processi edilizi, la direzione tecnico-amministrativa dei processi di produzione industriale di materiali e componenti per l'edilizia, nonché della manutenzione dei manufatti. Il laureato in Ingegneria Edile sarà in grado di riconoscere e comprendere un organismo, in rapporto alle sue origini e successive trasformazioni storiche ed al contesto insediativo di appartenenza, e di rilevarlo analizzando le caratteristiche dei materiali che lo compongono e il regime statico delle strutture. Le competenze specifiche del laureato riguardano la definizione, propedeutica al progetto, degli interventi mirati all'arresto dei processi di degrado e di dissesto di manufatti edilizi e contesti ambientali, all'eliminazione e contenimento delle loro cause, nonché alla direzione tecnica dei processi tecnico-amministrativi e produttivi connessi.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Maria Bignozzi  
mchiara.bignozzi@mail.ing.unibo.it  
+39 051 20 9 3212

Prof. Simona Tondelli  
simona.tondelli@mail.ing.unibo.it  
+39 051 20 9 3166

## Manifesto

### I ANNO (DISATTIVATO)

	SSD	cfu	Ciclo
Analisi matematica L - A	MAT/05	6	1
Analisi matematica L -B	MAT/05	6	2
Fisica generale L	FIS/01	6	3
Chimica L	CHIM/07	5	2
Disegno I L costituito da due moduli integrati	ICAR/17	4	1
Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva L	ICAR/17	4	1
Disegno edile L			
Laboratorio di Disegno di Architettura L	ICAR/17	2	1
Architettura Tecnica I L. costituito da due moduli integrati.	ICAR/10	4	3
Elementi di architettura tecnica L	ICAR/12	4	3
Elementi di tecnologia dell'architettura L			
Normative urbanistiche e delle Opere Pubbliche L costituito da due moduli integrati	IUS/10	4	2
Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia L	IUS/10	2+2	2
Diritto urbanistico e dell'ambiente L			
Storia dell'architettura L costituito da due moduli integrati	ICAR/18	4	3
Storia delle tecniche architettoniche L	ICAR/18	4	3
Storia dell'architettura L			
Lingua straniera: inglese		3	
Totale crediti		60	

### II ANNO

Disegno II L costituito da due moduli integrati	ICAR/17	4	2
Disegno dell'architettura L	ICAR/17	4	2
Rilievo dell'architettura L			
Disegno automatico L costituito da due moduli integrati	ING-INF/05	4	1
Disegno automatico L	ING-INF/05	2	1
Laboratorio CAD L			

Topografia e fotogrammetria L costituito da due moduli integrati.	ICAR/06	4	2
Elementi di topografia L	ICAR/06	4	3
Scienza delle costruzioni L costituito da due moduli integrati.	ICAR/08	6	2
Statica L	ICAR/08	6	3
Elementi di scienza delle costruzioni L			
Cantieri e produzione edilizia L costituito da due moduli integrati.	ICAR/11	4	1
Tecnologia della produzione edilizia 1 e sicurezza L	ICAR/11	4	1
Organizzazione del cantiere e sicurezza L			
Fisica tecnica ambientale L	ING-IND/11	5	1
Tecnica urbanistica L	ICAR/20	4	3
Geologia applicata L	GEO/05	5	3
Totale crediti		60	

SCELTA GUIDATA "EDILE"			
Impianti tecnici L	ING-IND/11	4	3
SCELTA GUIDATA "TECNICO DEL TERRITORIO"			
Tecnica del controllo ambientale L	ING-IND/11	4	2

### III ANNO SCELTA GUIDATA "EDILE"

Elementi di tecnica delle costruzioni L	ICAR/09	6	1
Consolidamento degli edifici L. (*)	ICAR/09	3	2
Elementi di geotecnica L	ICAR/07	6	3
Estimo e contabilità dei lavori L costituito da due moduli integrati.	ICAR/22	4	
Estimo L	ICAR/22	4	
Estimo e contabilità dei lavori L			1
			1
Tecnologia dei materiali e chimica applicata L	ING-IND/22	4	1
Architettura tecnica 2 L costituito da due moduli integrati.	ICAR/10	4	
Architettura tecnica L	ICAR/10	4	
Progettazione integrale L			2
			2
Tecnologia del recupero L costituito da due moduli integrati.	ICAR/11	4	2
Tecnologia della produzione edilizia 2 e sicurezza L	ICAR/10	4	2
Recupero e conservazione degli edifici L			
Tirocinio		9	
Insegnamenti a scelta		9	
Prova finale		6	
Totale crediti		60	

Insegnamenti a scelta libera suggeriti dal CCdS

Progettazione architettonica L. costituito da due moduli integrati.	ICAR/14	4	3
Elementi di progettazione edile L.	ICAR/14	5	3
Composizione architettonica L.			
Cartografia tematica e automatica L.	ICAR/06	5	2
Tecniche di rilevamento e catasto L.	ICAR/06	4	2

**III ANNO SCELTA GUIDATA "TECNICO DEL TERRITORIO"**  
da attivare nell'Anno Accademico 2007-2008

Tecnica delle costruzioni L , modulo di Elementi di tecnica delle costruzioni L.	ICAR/09	6	1
Complementi di Diritto L, (due moduli integrati).	JUS/14	3	3
Diritto Europeo dei trasporti L	JUS/10	3	3
Diritto dell'energia L			
Estimo e contabilità dei lavori L (due moduli integrati)	ICAR/22	4	1
Estimo L	ICAR/22	4	1
Estimo e contabilità dei lavori L			
Chimica dell'ambiente e dei beni culturali L	ING-IND/22	4	1
Idraulica e Infrastrutture idrauliche L. (due moduli integrati).	ICAR/01	3	2
Idraulica L.	ICAR/02	3	2
Idrologia e infrastrutture idrauliche L.			
Pianificazione territoriale L.	ICAR 20	6	2
Tirocinio		9	
Insegnamenti a scelta		9	
Prova finale		6	
Totale crediti		59	



## **Lauree Specialistiche Europee a Ciclo Unico**

Image: Specialized for the purpose of this document

Corso di laurea in

Classe

Sede

**Ingegneria Edile-Architettura (0067)**

**4/S – Architettura e Ingegneria Edile**

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Carlo Monti**

carlo.monti@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il corso di laurea in Ingegneria Edile-Architettura ha la finalità di formare una figura professionale specificatamente qualificata per operare a pieno titolo, anche a livello europeo, nel campo della progettazione architettonica e urbanistica.

Su questa base il Corso di Laurea è strutturato in modo da garantire una ripartizione equilibrata tra conoscenze teoriche e pratiche, con un curriculum che riguarda fondamentalmente l'architettura nei suoi vari aspetti e contenuti, da quelli edilizi a quelli urbanistici.

In particolare tende a creare una figura professionale che alla specifica capacità progettuale accompagni la padronanza degli strumenti relativi alla fattibilità costruttiva dell'opera ideata, fino poterne seguire con competenza la corretta esecuzione sotto il profilo estetico, funzionale e tecnico-economico.

Obiettivo culturale e operativo è l'integrazione in senso qualitativo del metodo storico-critico con il metodo scientifico, secondo una impostazione didattica che concepisce la progettazione come processo di sintesi, evitando così di scadere tanto nel mero tecnicismo, quanto nel vieto formalismo; si tende a una preparazione che identifichi il progetto come momento fondamentale e qualificante del costruire.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Gabriele Giacobazzi

gabriele.giacobazzi@mail.ing.unibo.it

+39 051 20 9 3175

### **Manifesto**

#### **I ANNO (DISATTIVATO)**

			cfu	ciclo
006700000000015	Analisi matematica I	Mat/05	6	1°
006700000012440	Disegno dell'architettura I	Icar/17	9	2°
0067000000000413	Fisica generale	Fis/01	6	2°
0067000000000470	Geometria	Mat/03	6	2°
006700000014490	Informatica grafica	Ing-Inf/05	6	1°
00670000001855	Laboratorio progettuale di disegno dell'architettura I	Icar/17	3	2°

006700000018549	Laboratorio progettuale di storia dell'architettura I	Icar/18	2	1°
006700000018616	Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia, diritto urbanistico e sociologia (Corso integrato: Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia diritto urbanistico + sociologia)	Ius/10 Sps/10	5+1	1°
006700000052317	Lingua inglese L		3	
006700000003757	Storia dell'architettura I	Icar/18	9	1°

## II ANNO

			cfu	ciclo
006700000001354	Analisi matematica II	Mat/05	6	1°
006700000003869	Architettura e composizione architettonica I	Icar/14	8	1°
006700000012789	Disegno dell'architettura II	Icar/17	9	1°
006700000002429	Estimo	Icar/22	8	1°
006700000018554	Laboratorio progettuale di architettura e composizione architettonica I	Icar/14	2	2°
006700000018551	Laboratorio progettuale di disegno dell'architettura II	Icar/17	3	1°
006700000018552	Laboratorio progettuale di storia dell'architettura II	Icar/18	2	2°
006700000001379	Meccanica razionale	Mat/07	7	2°
006700000004757	Storia dell'architettura II	Icar/18	9	2°

## III ANNO

			cfu	ciclo
006700000003870	Architettura e composizione architettonica II	Icar/14	8	2°
006700000002114	Architettura tecnica I	Icar/10	8	1°
006700000018617	Idraulica e costruzioni idrauliche urbane (Corso integrato: Costruzioni idrauliche urbane + Idraulica)	Icar/02 Icar/01	5+5	2°
006700000018556	Laboratorio progettuale di architettura tecnica I	Icar/10	2	2°
006700000018561	Laboratorio progettuale di scienza delle costruzioni	Icar/08	3	1°
006700000018559	Laboratorio progettuale di urbanistica	Icar/21	2	1°
006700000000890	Scienza delle costruzioni	Icar/08	10	1°
006700000001069	Urbanistica	Icar/21	8	1°

## IV ANNO

			cfu	ciclo
00670000000221	Architettura tecnica II	Icar/10	8	1°

006700000010427	Fisica tecnica ambientale	Ing-Ind/11	10	1°
006700000002007	Geotecnica	Icar/07	10	2°
006700000018557	Laboratorio progettuale di architettura tecnica II	Icar/10	2	2°
006700000018562	Laboratorio progettuale di tecnica delle costruzioni	Icar/09	3	2°
006700000018563	Laboratorio progettuale di tecnologie edilizie	Icar/11	2	1°
006700000011170	Organizzazione del cantiere	Icar/11	8	2°
006700000009047	Tecnica delle costruzioni	Icar/09	10	E
006700000001043	Tecnologia dei materiali e chimica applicata	Ing-Ind/22	7	1°

#### V ANNO

			cfu	ciclo
006700000018547	Architettura e composizione architettonica III	Icar/14	8	1°
006700000018555	Laboratorio progettuale di architettura e composizione architettonica III	Icar/14	2	2°
006700000018558	Laboratorio progettuale di restauro architettonico	Icar/19	2	2°
006700000018560	Laboratorio progettuale di tecnica urbanistica	Icar/20	2	1°
006700000018619	Laboratorio tesi di laurea		13	E
006700000009362	Restauro architettonico	Icar/19	8	1°
006700000018620	Stage e tirocini		5	E
006700000001016	Tecnica urbanistica	Icar/20	8	1°
006700000017268	Prova finale		13	E

+ 16 cfu come segue

#### Orientamento A

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

			cfu	ciclo
006700000018546	Architettura e composizione architettonica IV	Icar/14	8	2°
006700000018565	Architettura tecnica e tipologie edilizie	Icar/10	8	2°

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

			cfu	ciclo
006700000018564	Chimica e tecnologia del restauro e della conservazione dei materiali	Ing-Ind/22	8	2°
006700000011704	Costruzioni in zona sismica	Icar/09	8	2°
006700000009043	Ingegneria del territorio	Icar/20	8	2°
006700000011375	Recupero e conservazione degli edifici	Icar/10	8	2°

006700000012568	Rilievo dell'architettura	Icar/17	8	1°
-----------------	---------------------------	---------	---	----

#### Orientamento B

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

			cfu	ciclo
006700000018546	Architettura e composizione architettonica IV		8	2°
006700000008078	Progettazione urbanistica	Icar/21	8	2°

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

			cfu	ciclo
0067000000050944	Costruzioni di strade ferrovie ed aeroporti	Icar/04	8	2°
006700000009235	Tecnica urbanistica II	Icar/20	8	2°

#### Orientamento C

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

0067000000185480	Impianti tecnici	Ing-Ind/11	8	2°
------------------	------------------	------------	---	----

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

			cfu	ciclo
0067000000185460	Architettura e composizione architettonica IV		8	2°
0067000000185450	Architettura tecnica III	Icar/10	8	2°

Ingegneri, 12/10

18/8 - Ingegneri, 12/10

## Lauree Specialistiche

Year	Month	Day	Time	Location	Observer	Species	Count	Notes
1962	Jan	1	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	2	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	3	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	4	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	5	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	6	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	7	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	8	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	9	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	10	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	11	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	12	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	13	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	14	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	15	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	16	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	17	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	18	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	19	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	20	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	21	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	22	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	23	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	24	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	25	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	26	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	27	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	28	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	29	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	30	08:00	...	...	...	...	...
1962	Jan	31	08:00	...	...	...	...	...

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria delle Telecomunicazioni (0231)**  
**30/S- Ingegneria delle Telecomunicazioni**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
**Prof. Alessandro Lipparini**  
lipparini@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati specialistici della classe in Ingegneria delle Telecomunicazioni devono: conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare; conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare; essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi; essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità; essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali; avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale; essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'Italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari. I laureati specialistici in Ingegneria delle Telecomunicazioni avranno una conoscenza approfondita delle materie specifiche della classe, con particolare riguardo ai settori delle reti e dei sistemi di telecomunicazione, della elaborazione e trasmissione dell'informazione, dei servizi di telecomunicazione, della progettazione di dispositivi, circuiti e apparati per telecomunicazioni, della propagazione libera e guidata del campo elettromagnetico. La cultura specialistica sarà integrata da materie di base, affini e integrative volte alla definizione di una figura professionale ad ampio spettro. Le attrezzature informatiche ed i laboratori, già presenti nella sede ed in fase di ulteriore incremento, permetteranno di approfondire gli aspetti pratico/applicativi. Potranno essere svolte anche attività di tirocinio utilizzando la collaborazione di enti pubblici e privati presenti sul territorio. Le capacità che si forniranno agli Studenti sono: attitudine alla progettazione avanzata di componenti, sistemi e processi, anche di particolare complessità e grado di innovazione, con l'utilizzazione di moderni metodi di calcolo e progetto; approfondita conoscenza dei sistemi tipici del settore; capacità di ideazione di componenti, sistemi e processi innovativi; capacità organizzative e gestionali anche in sistemi industriali complessi. L'Ateneo organizza, in accordo con enti pubblici e privati, stage e tirocini. Il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50 per cento dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

### **Sbocchi professionali**

Gli ambiti professionali tipici per i laureati specialistici della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati specialistici potranno trovare occupazione presso imprese di progettazione, produzione ed esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture riguardanti l'acquisizione e il trasporto delle informazioni e la loro utilizzazione in applicazioni

telematiche; imprese pubbliche e private di servizi di telecomunicazione e telerilevamento terrestri o spaziali; enti di controllo del traffico aereo, terrestre e navale.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof.ssa Carla Raffaelli  
craffaelli@deis.unibo.it  
tel +39 051 20 9 3058

## Requisiti per l'accesso

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari: 1-Laurea appartenente alla Classe 9 - Ingegneria della Informazione, conseguita presso una Università italiana 2- Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana 3-Laurea conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati fra le attività di base c/o caratterizzanti dall'Ordinamento Didattico della Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni dell'Università di Bologna 4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

Vedere sito al link

<http://www.ing.unibo.it/Ingegneria/Strumenti+del+Portale/Download/Didattica/Ammissione+ai+corsi+di+laurea/AccessoSpecialistiche/0231Telecom.htm>

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
023100000017453	Elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	1°
023100000035031	Metodi numerici per l'ingegneria LS	Mat/08	6	1°
023100000035037	Propagazione LS-A	Ing-Inf/02	6	2°
023100000035038	Propagazione LS-B	Ing-Inf/02	6	3°
023100000035039	Reti di telecomunicazione LS	Ing-Inf/03	6	2°
023100000035041	Sistemi a portante ottica LS	Ing-Inf/02	6	3°
023100000035042	Sistemi d'antenna LS	Ing-Inf/02	6	1°
023100000017468	Sistemi di telecomunicazione LS	Ing-Inf/03	6	2°
023100000035054	Teletraffico LS	Ing-Inf/03	6	3°

## II ANNO

			cfu	ciclo
023100000035010	Componenti e circuiti a radiofrequenza LS	Ing-Inf/02	6	1°
023100000041563	Modelli e applicazioni in reti di calcolatori LS	Ing-Inf/05	6	1°
023100000041562	Sistemi radio LS	Ing-Inf/03	6	1°
023100000041564	Trasmissione numerica LS	Ing-Inf/03	6	2°
023100000041561	Prova finale LS		12	E

+ 18 cfu a scelta guidata (tipologie B e C) (\*)

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*\*)

+ 6 cfu di tipologia F – vedi: (\*\*\*)

(\*) Scegli 18 CFU tra le seguenti attività formative:

			cfu	Ciclo
023100000041577	Algoritmi di ottimizzazione LS	Mat/09	6	1°
023100000044902	Compatibilità elettromagnetica LS	Ing-Inf/02	6	3°
023100000041580	Elaborazione dell'immagine LS	Ing-Inf/05	6	1°
023100000035018	Elaborazione ottica dei segnali LS	Ing-Inf/02	6	2°
023100000035020	Elettronica delle telecomunicazioni LS-A	Ing-Inf/01	6	1°
023100000041583	Elettronica delle telecomunicazioni LS-B	Ing-Inf/01	6	2°
023100000049564	Gestione aziendale L	Ing-Ind/35	6	1°
023100000041572	Gestione dell'innovazione e dei progetti LS	Ing-Ind/35	6	1°
023100000041584	Progetto di circuiti a radiofrequenza LS	Ing-Inf/02	6	3°
023100000041575	Reti di calcolatori LS	Ing-Inf/05	6	2°
023100000017454	Ricerca operativa LS	Mat/09	6	3°
023100000041585	Sistemi di commutazione LS	Ing-Inf/03	6	3°
023100000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°
02310000003505	Tecnologie per la sicurezza LS	Ing-Inf/05	6	1°
023100000044899	Teoria dell'informazione LS	Ing-Inf/03	6	1°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

Si possono utilizzare le attività presenti nelle tabelle contrassegnate con (\*) e (\*\*\*)

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F –

		cfu	Ciclo
023100000017962	Affidabilità e controllo di qualità L-A	6	3°
023100000049768	Attività preparatoria alla tesi LS	6	E
023100000049568	Diritto delle telecomunicazioni L-A	3	2°
023100000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A	3	2°
023100000034140	Economia dell'ICT L-A	3	2°
023100000017963	Laboratorio di creazione di impresa L-A	6	2°
023100000041482	Laboratorio di microonde LA	3	3°
023100000024011	Laboratorio di reti di telecomunicazioni L-A	3	3°
023100000017985	Laboratorio di telecomunicazioni L-A	3	2°
023100000035068	Laboratorio di telecomunicazioni L-B	3	3°
023100000044563	Laboratorio di trasmissione numerica L-A	3	3°
023100000041560	Tirocinio LS	6	E

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Elettrica (0232)**  
**31/S- Ingegneria Elettrica**  
**Bologna**

**Prof. Ugo Reggiani**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

ugo.reggiani@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il laureato specialistico in Ingegneria Elettrica deve essere in grado di applicare gli strumenti analitici e le conoscenze relative alle tecnologie avanzate tipiche del settore anche ad altri comparti di punta dell'ingegneria. In particolare, la laurea specialistica deve dare una vasta preparazione scientifica e tecnico-professionale nell'ambito elettrico con ottime conoscenze ingegneristiche di base, capacità di innovazione tecnologica e progettuale e specifiche conoscenze elettriche.

### **Sbocchi professionali**

La figura professionale dovrà essere in grado di progettare, realizzare e gestire complesse attività, anche innovative, nell'ambito della produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, del suo utilizzo, della produzione di apparecchiature e macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Gabriele Grandi

+39 051 20 9 3571

+39 051 20 9 3561

gabriele.grandi@mail.ing.unibo.it

Skype --> callto://gabriele.grandi

### **Requisiti per l'accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Elettrica è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

- 1-Laurea appartenente alla Classe 9 o 10, conseguita presso una Università italiana.
- 2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.
- 3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, con almeno 100 CFU riconoscibili di cui 90 CFU devono essere acquisiti nei settori scientifico disciplinari indicati fra le attività di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria Elettrica dell'Università di Bologna.
- 4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di \_rescrizione presentata dallo studente.

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	Ciclo
023200000023012	Complementi di analisi matematica LS	Mat/05	6	1°
023200000055026	Calcolo di campi elettrici e magnetici LS	Ing-Ind/31	6	2°
023200000044595	Controlli automatici LS	Ing-Inf/04	6	2°
023200000047667	Conversione statica dell'energia LS	Ing-Ind/32	6	3°
023200000049076	Economia pubblica dell'energia LS	Secs-P/03	6	1°
023200000044594	Elettromagnetismo applicato LS	Ing-Ind/31	6	3°
023200000044593	Macchine elettriche LS	Ing-Ind/32	6	3°
023200000044598	Modellistica ed ingegneria dei materiali elettrici LS	Ing-Ind/33	6	2°
023200000023019	Strumentazione elettronica di misura LS	Ing-Inf/07	6	1°

## II ANNO

			cfu	
0232000000446080	Dinamica degli azionamenti elettrici LS	Ing-Ind/32	6	3°
0232000000415480	Metodologie di progettazione di impianti elettrici LS	Ing-Ind/33	3	2°
0232000000445970	Sistemi elettrici per l'energia LS	Ing-Ind/33	9	1°
023100000041561	Prova finale LS		12	E

+ 18 cfu scelti tra le materie di scelta guidata (\*)

+ 12 cfu di tipologia D - vedi: (\*\*)

+ 6 cfu di tipologia F - vedi: (\*\*\*)

(\*) Scelta guidata "Applicazioni industriali elettriche" (massimo 18 CFU)

			cfu	Ciclo
023200000044590	Dinamica delle macchine LS	Ing-Ind/13	6	2°
023200000044600	Elettronica LS	Ing-Inf/01	6	3°
023200000048508	Metodologia di progettazione delle macchine elettriche LS	Ing-Ind/32	6	1°
023200000044602	Modellistica dei sistemi elettromeccanici LS	Ing-Ind/32	6	3°
023200000044596	Sensori e trasduttori LS	Ing-Inf/07	6	1°
023200000044601	Tecnologie elettriche innovative LS	Ing-Ind/33	6	2°

(\*) Scelta guidata "Produzione e trasmissione dell'energia elettrica"

			cfu	Ciclo
023200000044610	Centrali elettriche LS	Ing-Ind/33	6	3°
023200000044603	Ingegneria dei plasmi LS	Ing-Ind/31	6	2°
023200000044604	Manutenzione e diagnostica dei sistemi elettrici LS	Ing-Ind/33	6	3°
023200000044605	Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici LS	Ing-Inf/07	6	2°
023200000044606	Tecnica delle alte tensioni LS	Ing-Ind/33	6	1°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

Scegli almeno 6 CFU tra tutte le attività formative dell'Ateneo. Il corso di Laurea consiglia le seguenti:

			cfu	Ciclo
023200000044610	Centrali elettriche LS	Ing-Ind/33	6	3°
023200000044590	Dinamica delle macchine LS	Ing-Ind/13	6	2°
023200000044600	Elettronica LS	Ing-Inf/01	6	3°
023200000044603	Ingegneria dei plasmi LS	Ing-Ind/31	6	1°
023200000044604	Manutenzione e diagnostica dei sistemi elettrici LS	Ing-Ind/33	6	3°
023200000048508	Metodologia di progettazione delle macchine elettriche LS	Ing-Ind/32	6	1°
023200000044605	Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici LS	Ing-Inf/07	6	2°
023200000044602	Modellistica dei sistemi elettromeccanici LS	Ing-Ind/32	6	3°
023200000044596	Sensori e trasduttori LS	Ing-Inf/07	6	1°
023200000044606	Tecnica delle alte tensioni LS	Ing-Ind/33	6	1°
023200000044601	Tecnologie elettriche innovative LS	Ing-Ind/33	6	2°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F -

			cfu	Ciclo
023200000049768	Attività preparatoria alla tesi LS		6	E
023200000041560	Tirocinio LS		6	E

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Elettronica (0233)**  
**32/S- Ingegneria Elettronica**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Massimo Rudan**  
mrudan@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati specialistici in Ingegneria elettronica avranno una conoscenza approfondita delle materie specifiche della classe, con particolare riguardo ai settori della progettazione avanzata, dello sviluppo di sistemi tipici del settore, e della ideazione di componenti, sistemi e processi innovativi. Largo spazio sarà riservato all'apprendimento dei moderni metodi di progettazione assistita e di modellistica e simulazione.

Le attrezzature informatiche ed i laboratori, già presenti nella sede e in fase di ulteriore incremento, permetteranno di approfondire gli aspetti applicativi. Sarà promossa la collaborazione con Enti pubblici e privati presenti sul territorio per rendere possibile un'attività di tirocinio.

Le capacità che si forniranno agli Studenti sono:

Attitudine alla progettazione avanzata di componenti, sistemi e processi, anche di particolare complessità e grado di innovazione, con l'utilizzazione di moderni metodi di calcolo e progetto.

Capacità organizzative anche in sistemi industriali complessi.

Approfondita conoscenza dei sistemi tipici del settore.

Capacità di ideazione di componenti, sistemi e processi innovativi

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Antonio Gnudi  
agnudi@deis.unibo.it  
051 209 3013

Prof.ssa Cecilia Metra  
cmetra@deis.unibo.it  
051 209 3038

### **Requisiti per l'accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria elettronica è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

1-Laurea appartenente alla Classe 9 (Ingegneria dell'Informazione) conseguita presso un'Università italiana.

2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX) conseguita presso un'Università italiana.

3-Laurea o Laurea Specialistica conseguita presso un'Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario nei settori scientifico-disciplinari indicati fra le attività di base o caratterizzanti dall'Ordinamento della Laurea in Ingegneria Elettronica dell'Università di Bologna, sede di Bologna.

4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

Lo studente che si immatricola deve scegliere, tra i seguenti, il percorso che intende seguire :  
 482 – Percorso A – Sistemi elettronici per le telecomunicazioni (non attivato nell'Anno Accademico 2005/2006)

393 – Percorso B – Sistemi elettronici per l'automazione

395 – Percorso C – Sistemi elettronici per l'elaborazione dell'informazione

396 – Percorso D – Sistemi elettronici per applicazioni biomediche

479 – Percorso E – Microelettronica e sistemi elettronici sensoriali

Si riporta di seguito corrispondente il piano didattico

## Manifesto

PERCORSO B-393 -Sistemi elettronici per l'automazione

### I ANNO

			cfu	ciclo
023300000035009	Calcolatori elettronici LS	Ing-Inf/05	6	2°
023300000035014	Dinamica dei sistemi non lineari e aleatori LS	Mat/07	6	3°
023300000035017	Elaborazione elettronica dei segnali digitali LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000017453	Elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035026	Laboratorio di elettronica dei sistemi digitali L-S	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035032	Microelettronica LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035035	Progetto di circuiti analogici LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035042	Sistemi d'antenna LS	Ing-Inf/02	6	1°

+ 1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000041859	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035045	Sistemi elettronici ad alta affidabilità LS	Ing-Inf/01	6	3°

### II ANNO

			cfu	Ciclo
023300000035019	Elaborazione statistica dei segnali nei sistemi elettronici LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000041939	Elettronica industriale LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035031	Metodi numerici per l'ingegneria LS	Mat/08	6	1°

023300000041858	Sistemi a microprocessore LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000041561	Prova finale LS		12	

+ 2 insegnamenti tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000041856	Architetture digitali per l'elaborazione dei segnali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000057980	Robotica industriale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
023300000036000	Sistemi di controllo digitale L-A	Ing-Inf/04	6	2°

+ 1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
0233000000173870	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
0233000000585410	Ingegneria e tecnologia dei sistemi di controllo L-A	Ing-Inf/04	6	1°
0233000000350400	Sensori e trasduttori LS	Ing-Inf/07	6	1°
0233000000350480	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°

+ 6 cfu di tipologia D – vedi (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

(\*) Per la scelta delle attività di tipologia D (min. 6 cfu) lo studente può scegliere tra tutte le attività formative dell'Ateneo, il Cds Consiglia le seguenti.

			cfu	Ciclo
023300000041856	Architetture digitali per l'elaborazione dei segnali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000017387	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
004800000058156	Elettronica industriale L-A	Ing-Inf/01	6	1°
023300000058541	Ingegneria e tecnologia dei sistemi di controllo L-A	Ing-Inf/04	6	1°
023300000057980	Robotica industriale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
0233000000418590	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
0233000000350400	Sensori e trasduttori LS	Ing-Inf/07	6	1°
0233000000360000	Sistemi di controllo digitale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
0233000000350450	Sistemi elettronici ad alta affidabilità LS	Ing-Inf/01	6	3°
0233000000350480	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°

PERCORSO C-395- Sistemi elettronici per l'elaborazione dell'informazione

## I ANNO

			cfu	Ciclo
023300000035009	Calcolatori elettronici LS	Ing-Inf/05	6	2°
023300000035017	Elaborazione elettronica dei segnali digitali LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000017453	Elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035026	Laboratorio di elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035032	Microelettronica LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035035	Progetto di circuiti analogici LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035042	Sistemi d'antenna LS	Ing-Inf/02	6	1°
023300000035045	Sistemi elettronici ad alta affidabilità LS	Ing-Inf/01	6	3°

1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000035014	Dinamica dei sistemi non lineari e aleatori LS	Mat/07	6	3°
023300000035020	Elettronica delle telecomunicazioni LS-A	Ing-Inf/01	6	1°
023300000041583	Elettronica delle telecomunicazioni LS-B	Ing-Inf/01	6	2°
023300000017931	Reti di calcolatori L-A	Ing-Inf/05	6	1°
023300000041575	Reti di calcolatori L-S	Ing-Inf/05	6	2°
023300000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000017926	Sistemi operativi L-A	Ing-Inf/05	6	3°
023300000035053	Tecnologie per la sicurezza LS	Ing-Inf/05	6	1°

## II ANNO

			cfu	Ciclo
023300000041856	Architetture digitali per l'elaborazione dei segnali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035019	Elaborazione statistica dei segnali nei sistemi elettronici LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035031	Metodi numerici per l'ingegneria LS	Mat/08	6	1°
023300000041857	Metodologie di progettazione hardware e software LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000041561	Prova Finale LS		12	

+ 2 insegnamenti tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000041939	Elettronica industriale LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000034143	Metodi numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
023300000041859	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035050	Strumentazione biomedica LS	Ing-Inf/06	6	3°
023300000035051	Strumentazione digitale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000023893	Tecnologie web LA	Ing-Inf/05	6	2°
023300000041564	Trasmissione numerica LS	Ing-Inf/03	6	2°

+ 1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000035001	Analisi matematica LS	Mat/05	6	2°
023300000041858	Sistemi a microprocessore LS	Ing-Inf/01	6	2°

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

(\*) Per la scelta delle attività di tipologia D (min. 6 cfu) lo studente può scegliere tra tutte le attività formative dell'Ateneo, il Cds Consiglia le seguenti.

			cfu	Ciclo
004600000017974	Campi elettromagnetici L-A	Ing-Inf/02	6	2°
023300000035014	Dinamica dei sistemi non lineari e aleatori LS	Mat/07	6	3°
023300000035020	Elettronica delle telecomunicazioni LS-A	Ing-Inf/01	6	1°
023300000041583	Elettronica delle telecomunicazioni LS-B	Ing-Inf/01	6	2°
023300000041939	Elettronica industriale LS	Ing-Inf/01	6	2°
023400000035029	Matematica discreta LS	Mat/03	6	2°
023300000034143	Metodi numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
023300000017931	Reti di calcolatori L-A	Ing-Inf/05	6	1°
023300000041575	Reti di calcolatori L-S	Ing-Inf/05	6	2°
023100000035039	Reti di telecomunicazioni LS	Ing-Inf/03	6	2°
023300000041859	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000041858	Sistemi a microprocessore LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000017926	Sistemi operativi L-A	Ing-Inf/05	6	3°
023300000035050	Strumentazione biomedica LS	Ing-Inf/06	6	3°

023300000035051	Strumentazione digitale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000035053	Tecnologie per la sicurezza LS	Ing-Inf/05	6	1°
023300000023893	Tecnologie web LA	Ing-Inf/05	6	2°
023300000041564	Trasmissione numerica LS	Ing-Inf/03	6	2°

PERCORSO D-396 - Sistemi elettronici per applicazioni biomediche

I ANNO

			cfu	Ciclo
023300000035001	Analisi matematica LS	Mat/05	6	2°
023300000035006	Bioingegneria LS	Ing-Inf/06	6	2°
023300000035009	Calcolatori elettronici LS	Ing-Inf/05	6	2°
023300000035017	Elaborazione elettronica dei segnali digitali LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000017453	Elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000035032	Microelettronica LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035035	Progetto di circuiti analogici LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035042	Sistemi d'antenna LS	Ing-Inf/02	6	1°

+ 1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000035050	Strumentazione biomedica LS	Ing-Inf/06	6	3°

II ANNO

			cfu	Ciclo
0233000000418630	Bioimmagini LS	Ing-Inf/06	6	1°
0233000000551900	Bioingegneria della riabilitazione LS	Ing-Inf/06	6	2°
023300000035008	Biomeccanica LS	Ing-Ind/34	6	1°
023300000055189	Elaborazione dei dati e segnali biomedici LS	Ing-Inf/06	6	1°
023300000018023	Elettronica dello stato solido LS-B	Ing-Inf/01	6	2°
023300000041862	Ingegneria clinica LS	Ing-Inf/06	6	3°
023300000041859	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000041561	Prova finale LS		12	

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

(\*) Per la scelta delle attività di tipologia D (min. 6 cfu) lo studente può scegliere tra tutte le attività formative dell'Ateneo, il Cds Consiglia le seguenti.

			cfu	Ciclo
02350000042036	Biomeccanica computazionale BS	Ing-Ind/34	6	3°
02350000042037	Biomeccanica della funzione motoria BS	Ing-Ind/34	6	3°
02330000034143	Metodi numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
02330000035045	Sistemi elettronici ad alta affidabilità LS	Ing-Inf/01	6	3°
02330000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°
02330000035050	Strumentazione biomedica LS	Ing-Inf/06	6	3°
02310000044906	Trasmissione del calore LS	Ing-Ind/10	6	1°

#### PERCORSO E-479 - Microelettronica e Sistemi elettronici sensoriali

##### I ANNO

			cfu	Ciclo
02330000035009	Calcolatori elettronici LS	Ing-Inf/05	6	2°
02330000035017	Elaborazione elettronica dei segnali digitali LS	Ing-Inf/01	6	3°
02330000017453	Elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	2°
02330000035021	Elettronica dello stato solido LS-A	Ing-Inf/01	6	3°
02330000035026	Laboratorio di elettronica dei sistemi digitali LS	Ing-Inf/01	6	2°
02330000035032	Microelettronica LS	Ing-Inf/01	6	1°
02330000035035	Progetto di circuiti analogici LS	Ing-Inf/01	6	1°
02330000035042	Sistemi d'antenna LS	Ing-Inf/02	6	1°
02330000035045	Sistemi elettronici ad alta affidabilità LS	Ing-Inf/01	6	3°

##### II ANNO

			cfu	Ciclo
02330000035001	Analisi matematica LS	Mat/05	6	2°
02330000041856	Architetture digitali per l'elaborazione dei segnali LS	Ing-Inf/01	6	2°
02330000035019	Elaborazione statistica dei segnali nei sistemi elettronici LS	Ing-Inf/01	6	1°
02330000018023	Elettronica dello stato solido LS-B	Ing-Inf/01	6	2°
02330000035031	Metodici numerici per l'ingegneria LS	Mat/08	6	1°
02330000035031	Prova Finale LS		12	

+ 1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000041859	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°

+ 1 insegnamento tra i seguenti:

			cfu	Ciclo
023300000019229	Chimica fisica dei materiali solidi LS-B	Ing-Ind/23	6	3°
023300000041939	Elettronica industriale LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000034143	Metodici numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
023300000035051	Strumentazione digitale LS	Ing-Inf/01	6	3°

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

(\*) Per la scelta delle attività di tipologia D (min. 6 cfu) lo studente può scegliere tra tutte le attività formative dell'Ateneo, il Cds Consiglia le seguenti.

			cfu	Ciclo
023300000019229	Chimica fisica dei materiali solidi LS-B	Ing-Ind/23	6	3°
023300000041939	Elettronica industriale LS	Ing-Inf/01	6	2°
023300000055189	Elaborazione dei dati e segnali biomedici LS	Ing-Inf/06	6	1°
023300000034143	Metodi numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
023300000041859	Sensori a stato solido LS	Ing-Inf/01	6	1°
023300000035040	Sensori e trasduttori LS	Ing-Inf/07	6	1°
023300000035048	Sistemi integrati per l'analisi spettrale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000035051	Strumentazione digitale LS	Ing-Inf/01	6	3°
023300000035053	Tecnologie per la sicurezza LS	Ing-Inf/05	6	2°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F  
(Tabella comune a tutti i percorsi)

			cfu	Ciclo
023300000049768	Attività preparatoria alla tesi LS		6	
023300000034140	Economia dell'ICT L-A		3	2°
0233000000414810	Laboratorio di matematica computazionale L-A		3	1°
0233000000415600	Tirocinio LS		6	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Informatica (0234)**  
**35/S- Ingegneria Informatica**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
Prof.ssa Anna Ciampolini  
aciampolini@deis.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il corso di laurea specialistica si prefigge l'obiettivo di formare progettisti di sistemi informatici con una solida preparazione metodologica ed una adeguata conoscenza dei modelli tipici del settore, degli standard che da essi derivano e delle tecnologie più avanzate disponibili per realizzarli. I laureati specialistici dovranno essere capaci di concepire, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi sia nel settore specifico dell'Informatica, sia in ogni altro comparto in cui le tecnologie dell'informazione rivestano un ruolo di rilievo. A questo scopo vengono ampliate le competenze tecniche e scientifiche di base acquisite con la laurea di primo livello, ponendo in primo piano metodologie e metodi di supporto alla progettazione e gestione del software, dei sistemi operativi, dei sistemi informativi distribuiti, delle reti di calcolatori, delle infrastrutture per la sicurezza delle informazioni e delle architetture ad altissimo livello di integrazione. Sono altresì fornite conoscenze avanzate nei contesti applicativi dell'intelligenza artificiale, dell'elaborazione dell'immagine, dei sistemi in tempo reale e dell'automazione industriale. Sono infine discussi e valutati i risvolti economici, organizzativi e gestionali derivanti dall'uso delle nuove tecnologie.

Nota: il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 50% dell'impegno orario complessivo, con possibilità di percentuali minori per singole attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.

### **Sbocchi professionali**

Il profilo che il complesso delle attività formative intende conseguire è quello di una figura professionale flessibile, atta ad inserirsi in ambiti operativi anche molto differenziati, quali quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Paolo Bellavista  
pbellavista@deis.unibo.it  
0512093866

### **Requisiti per l'accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

1-Laurea appartenente alla Classe 9 - Ingegneria della Informazione, conseguita presso una Università italiana.

- 2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.  
 3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria Informatica dell'Università di Bologna.  
 4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
0234000000350090	Calcolatori elettronici LS	Ing-Inf/05	6	3°
0234000000350120	Controlli automatici LS	Ing-Inf/04	6	1°
0234000000350230	Fondamenti di intelligenza artificiale LS	Ing-Inf/05	6	3°
0234000000350270	Linguaggi e modelli computazionali LS	Ing-Inf/05	6	1°
0234000000350290	Matematica discreta LS	Mat/03	6	2°
0234000000174540	Ricerca operativa LS	Mat/09	6	3°
0234000000350440	Sistemi digitali LS	Ing-Inf/05	6	2°
0234000000350490	Sistemi operativi LS	Ing-Inf/05	6	2°
0234000000350530	Tecnologie per la sicurezza LS	Ing-Inf/05	6	1°

### II ANNO

			cfu	ciclo
0234000000415720	Gestione dell'innovazione e dei progetti LS	Ing-Ind/35	6	1°
0234000000415730	Ingegneria del software LS	Ing-Inf/05	6	1°
0234000000415750	Reti di calcolatori LS	Ing-Inf/05	6	2°
0234000000415760	Sistemi in tempo reale LS	Ing-Inf/05	6	3°
0234000000415740	Sistemi informativi LS	Ing-Inf/05	6	2°
023400000041561	Prova finale		12	

+ 12 cfu a scelta guidata (tipologie B e C) (\*)

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*\*)

+ 6 cfu di tipologia F – vedi: (\*\*\*)

(\*) Moduli a scelta guidata (tipologia B e C)

			cfu	Ciclo
0234000000415770	Algoritmi di ottimizzazione LS	Mat/09	6	1°
0234000000415780	Applicazioni di intelligenza artificiale	Ing-Inf/05	6	2°
0234000000418560	Architetture digitali per l'elaborazione dei segnali LS	Ing-Inf/01	6	2°
0234000000415800	Elaborazione dell'immagine LS	Ing-Inf/05	6	1°
0234000000350170	Elaborazione elettronica dei segnali digitali LS	Ing-Inf/01	6	3°
0234000000192310	Ingegneria e tecnologie dei sistemi di controllo L-A	Ing-Inf/04	6	1°

(segue tabella)

0234000000341430	Metodi numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
0234000000418570	Metodologie di progettazione hardware-software LS	Ing-Inf/01	6	1°
0234000000444710	Modelli e metodi per il supporto alle decisioni LS	Mat/09	6	2°
0234000000415790	Ottimizzazione delle risorse LS ( <i>in lingua inglese</i> )	Mat/09	6	3°
0234000000548950	Processi e tecniche di data mining LS	Ing-Inf/05	6	1°
0234000000350390	Reti di telecomunicazioni LS	Ing-Inf/03	6	2°
0234000000579800	Robotica industriale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
0234000000418580	Sistemi a microprocessore LS	Ing-Inf/01	6	2°
0234000000360000	Sistemi di controllo digitale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
0234000000415820	Sistemi di controllo distribuito LS	Ing-Inf/04	6	3°
0234000000179710	Sistemi di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	1°
0234000000174680	Sistemi di telecomunicazione LS	Ing-Inf/03	6	2°
0234000000350540	Teletraffico LS	Ing-Inf/03	6	3°
0234000000448990	Teoria dell'informazione LS	Ing-Inf/03	6	1°
0234000000585310	Trasmissione numerica L-A	Ing-Inf/03	6	3°
023400000041581	Sistemi distribuiti LS	Ing-Inf/05	6	3°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
023400000017962	Affidabilità e controllo di qualità L-A	Ing-Inf/07	6	3°
023400000041577	Algoritmi di ottimizzazione LS	Mat/09	6	1°
023400000041578	Applicazioni di intelligenza artificiale	Ing-Inf/05	6	3°
023400000041856	Architetture digitali per l'elaborazione dei segnali LS	Ing-Inf/01	6	2°

02310000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A	Ing-Ind/35	3	2°
02310000034140	Economia dell'ICT L-A	Ing-Ind/35	3	2°
023400000041580	Elaborazione dell'immagine LS	Ing-Inf/05	6	1°
023400000035017	Elaborazione elettronica dei segnali digitali LS	Ing-Inf/01	6	3°
023400000019231	Ingegneria e tecnologie dei sistemi di controllo L-A	Ing-Inf/04	6	1°
023400000044469	Laboratorio di affidabilità e controllo di qualità L-A		3	3°
023100000017963	Laboratorio di creazione di impresa L-A	Ing-Ind/35	6	2°
023400000041481	Laboratorio di matematica computazionale LA	Mat/08	3	1°
023400000035070	Lingua straniera: inglese B		3	
023400000034143	Metodi numerici per la grafica LS	Mat/08	6	2°
023400000041857	Metodologie di progettazione hardware-software LS	Ing-Inf/01	6	1°
023400000044471	Modelli e metodi per il supporto alle decisioni LS	Mat/09	6	2°
023400000041579	Ottimizzazione delle risorse LS ( <i>in lingua inglese</i> )	Mat/09	6	3°
023400000034137	Politica tecnologica e della ricerca nell'unione europea L-A		6	3°
023400000054895	Processi e tecniche di data mining LS	Ing-Inf/05	6	2°
023400000057980	Robotica industriale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
023400000041858	Sistemi a microprocessore LS	Ing-Inf/01	6	2°
023400000036000	Sistemi di controllo digitale L-A	Ing-Inf/04	6	2°
023400000041582	Sistemi di controllo distribuito LS	Ing-Inf/04	6	3°
023400000034138	Sistemi di gestione integrati L-A		6	2°
023400000017971	Sistemi di telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	1°
023400000017468	Sistemi di telecomunicazione LS	Ing-Inf/03	6	2°
023400000035054	Teletraffico LS	Ing-Inf/03	6	3°
023400000044899	Teoria dell'informazione LS	Ing-Inf/03	6	1°
023400000058531	Trasmissione numerica L-A	Ing-Inf/03	6	3°

(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F -

			cfu	Ciclo
023400000049768	Attività preparatoria alla tesi LS		6	
023400000041560	Tirocinio LS		6	

Corso di laurea in

**Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (0450)**

Classe

**38/S- Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Ezio Mesini**

**ezio.mesini@mail.ing.unibo.it**

### **Obiettivi Formativi**

Il Corso di laurea specialistica si prefigge l'obiettivo di formare progettisti in grado di conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale con specifico riferimento all'ingegneria per l'ambiente e per il territorio, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere anche in modo innovativo problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare. I laureati specialistici saranno anche in grado di ideare, pianificare, progettare, gestire e controllare sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi; potranno inoltre progettare e gestire esperimenti di elevata complessità.

La laurea specialistica in Ingegneria per l'ambiente e il territorio presenta una spiccata multidisciplinarietà ed intersettorialità che si articola nei seguenti curricula, caratterizzati da un'ampia base comune e da motivi formativi specifici:

- 1 Georingegneria;
- 2 Tecniche e tecnologie ambientali;
- 3 Protezione del suolo e del territorio.

Il curriculum 1 - Georingegneria prepara gli allievi alla progettazione, realizzazione e gestione di interventi di ingegneria negli scavi e nello sfruttamento di materiali solidi o fluidi del sottosuolo.

Il curriculum 2 - Tecniche e tecnologie ambientali fornisce una preparazione che utilizza l'analisi del rischio ambientale indotto da attività e da insediamenti antropici, sia nelle usuali condizioni operative sia in presenza di incidentalità piccole o gravi, quale supporto per ideare, progettare e realizzare i più opportuni interventi tecnologici, anche complessi, di tutela ambientale.

Il curriculum 3 - Protezione del suolo e del territorio fornisce una preparazione volta alla formazione di un Ingegnere capace di valutare, progettare, realizzare, monitorare e gestire gli interventi resi necessari dai dissesti territoriali avvenuti per cause naturali e/o antropiche.

### **Sbocchi professionali**

La laurea specialistica in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio è finalizzata alla preparazione di tecnici in grado di operare nella pianificazione, progettazione, realizzazione e gestione di sistemi ambientali anche complessi.

In particolare costituisce base comune della preparazione del laureato specialista la progettazione di opere e impianti compatibili con il territorio e l'ambiente.

A titolo esemplificativo si citano gli scavi a cielo aperto ed in sotterraneo per la realizzazione di gallerie ed altre opere civili e minerarie; gli interventi di riconversione delle attività antropiche sul territorio; gli impianti per il riciclo delle materie prime seconde; l'estrazione e valorizzazione di georisorse fluide (idrocarburi, acqua, fluidi geotermici) e solide (materie prime minerali); la realizzazione di impianti di trattamento di reflui urbani e industriali; le opere di regimazione dei corsi d'acqua e sistemazione dei bacini idrografici.

Il laureato specialista potrà inoltre svolgere la sua attività nella previsione, prevenzione e protezione

dai rischi per la salute, per l'ambiente e per il territorio tramite:  
 la realizzazione e l'utilizzo di numerosi strumenti tecnici quali, i sistemi informativi territoriali e le reti di monitoraggio per l'acquisizione e la gestione di dati territoriali e ambientali, gli studi di impatto ambientale e i sistemi di gestione ambientale di opere, processi, impianti, prodotti, trasformazioni dell'uso del territorio in atto o in progetto;  
 la progettazione, la realizzazione e la gestione di interventi tecnologici per il contenimento delle emissioni, lo smaltimento e il recupero dei rifiuti e la bonifica di siti contaminati, di opere per la difesa del suolo e la prevenzione dei rischi idraulici, idrogeologici e dei dissesti territoriali; la predisposizione di piani di Protezione Civile.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Ezio Mesini  
 ezio.mesini@mail.ing.unibo.it  
 tel +39 051 20 9 3388

## Requisiti per l'accesso

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

- 1-Laurea appartenente alla Classe 8 - Ingegneria Civile e Ambientale, conseguita presso una Università italiana.
- 2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.
- 3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'Università di Bologna.
- 4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
045000000044699	Analisi numerica LS	Mat/08	6	2°
045000000023012	Complementi di analisi matematica LS	Mat/05	6	1°
045000000044720	Consolidamento dei terreni LS	Icar/07	6	2°
045000000044701	Diritto dell'ambiente LS	Ius/10	6	1°
045000000044702	Ecologia industriale LS	Ing-Ind/24	6	2°
045000000044704	Geomatica LS	Icar/06	6	3°
045000000044706	Ingegneria sanitaria ambientale LS	Icar/03	6	1°
045000000044707	Moto dei fluidi prospezioni nel sottosuolo Ls	Ing-Ind/30	6	3°

045000000044708	Pianificazione territoriale LS	Icar/20	6	3°
-----------------	--------------------------------	---------	---	----

## II ANNO

			cfu	ciclo
045000000044700	Costruzioni idrauliche e protezione idraulica del territorio LS	Icar/02	6	1°
045000000044700	Ingegneria degli scavi LS	Ing-Ind/28	6	1°
023400000041561	Prova finale		12	

+ materie a scelta guidata – 30 cfu

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

Per ogni scelta guidata sono obbligatori 24 cfu, i restanti 6 possono essere scelti fra gli insegnamenti dei tre curriculum

### - Scelta guidata – Geoingegneria (365)

			cfu	Ciclo
045000000044709	Arte mineraria LS	Ing-Ind/28	6	1°
045000000023271	Modelli geostatistici per la geoingegneria LS	Ing-Ind/28	6	1°
045000000044711	Ingegneria dei giacimenti di idrocarburi LS	Ing-Ind/30	6	2°
045000000044712	Tecnica della perforazione petrolifera LS	Ing-Ind/30	6	3°
045000000045168	Valorizzazione delle risorse primarie e secondarie LS	Ing-Ind/29	6	2°

### - Scelta guidata – Tecniche e tecnologie ambientali (364)

			cfu	ciclo
045000000044714	Gestione integrata degli aspetti di salute, sicurezza ed ambiente LS	Ing-Ind/25	6	1°
045000000044715	Impianti per la tutela ambientale LS	Ing-Ind/25	6	2°
045000000049771	Microbiologia e biotecnologie ambientali LS (corso integrato: Microbiologia e biotecnologie ambientali LS-A + Microbiologia e biotecnologie ambientali LS-B)	Chim/11	3+ 3	2°
045000000044717	Modellistica ambientale LS	Ing-Ind/26	6	1°
045000000044718	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo LS	Ing-Ind/25	6	2°

- Scelta guidata – Protezione del suolo e del territorio (363)

			cfu	ciclo
045000000044719	Acquedotti e fognature LS	Icar/02	6	1°
045000000044721	Geologia tecnica LS	Geo/05	6	1°
045000000044723	Idraulica marittima LS	Icar/01	6	1°
045000000044725	Modellistica idrologica LS	Icar/02	6	2°
045000000044865	Tecnica delle costruzioni LS	Icar/09	6	3°
045000000044727	Telerilevamento LS	Icar/06	6	2°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
0450000000497690	Fisica moderna LS	Fis/01	6	1°
0450000000447320	Fondamenti chimici delle tecnologie ambientali LS	Chim/07	6	2°
0450000000497700	Geologia marina LS	Geo/02	3	1°
0450000000447330	Impatto ambientale dei sistemi energetici LS	Ing-Ind/08	6	1
0450000000145730	Ingegneria del territorio LS	Icar/20	6	2°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F

			cfu	Ciclo
0450000000447280	Laboratorio georisorse e geotecnologie LS		6	3°
0450000000544930	Laboratorio di biotecnologia LS		3	1°
0450000000549590	Laboratorio di Tesi LS		6	
0450000000447300	Tirocinio LS-A (*)		3	
0450000000447310	Tirocinio LS-B(*)		6	

(\*) Anticipabile al primo anno

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Chimica e di Processo (0451)**  
**27/S- Ingegneria Chimica**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Ferruccio Doghieri**  
ferruccio.doghieri@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il laureato specialistico in Ingegneria chimica e di processo deve essere in grado di applicare gli strumenti analitici e le conoscenze relative alle metodologie avanzate proprie dell'industria di processo e di trasformazione e delle principali tecnologie relative all'ingegneria industriale.

La figura professionale dovrà essere in grado:

- di produrre modelli fisico/matematici capaci di analizzare caratteristiche e prestazioni degli apparati, degli impianti e dei processi per la produzione di prodotti e materiali;
- di procedere alla progettazione di impianti e di processi e di progettare e condurre attività di ricerca e sviluppo
- di studiare ed applicare metodi avanzati per la regolazione ed il controllo dei processi;
- di sviluppare ed applicare tecnologie anche innovative, connotate dalle richieste caratteristiche di sicurezza e di compatibilità ambientale.

### **Sbocchi professionali**

Il profilo che il complesso delle attività formative intende conseguire è quello di una figura professionale flessibile, atta ad inserirsi in ambiti operativi anche molto differenziati, quali quelli dell'innovazione, della ricerca e sviluppo, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle realtà industriali produttrici di beni o di servizi, sia nelle amministrazioni pubbliche.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Giulio Cesare Sarti  
giulio.sarti@unibo.it  
tel +39 051 20 9 3142

Prof. Carlo Stramigioli  
carlo.stramigioli@mail.ing.unibo.it  
tel +39 051 20 9 3153

### **Requisiti per l'accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Chimica e di Processo è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

1-Laurea appartenente alla Classe 10 - Ingegneria Industriale, conseguita presso una Università italiana.

2-Laurea in Chimica Industriale, appartenente alla Classe 21, conseguita presso una Università italiana.

3-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.

4-Laurea quinquennale in Chimica Industriale, conseguita presso una Università italiana.

5-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria Chimica dell'Università di Bologna.

6-Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### I ANNO (DISATTIVATO)

			cfu	ciclo
045100000044699	Analisi numerica LS	Mat/08	3	2°
045100000044809	Biochimica e microbiologia industriale LS	Chim/11	6	3°
045100000045371	Chimica LS	Chim/07	3	2°
045100000045372	Laboratorio di chimica LS		3	2°
045100000023012	Complementi di analisi matematica LS	Mat/05	6	1°
045100000044810	Teoria dello sviluppo dei processi chimici LS	Ing-Ind/26	6	1°
045100000044815	Meccanica dei fluidi e fenomeni di trasporto LS	Ing-Ind/24	9	2°
045100000024774	Progettazione di apparecchiature e di impianti LS	Ing-Ind/25	9	3°
045100000044813	Simulazione e controllo dei processi LS	Ing-Ind/26	6	3°
045100000044814	Termodinamica per l'ingegneria chimica LS	Ing-Ind/24	6	1°

+ cfu di tipologia F (\*\*)(2)

### II ANNO

			cfu	ciclo
045100000044817	Affidabilità e sicurezza nell'industria di processo LS	Ing-Ind/25	6	1°
045100000044812	Chimica industriale LS	Ing-Ind/27	6	1°
045100000044811	Corrosione e protezione dei materiali LS	Ing-Ind/22	6	1°
045100000044818	Reattoristica chimica LS	Ing-Ind/24	3	1°
023400000041561	Prova finale		12	

- + materie a scelta guidata – 15 cfu (1)
- + 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*) (2)
- + cfu di tipologia F (\*\*) – (totale 12 cfu)

- (1) Lo studente può scegliere 15 cfu all'interno delle scelte guidate proposte dal corso di studio o in alternativa 15 cfu tra tutte le materie attivate all'interno di tutte le scelte guidate
- (2) Lo studente può decidere di svolgere il tirocinio al 1° anno di corso.

- Scelta guidata: Alimentare e biotecnologie

			cfu	ciclo
045100000057911	Impianti biochimici L	Ing-Ind/24	3	1°
045100000049325	Impianti dell'industria alimentare L-B	Ing-Ind/26	3	2°
045100000044824	Reologia LS	Ing-Ind/24	3	2°
045100000049774	Processi di separazione a membrana L	Ing-Ind/24	3	1°
045100000044322	Processi dell'industria alimentare L-B	Ing-Ind/26	3	3°
045100000044823	Qualità e certificazione nell'industria di processo LS	Ing-Ind/24	3	3°

- Scelta guidata: Materiali

			cfu	Ciclo
045100000044825	Materiali ceramici LS	Ing-Ind/22	3	3°
045100000045602	Metallurgia meccanica LS	Ing-Ind/21	6	2°
045100000044828	Principi di ingegneria elettrochimica LS	Ing-Ind/24	6	2°
045100000044824	Reologia LS	Ing-Ind/24	3	2°
045100000044826	Scienza e tecnologia dei materiali compositi LS	Ing-Ind/22	6	3°

- Scelta guidata: Processi

			cfu	ciclo
045100000045234	Piastre e gusci LS	Icar/08	6	3°
045100000044828	Principi di ingegneria elettrochimica LS	Ing-Ind/24	6	2°
045100000049774	Processi di separazione a membrana L	Ing-Ind/24	3	1°
045100000044823	Qualità e certificazione nell'industria di processo LS	Ing-Ind/24	3	3°
045100000044833	Sviluppo e progetto di impianti LS	Ing-Ind/25	9	

- Scelta guidata: Sicurezza e ambiente  
(scegliere 15 cfu)

			cfu	ciclo
045100000044702	Ecologia industriale LS	Ing-Ind/24	6	2°
045100000057911	Impianti biochimici L	Ing-Ind/25	3	1°

04510000049773	Microbiologia e biotecnologie ambientali LS B	Chim/11	3	2°
04510000044823	Qualità e certificazione nell'industria di processo LS	Ing-Ind/24	3	3°
04510000044718	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo LS	Ing-Ind/25	6	2°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
045500000452290	Applicazioni industriali dei plasmi LS	Ing-Ind/18	6	1°
045100000447020	Ecologia industriale LS	Ing-Ind/24	6	2°
045100000453940	Fisica Matematica ed elementi di Probabilità e Statistica LS	Mat/07	6	3°
045100000452180	Fisica Matematica LS	Mat/07	6	2°
045100000497690	Fisica moderna LS	Fis/01	6	1°
045100000415720	Gestione dell'innovazione e dei progetti LS	Ing-Ind/35	6	1°
045100000579110	Impianti biochimici L	Ing-Ind/24	3	1°
045100000493250	Impianti dell'industria alimentare L-B	Ing-Ind/26	3	2°
045100000446030	Ingegneria dei plasmi LS	Ing-Ind /31	6	2°
045100000448250	Materiali ceramici LS	Ing-Ind/22	3	3°
045100000456020	Metallurgia meccanica LS	Ing-Ind/21	6	2°
045100000497730	Microbiologia e biotecnologie ambientali LS B	Chim/11	3	2°
045100000452340	Piastre e gusci LS	Icar/08	6	3°
045100000448280	Principi di ingegneria elettrochimica LS	Ing-Ind/24	6	2°
045100000443220	Processi dell'industria alimentare L-B	Ing-Ind/26	3	3°
045100000497740	Processi di separazione a membrana L	Ing-Ind/24	3	1°
045100000448230	Qualità e certificazione nell'industria di processo LS	Ing-Ind/24	3	3°
045100000448240	Reologia LS	Ing-Ind/24	3	2°
045100000448260	Scienza e tecnologia dei materiali compositi LS	Ing-Ind/22	6	3°
045100000448330	Sviluppo e progetto di impianti LS	Ing-Ind/25	9	
045100000447180	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo LS	Ing-Ind/25	6	2°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F

			cfu	Ciclo
04510000054493	Laboratorio di biotecnologia LS		3	1°
04510000044837	Laboratorio di simulazione di processo LS		3	1°

04510000044836	Laboratorio di fenomeni di trasporto LS		3	2°
04510000041560	Tirocinio LS		9	
04510000054715	Laboratorio di tesi		9	

Corso di laurea in

Classe

Sede

**Ingegneria Civile (0452)**

**28/S- Ingegneria Civile**

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Marco Savoia**

[marco.savoia@mail.ing.unibo.it](mailto:marco.savoia@mail.ing.unibo.it)

### **Obiettivi Formativi**

Il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Civile si propone di formare figure professionali di elevato livello in grado di svolgere attività di progettazione, direzione lavori, gestione e controllo di opere civili di edilizia, di opere idrauliche, di infrastrutture, di sistemi di trasporto e di interventi sul territorio. Il percorso formativo si propone di fornire conoscenze avanzate sui settori di riferimento dell'Ingegneria Civile

### **Sbocchi professionali**

I laureati del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Civile possono trovare un'ampia gamma di sbocchi occupazionali, anche a livello dirigenziale; in particolare in Enti pubblici, studi professionali, imprese ed aziende che richiedano capacità di gestione del progetto, di progettazione di opere anche di elevata complessità e capacità di gestione e controllo dei sistemi territoriali.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof.ssa Laura Tonni

[laura.tonni@mail.ing.unibo.it](mailto:laura.tonni@mail.ing.unibo.it)

### **Requisiti per l'accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Civile è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

- 1-Laurea appartenente alla Classe 8 - Ingegneria Civile e Ambientale, conseguita presso una Università italiana.
- 2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.
- 3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria Civile dell'Università di Bologna.
- 4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof.ssa L. Tonni

[l.tonni@mail.ing.unibo.it](mailto:l.tonni@mail.ing.unibo.it)

# Manifesto

## I ANNO

			cfu	ciclo
045200000023012	Complementi di analisi matematica LS	Mat/05	6	1°
045200000044867	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti LS	Icar/04	6	1°
045200000044859	Elettrotecnica e sicurezza elettrica LS (corso integrato: Elementi di elettrotecnica LS + Elementi di impianti e sicurezza elettrica LS)	Ing-Ind/31 Ing-Ind/33	3+ 3	2°
045200000045394	Fisica matematica ed elementi di probabilità e statistica LS	Mat/07	6	3°
045200000049775	Legislazione delle costruzioni e della sicurezza LS	Ius/10	3	3°
045200000044866	Geotecnica applicata LS	Icar/07	6	3°
045200000044862	Meccanica delle macchine e macchine LS (corso integrato: Macchine LS + Meccanica delle macchine LS)	Ing-Ind/09 Ing-Ind/13	3+ 3	1°
045200000044856	Metodi numerici per l'ingegneria civile LS (corso integrato: Metodi numerici per l'ingegneria civile LS-A + Metodi numerici per l'ingegneria civile LS-B)	Mat/08 Icar/08	3+ 3	2°
045200000044708	Pianificazione territoriale LS	Icar/20	6	3°
045200000044865	Tecnica delle costruzioni LS	Icar/09	6	2°

## II ANNO

			cfu	ciclo
045200000044700	Costruzioni idrauliche e protezione idraulica del territorio LS	Icar/02	6	1°
045200000044864	Impianti tecnici LS	Ing-Ind/11	3	1°
023400000041561	Prova finale		12	

+ materie a scelta guidata – 30 cfu

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)(1) (2)

(1) al 2° anno solo per gli studenti immatricolati al 1° anno nell'Anno Accademico 2004/2005

(2) Lo studente può decidere di svolgere il tirocinio al 1° anno di corso.

L'attività preparatoria alla tesi può essere svolta solamente al 2° anno di corso.

- Scelta guidata: Idraulica

			cfu	ciclo
045200000044869	Impianti speciali idraulici LS	Icar/02	6	2°
045200000044868	Tecnica dei lavori idraulici LS	Icar/02	6	1°

+ 18 cfu a scelta tra:

045200000044870	Aerodinamica LS	Icar/01	6	3°
045200000044720	Consolidamento dei terreni LS	Icar/07	6	2°
045200000044723	Idraulica marittima LS	Icar/01	6	1°
045200000044872	Idrologia sotterranea LS	Icar/02	6	3°
045200000044873	Ingegneria portuale LS	Icar/02	6	3°
045200000044706	Ingegneria sanitaria ambientale LS	Icar/02	6	1°
045200000044725	Modellistica idrologica LS	Icar/02	6	2°

- Scelta guidata: Infrastrutture viarie e trasporti

			cfu	ciclo
045200000044878	Costruzioni ferroviarie e aeroportuali LS	Icar/04	6	1°
045200000044875	Pianificazione dei trasporti LS	Icar/05	6	1°
045200000044874	Teoria e tecnica della circolazione LS	Icar/05	6	3°

+ 12 cfu a scelta tra:

045200000044720	Consolidamento dei terreni LS	Icar/07	6	2°
045200000044880	Inserimento e compatibilità delle infrastrutture viarie nel territorio LS	Icar/04	6	2°
045200000054790	Progettazione dei sistemi di trasporto LS	Icar/05	6	3°

- Scelta guidata: Strutture

			cfu	ciclo
045200000044883	Progetti di strutture LS	Icar/09	6	1°
045200000044882	Teoria delle strutture LS	Icar/08	6	1°

+ 18 cfu a scelta tra:

045200000054791	Calcolo automatico delle strutture LS	Icar/08	6	2°
045200000044720	Consolidamento dei terreni LS	Icar/07	6	2°
045200000014562	Diagnostica e sperimentazione delle strutture LS	Icar/08	6	3°
045200000044884	Dinamica delle strutture LS	Icar/08	6	2°
045200000054792	Materiali innovativi e riabilitazione strutturale (corso integrato: Meccanica dei materiali innovativi LS + Riabilitazione strutturale LS)	Icar/08 Icar/09	3+ 3	3°
045200000044891	Progetto di ponti LS	Icar/09	6	2°

045200000044893	Progetto di strutture di fondazione LS	Icar/09	6	3°
045200000044890	Progetto in zona sismica LS	Icar/09	6	3°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
045200000044870	Aerodinamica LS	Icar/01	6	3°
045200000054791	Calcolo automatico delle strutture LS	Icar/08	6	2°
045200000044720	Consolidamento dei terreni LS	Icar/07	6	2°
045200000044878	Costruzioni ferroviarie e aeroportuali LS	Icar/04	6	1°
045200000014562	Diagnostica e sperimentazione delle strutture LS	Icar/08	6	3°
045200000044884	Dinamica delle strutture LS	Icar/08	6	2°
045200000044723	Idraulica marittima LS	Icar/01	6	1°
045200000044869	Impianti speciali idraulici LS	Icar/02	6	2°
045200000044873	Ingegneria portuale LS	Icar/02	6	3°
045200000044706	Ingegneria sanitaria ambientale LS	Icar/02	6	1°
045200000044880	Inserimento e compatibilità delle infrastrutture viarie nel territorio LS	Icar/04	6	2°
045200000054792	Materiali innovativi e riabilitazione strutturale (corso integrato: Meccanica dei materiali innovativi LS + Riabilitazione strutturale LS)	Icar/08 Icar/09	3+ 3	3°
045200000044725	Modellistica idrologica LS	Icar/02	6	2°
045200000044875	Pianificazione dei trasporti LS	Icar05	6	1°
045200000054790	Progettazione dei sistemi di trasporto LS	Icar/05	6	3°
045200000044883	Progetti di strutture LS	Icar/09	6	1°
045200000044891	Progetto di ponti LS	Icar/09	6	2°
045200000044893	Progetto di strutture di fondazione LS	Icar/09	6	3°
045200000044890	Progetto in zona sismica LS	Icar/09	6	3°
0452000000448	Tecnica dei lavori idraulici LS	Icar/02	6	1°
045200000044882	Teoria delle strutture LS	Icar/08	6	1°
0452000000448740	Teoria e tecnica della circolazione LS	Icar05	6	3°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F

			cfu	Ciclo
0452000000497680	Attività preparatoria alla tesi LS		6	
0452000000415600	Tirocinio LS		6	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Gestionale (0453)**  
**34/S- Ingegneria Gestionale**  
**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**  
**Prof. Alessandro Grandi**  
alessandro.grandi@unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati specialistici in Ingegneria Gestionale avranno una conoscenza approfondita delle materie specifiche della classe, con particolare riguardo ai settori delle tecnologie e dei sistemi di lavorazione, degli impianti industriali, dell'organizzazione e gestione aziendale, dei sistemi e processi di automazione.

Le attrezzature informatiche ed i laboratori, già presenti nella sede ed in fase di ulteriore incremento, permetteranno di approfondire gli aspetti applicativi, anche sviluppando attività autonome o di gruppo. Saranno favorite anche le attività di tirocinio, utilizzando in particolare la collaborazione di imprese, enti pubblici e privati presenti nel territorio.

La laurea specialistica in Ingegneria Gestionale si pone l'obiettivo specifico di formare figure professionali in grado di ricoprire ruoli organizzativi e manageriali per i quali siano richieste competenze di base di natura tecnologica, con particolare riferimento all'analisi, alla progettazione e alla gestione dei processi di produzione, logistici e organizzativi. Le competenze si estendono ai collegati flussi informativi aziendali e alle tecnologie informatiche e telematiche abilitanti. In particolare, le funzioni che il laureato specialistico in Ingegneria Gestionale deve sapere svolgere, dimostrando di possedere competenze distintive rispetto agli altri laureati specialistici, riguardano la progettazione e la gestione dei processi aziendali e delle strutture produttive e logistiche a base tecnologica, nelle loro componenti fisiche, organizzative e dei flussi informativi. I profili professionali e i compiti svolti in questi campi sono ampi, comprendendo in particolare i ruoli per cui sono richieste competenze distintive nel saper affrontare, con approfondite conoscenze gestionali, problemi caratterizzati da vincoli e opportunità di natura tecnologica. Queste situazioni si manifestano nella gestione dei principali ambiti funzionali, con particolare attenzione ai casi in cui è necessario analizzare e ottimizzare:

l'interazione tra scelte gestionali, strategie di produzione e risorse tecnologiche,

l'uso delle risorse fisiche, finanziarie e umane,

le problematiche connesse all'impatto competitivo e di mercato delle scelte aziendali,

le decisioni di innovazione e di adozione di nuove tecnologie, valutandone le dimensioni organizzative e competitive,

soluzioni gestionali basate sull'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione,

la gestione di sistemi complessi

### **Sbocchi professionali**

I principali sbocchi occupazionali comprendono i settori manifatturieri e della trasformazione industriale, i settori dei servizi tradizionali (trasporti, distribuzione, gestione del territorio, ecc.), i settori dei servizi avanzati ad alto valore aggiunto (consulenza direzionale, informatica, telecomunicazioni, ecc.), l'intero settore della Pubblica Amministrazione. In particolare, il laureato

specialistico in Ingegneria Gestionale è destinato a operare nell'analisi, progettazione e gestione dei processi aziendali, dei sistemi di controllo di gestione, delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione a supporto dei processi organizzativi, dei processi di innovazione tecnologica e di cambiamento organizzativo, dei sistemi e dei processi di produzione, dei sistemi e dei processi logistici, dei processi di approvvigionamento e qualità, delle attività tecnico-commerciali, nel project management.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Mariolina Longo  
 Dipartimento di Scienze Aziendali  
 Via Capo Di Lucca, 34 Bologna  
 mariolina.longo@unibo.it  
 +39 051 20 9 3926  
 +39 051 20 9 3470

## Requisiti per l'accesso

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

- 1-Laurea appartenente alla Classe 9 - Ingegneria della Informazione, conseguita presso una Università italiana.
- 2-Laurea appartenente alla Classe 10 - Ingegneria della Industriale, conseguita presso una Università italiana.
- 3-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.
- 4-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria Gestionale o dal Regolamento della Laurea in Ingegneria dei Processi Gestionali dell'Università di Bologna.
- 5- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### PERCORSO PRINCIPALE

#### I ANNO

			cfu	ciclo
045300000035057	Basi di dati L	Ing-Inf/05	6	3°
045300000045160	Comportamento organizzativo LS	Ing-Ind/35	6	2°
045300000045164	Controllo dei processi industriali LS	Ing-Inf/04	6	1°
045300000045157	Economia dell'impresa e dei settori LS	Secs-P/01	6	1°
045300000045158	Finanza aziendale e di progetto LS	Ing-Ind/35	6	3°
045300000055014	Economia e gestione dell'innovazione LS	Ing-Ind/35	6	2°

045300000044471	Modelli e metodi per il supporto alle decisioni LS	Mat/09	6	2°
045300000045162	Servizi generali di impianto LS	Ing-Ind/17	6	1°
045300000041516	Sistemi informativi L	Ing-Inf/05	6	3°

## PERCORSO ALTERNATIVO

### I ANNO

			cfu	ciclo
045300000045160	Comportamento organizzativo LS	Ing-Ind/35	6	2°
045300000045164	Controllo dei processi industriali LS	Ing-Inf/04	6	1°
045300000045157	Economia dell'impresa e dei settori LS	Secs-P/01	6	1°
045300000045158	Finanza aziendale e di progetto LS	Ing-Ind/35	6	3°
045300000055014	Economia e gestione dell'innovazione LS	Ing-Ind/35	6	2°
045300000042144	Impianti industriali LB	Ing-Ind/17	6	3°
045300000044471	Modelli e metodi per il supporto alle decisioni LS	Mat/09	6	2°
045300000045162	Servizi generali di impianto LS	Ing-Ind/17	6	1°
045300000057996	Studi di fabbricazione L	Ing-Ind/16	6	3°

### II ANNO (comune al percorso Principale e Alternativo)

			cfu	ciclo
045300000045161	Manutenzione e sicurezza dei sistemi produttivi LS	Ing-Ind/17	6	1°
045300000055015	Sistemi di produzione avanzati LS	Ing-Ind/17	6	2°
045300000055017	Strategia e gestione del sistema del valore LS	Ing-Ind/35	6	1°
045300000041561	Prova finale		12	

+ materie a scelta guidata – 24 cfu

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

Lo studente deve scegliere 4 attività formative, corrispondenti a 24 CFU, fra quelle elencate nelle Tabelle per la "Scelta guidata. Nel computo dei 24 CFU non possono essere compresi CFU relativi ad attività formative già sostenute per il conseguimento della Laurea

- Scelta guidata: Produzione e logistica

			cfu	ciclo
04530000044702	Ecologia industriale LS	Ing-Ind/24	6	2°
04530000041497	Fondamenti di progettazione e ingegnerizzazione di prodotto L	Ing-Ind/14	6	1°
04530000044733	Impatto ambientale dei sistemi energetici LS	Ing-Ind/08	6	1°
04530000055016	Misure per la conformità e l'affidabilità LS	Ing-Inf/07	6	3°
04530000045167	Principi di ingegneria elettrica LS	Ing-Ind/31	6	2°
04530000045166	Sistemi integrati di lavorazione LS	Ing-Ind/16	6	3°
04530000035078	Telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	2°
04530000045168	Valorizzazione delle risorse primarie e secondarie LS	Ing-Ind/29	6	2°

- Scelta guidata: Organizzazione e informazione

			cfu	ciclo
04530000045169	Analisi e progettazione dei processi organizzativi LS	Ing-Ind/35	6	1°
04530000028761	Sistemi e tecnologie dell'elettronica LS	Ing-Inf/01	6	1°
04530000043277	Marketing industriale L	Ing-Ind/35	6	3°
04530000041579	Ottimizzazione delle risorse LS	Mat/09	6	3°
04530000041518	Reti di calcolatori L	Ing-Inf/05	6	3°
04530000045170	Sistemi di comunicazioni multimediali LS	Ing-Inf/03	6	2°
04530000045171	Sistemi informativi per le decisioni LS	Ing-Inf/05	6	2°
04530000045166	Sistemi integrati di lavorazione LS	Ing-Ind/18	6	3°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
04530000045169	Analisi e progettazione dei processi organizzativi LS	Ing-Ind/35	6	1°
04530000044702	Ecologia industriale LS	Ing-Ind/24	6	2°
04530000041497	Fondamenti di progettazione e ingegnerizzazione di prodotto L	Ing-Ind/14	6	1°
04530000044733	Impatto ambientale dei sistemi energetici LS	Ing-Ind/08	6	1°
04530000043277	Marketing industriale L	Ing-Ind/35	6	3°
04530000055016	Misure per la conformità e l'affidabilità LS	Ing-Inf/07	6	3°
04530000041579	Ottimizzazione delle risorse LS	Mat/09	6	3°
04530000045167	Principi di ingegneria elettrica LS	Ing-Ind/31	6	2°

045300000041518	Reti di calcolatori L	Ing-Inf/05	6	3°
045300000045170	Sistemi di comunicazioni multimediali LS	Ing-Inf/03	6	2°
045300000045171	Sistemi informativi per le decisioni LS	Ing-Inf/05	6	2°
045300000045166	Sistemi integrati di lavorazione LS	Ing-Ind/16	6	3°
045300000028761	Sistemi e tecnologie dell'elettronica LS	Ing-Inf/01	6	1°
045300000035078	Telecomunicazioni L-A	Ing-Inf/03	6	2°
045300000045168	Valorizzazione delle risorse primarie e secondarie LS	Ing-Ind/29	6	2°

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F**

			cfu	Ciclo
045300000025679	Complementi di gestione dell'energia LS		6	1°
045300000034139	Economia dei mercati e analisi degli indici economici L-A		3	2°
045300000034140	Economia dell'ICT L-A		3	2°
045300000017963	Laboratorio di creazione d'impresa L-A		6	2°
045300000045173	Laboratorio di simulazione per la logistica LS		6	1°
045300000057937	Laboratorio di strumenti di ottimizzazione L		3	2°
045300000054959	Laboratorio di tesi LS		6	
045300000041498	Affidabilità, controllo e gestione della qualità L		6	3°
045300000041560	Tirocinio LS		6	

Corso di laurea in  
Classe  
Sede

**Ingegneria Meccanica (0454)**  
**36/S- Ingegneria Meccanica**  
**Bologna**

Presidente del Consiglio di Corso di Laurea  
**Prof. Gianni Caligiana**  
gianni.caligiana@mail.ingfo.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati nella laurea specialistica in ingegneria meccanica devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria, anche complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria in generale e, più esaurientemente, quelli dell'ingegneria meccanica, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;
- essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale, della cultura d'impresa e dell'etica professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

### **Sbocchi professionali**

Gli ambiti professionali tipici sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, dell'automazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle amministrazioni pubbliche. I laureati potranno trovare occupazione presso: industrie meccaniche; industrie per l'automazione e la robotica; imprese impiantistiche; industrie elettromeccaniche; industrie manifatturiere in generale per la progettazione, la produzione, l'installazione, il collaudo e la gestione di macchine, mezzi di trasporto, linee e reparti di produzione, sistemi complessi.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Lorella Ceschini  
ceschini@bomet.fci.unibo.it  
+39 051 20 9 3462

## Requisiti per l'accesso

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Meccanica è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

- 1-Laurea appartenente alla Classe 10 - Ingegneria Industriale, conseguita presso una Università italiana.
- 2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.
- 3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria Meccanica dell'Università di Bologna.
- 4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
0454000000452130	Costruzione di macchine LS	Ing-Ind/14	6	3°
0454000000452140	Disegno di macchine LS	Ing-Ind/15	6	1°
0454000000174880	Impianti industriali LS	Ing-Ind/17	6	3°
0454000000174860	Macchine LS	Ing-Ind/08	6	1°
0454000000448630	Meccanica delle macchine LS	Ing-Ind/13	6	2°
0454000000452150	Tecnologie speciali LS	Ing-Ind/16	6	3°

+ 18 cfu scelti tra le seguenti attività:

			cfu	ciclo
0454000000230120	Complementi di analisi matematica LS	Mat/05	6	1°
0454000000452170	Complementi di geometria LS	Mat/03	6	1°
0454000000452180	Fisica matematica LS	Mat/07	6	2°
0454000000452160	Metodi numerici LS	Mat/08	6	2°

+ materie a scelta guidata – 36 cfu

+ 6 cfu di tipologia D – vedi: (\*)

+ 12 cfu di tipologia F (\*\*) (1)

(1) Il Tirocinio LS-A e il Tirocinio LS-B, da svolgere di norma nel 2° anno di corso, possono essere anticipati anticipati al 3° ciclo del 1° anno a richiesta dello studente

## II ANNO

04540000041561	Prova finale		12	
----------------	--------------	--	----	--

+

- Scelta guidata: Macchine e progettazione funzionale

			cfu	ciclo
04540000044733	Impatto ambientale dei sistemi energetici LS	Ing-Ind/08	6	1°
04540000045220	Meccanica delle vibrazioni LS	Ing-Ind/13	6	2°
04540000045221	Oleodinamica e pneumatica LS	Ing-Ind/08	6	2°

+ 12 cfu tra i seguenti:

04540000045223	Fluidodinamica dei motori a combustione interna LS	Ing-Ind/08	6	2°
04540000054957	Protocolli di gestione dei motori a combustione interna LS	Ing-Ind/08	6	2°
04540000017392	Strumentazione e automazione industriale L	Ing-Ind/17	6	3°
04540000045228	Tecnologie generali dei materiali LS	Ing-Ind/16	6	3°
04540000044503	Turbomacchine L	Ing-Ind/08	6	3°

+ 6 cfu da tabella 1

- Scelta guidata: Impianti Industriali e sistemi di lavorazione

			cfu	ciclo
04540000042372	Logistica industriale LS	Ing-Ind/17	6	2°
04540000044502	Meccanica delle macchine automatiche L	Ing-Ind/13	6	3°
04540000044501	Manutenzione dei sistemi di produzione L	Ing-Ind/17	6	1°

+ 12 cfu tra i seguenti:

04540000017387	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
04540000045219	Dinamica delle macchine e dei robot LS	Ing-Ind/13	6	1°
04540000045226	Impianti speciali LS	Ing-Ind/17	6	2°
04540000045162	Servizi generali di impianto LS	Ing-Ind/17	6	1°
04540000045166	Sistemi integrati di lavorazione LS	Ing-Ind/16	6	3°
04540000017392	Strumentazione e automazione industriale L	Ing-Ind/17	6	3°

+ 6 cfu da tabella 1

- Scelta guidata: Progettazione meccanica e disegno industriale

			cfu	ciclo
04540000045230	Ingegnerizzazione di prodotto LS	Ing-Ind/15	6	3°
04540000017487	Principi e metodologie della progettazione meccanica LS	Ing-Ind/14	6	1°
04540000045227	Processi e metodi di fabbricazione per lo sviluppo del prodotto LS	Ing-Ind/16	6	2°

+ 12 cfu tra i seguenti:

045400000045232	Analisi sperimentale delle tensioni LS	Ing-Ind/14	6	2°
045400000017492	Costruzione di macchine automatiche e robot LS	Ing-Ind/14	6	1°
04540000004522	Meccanica delle vibrazioni LS	Ing-Ind/13	6	2°
045400000054956	Modelli numerici nella meccanica del continuo LS	Ing-Ind/14	6	2°

+ 6 cfu da tabella 1

Tabella 1

			cfu	Ciclo
045400000044870	Aerodinamica LS	Ing-Ind/06	6	3°
045400000045229	Applicazioni industriali dei plasmi LS	Ing/Ind/18	6	1°
045400000042036	Biomeccanica computazionale BS	Ing-Ind/34	6	3°
045400000045224	Chimica dei processi di combustione LS	Chim/07	6	1°
045400000044811	Corrosione e protezione dei materiali LS	Ing-Ind/22	6	1°
045400000045225	Fisica tecnica LS	Ing-Ind/10	6	2°
045400000057906	Gestione dell'energia L	Ing-Ind/10	6	1°
045400000041572	Gestione dell'innovazione e dei progetti LS	Ing-Ind/35	6	1°
045400000045602	Metallurgia meccanica LS	Ing-Ind/21	6	2°
045400000045234	Piastre e gusci LS	Icar/08	6	3°
045400000054790	Progettazione di sistemi di trasporto LS	Icar/05	6	3°
045400000045168	Valorizzazione delle risorse primarie e secondarie LS	Ing-Ind/29	6	2°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D oppure qualsiasi corso tra quelli indicati nelle tabelle precedenti e non ancora contemplati nel proprio piano di studio

			cfu	Ciclo
045400000044870	Aerodinamica LS	Ing-Ind/06	6	3°
045400000045229	Applicazioni industriali dei plasmi LS	Ing/Ind/18	6	1°
045400000042036	Biomeccanica computazionale BS	Ing-Ind/34	6	3°
045400000045224	Chimica dei processi di combustione LS	Chim/07	6	1°
045400000044811	Corrosione e protezione dei materiali LS	Ing-Ind/22	6	2°
045400000045225	Fisica tecnica LS	Ing-Ind/10	6	2°
045400000057906	Gestione dell'energia L	Ing-Ind/10	6	1°
045400000041572	Gestione dell'innovazione e dei progetti LS	Ing-Ind/35	6	1°
045400000045602	Metallurgia meccanica LS	Ing-Ind/21	6	2°

045400000045234	Piastre e gusci LS	Icar/08	6	3°
0454000000454790	Progettazione di sistemi di trasporto LS	Icar/05	6	3°
045100000044826	Scienza e tecnologia dei materiali compositi LS	Ing-Ind/22	6	3°
045400000045168	Valorizzazione delle risorse primarie e secondarie LS	Ing-Ind/29	6	2°

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F**

			cfu	Ciclo
045400000045236	Laboratorio di analisi delle tensioni LS		6	2°
045400000045237	Laboratorio di disegno assistito dal calcolatore LS		6	2°
045400000045238	Laboratorio di logistica industriale LS		6	1°
045400000045239	Laboratorio di sperimentazione sui motori a combustione interna LS		6	3°
045400000045240	Laboratorio di sperimentazione sui sistemi meccanici LS		6	2°
045400000014574	Laboratorio di tesi LS -A		6	3°
045400000014575	Laboratorio di tesi LS -B		12	3°
045400000045241	Laboratorio per la caratterizzazione dei materiali LS		6	2°
045400000044730	Tirocinio LS-A		6	
045400000044731	Tirocinio LS-B		12	

Corso di laurea in

**Ingegneria Energetica (0455)**

Classe

**33/S- Ingegneria Energetica e Nucleare**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Vittorio Colombo**

colombo@ciram.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

I laureati specialistici in Ingegneria Energetica avranno conoscenze approfondite: delle discipline di base matematiche, fisiche, chimiche, e informatiche; delle discipline ingegneristiche relative alla fluidodinamica, alla trasmissione del calore, ai sistemi energetici di potenza e cogenerativi, all'impatto ambientale dei sistemi energetici, alla combustione e ai processi di produzione dei combustibili; ai metodi di modellazione fisicomatematica per la simulazione di fenomeni, componenti e sistemi energetici.

I laureati specialistici avranno competenze professionali nei settori della termofluidodinamica, dei sistemi energetici e delle tecnologie energetiche avanzate. In particolare, potranno acquisire specifiche competenze ingegneristiche su: termofluidodinamica applicata e impianti termotecnici; sistemi energetici e macchine termiche; elettrotecnica, macchine e sistemi elettrici; meccanica e costruzione di strutture e macchine; fisica e impiantistica dei reattori a fissione e a fusione; fisica e applicazioni industriali dei plasmi; ingegneria delle radiazioni e radioprotezione; analisi di sicurezza; controllo ambientale. L'acquisizione di tali competenze sarà finalizzata al conseguimento di capacità di soluzione di problemi nell'ambito della progettazione innovativa e gestione di sistemi energetici per la produzione, trasformazione ed utilizzazione di energia.

I laureati specialistici in Ingegneria Energetica saranno in grado di applicare gli strumenti analitici conoscenze relative alle tecnologie tipiche del settore anche ad altri comparti di punta dell'ingegneria.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

Prof. Vittorio Colombo  
colombo@ciram.unibo.it

+39 051 20 9 3978

Prof. Andrea Munari

andrea.munari@mail.ing.unibo.it

+39 051 20 9 3918

### **Requisiti per l'accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria Energetica è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

1-Laurea appartenente alla Classe 10 - Ingegneria Industriale, conseguita presso una Università italiana.

2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.

3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, con almeno 100 CFU riconoscibili di cui 80 CFU acquisiti nei settori scientifico disciplinari previsti come caratterizzanti o

di base nell'Ordinamento del CdL in Ingegneria Energetica della Ia Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna.

4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
045500000044610	Centrali elettriche LS	Ing-Ind/33	6	3°
045500000044733	Impatto ambientale dei sistemi energetici LS	Ing-Ind/08	6	1°
045500000045242	Metodi matematici per l'energetica LS	Ing-Ind/18	6	2°
045500000045243	Metodi numerici per l'energetica LS	Ing-Ind/18	6	3°
045500000045244	Tecnologie sostenibili per le risorse energetiche LS	Ing-Ind/25	6	2°
045500000045245	Termofluidodinamica applicata LS	Ing-Ind/10	6	2°
045500000044906	Trasmissione del calore LS	Ing-Ind/10	6	1°
045500000045234	Piastre e gusci LS	Icar/08	6	3°

+ 6 cfu scelti tra le seguenti attività:

			cfu	ciclo
045500000045224	Chimica dei processi di combustione LS	Chim/07	6	1°
045500000049769	Fisica moderna LS	Fis/01	6	1°

### II ANNO

			cfu	ciclo
045500000045229	Applicazioni industriali dei plasmi LS	Ing-Ind/18	6	1°
045500000045246	Impiego industriale dell'energia e cogenerazione LS	Ing-Ind/08	6	2°
045500000045247	Neutronica e plasmi LS	Ing-Ind/18	6	1°
045500000056415	Termoidraulica dei flussi bifase LS	Ing-Ind/19	6	2°
045400000041561	Prova finale		12	

+ materie a scelta guidata - 18 cfu

+ 6 cfu di tipologia D - vedi: (\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*)

- Scelta guidata: Impianti

			cfu	ciclo
045500000045256	Gestione dei sistemi energetici LS	Ing-Ind/09	6	3°
045500000045254	Impianti non convenzionali per la produzione di energia LS	Ing-Ind/19	6	1°
045500000045255	Termotecnica e impianti termotecnici LS	Ing-Ind/08	6	2°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
045500000017387	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
045500000035014	Dinamica dei sistemi non lineari e aleatori LS	Mat/07	3	3°
045500000044603	Ingegneria dei plasmi LS	Ing-Ind/31	6	2°
045500000044828	Principi di ingegneria elettrochimica LS	Ing-Ind/24	6	2°
045500000045602	Metallurgia meccanica LS	Ing-Ind/21	6	2°
045500000045214	Disegno di macchine LS	Ing-Ind/15	6	1°

- Scelta guidata: Tecnologie avanzate

			cfu	ciclo
045500000045257	Radioprotezione LS	Ing-Ind/18	6	3°
045500000041553	Tecnologie elettriche innovative LS	Ing-Ind/33	6	2°
045500000045258	Trasporto di particelle e di radiazione LS	Ing-Ind/18	6	1°

(\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D

			cfu	Ciclo
045500000017387	Azionamenti elettrici L	Ing-Ind/32	6	2°
045500000035014	Dinamica dei sistemi non lineari e aleatori LS	Mat/07	6	3°
045500000044603	Ingegneria dei plasmi LS	Ing-Ind/31	6	2°
045500000044828	Principi di ingegneria elettrochimica LS	Ing-Ind/24	6	3°
045500000045602	Metallurgia meccanica LS	Ing-Ind/21	6	2°
045500000045215	Tecnologie speciali LS	Ing-Ind/16	6	3°

(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA F

			cfu	Ciclo
045500000041542	Laboratorio computazionale di termofluidodinamica L		3	3°
045500000045249	Laboratorio computazionale di termofluidodinamica LS		3	3°

045500000055023	Laboratorio di calcolo parallelo per applicazioni energetiche e meccaniche avanzate LS-A		3	3°
045500000055024	Laboratorio di calcolo parallelo per applicazioni energetiche e meccaniche avanzate LS-B		3	3°
045500000042252	Laboratorio di radioprotezione L		3	3°
045500000045250	Laboratorio di radioprotezione LS		3	3°
045500000041544	Laboratorio di sperimentazione sulle macchine e i sistemi energetici L		3	3°
045500000045251	Laboratorio di sperimentazione sulle macchine e i sistemi energetici LS		3	3°
045500000041545	Laboratorio di tecnologie dei materiali e applicazioni industriali dei plasmi L		3	3°
045500000045252	Laboratorio di tecnologie dei materiali e applicazioni industriali dei plasmi LS		3	3°
045500000044730	Tirocinio LS-A		3	
045500000044731	Tirocinio LS-B		6	

Corso di laurea in

Classe

Sede

**Ingegneria dell'Automazione (0531)**

**29/S- Ingegneria dell'Automazione**

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Claudio Melchiorri**

[cmelchiorri@deis.unibo.it](mailto:cmelchiorri@deis.unibo.it)

### **Obiettivi formativi**

Il corso di laurea specialistica si prefigge l'obiettivo di formare progettisti di sistemi di Automazione con una solida preparazione metodologica ed una adeguata conoscenza dei modelli tipici del settore, degli standard che da essi derivano e delle tecnologie più avanzate disponibili per realizzarli. I laureati specialistici dovranno essere capaci di concepire, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi sia nel settore specifico dell'Automazione sia in altri comparti dove l'Automazione gioca un ruolo rilevante. A questo scopo vengono ampliate le competenze tecniche e scientifiche di base acquisite con la laurea di primo livello, ponendo in primo piano metodologie e metodi di supporto alla progettazione e gestione dei sistemi meccanici avanzati, dei sistemi di controllo, dei metodi di progettazione del software per l'Automazione, della logistica. Sono altresì fornite conoscenze avanzate nei contesti applicativi degli azionamenti elettrici, dell'elaborazione dell'immagine, dei sistemi robotici, della diagnostica e dei sistemi tolleranti ai guasti, della compatibilità elettromagnetica. Sono infine discussi e valutati i risvolti economici, organizzativi e gestionali derivanti dall'uso delle nuove tecnologie.

Il profilo che il complesso delle attività formative intende conseguire è quello di una figura professionale flessibile, con formazione multidisciplinare, atta ad inserirsi negli ambiti operativi molto differenziati tipici dell'Automazione quali quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere che di servizi.

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

- Prof. Andrea Tilli

[atilli@deis.unibo.it](mailto:atilli@deis.unibo.it)

- Prof. Roberto Diversi

[roberto.diversi@unibo.it](mailto:roberto.diversi@unibo.it)

tel +39 051 20 9 3770

### **Requisiti e prove di accesso**

Per iscriversi alla Laurea Specialistica in Ingegneria dell'automazione è necessario il possesso di almeno uno dei seguenti requisiti curriculari:

1- Laurea appartenente alla Classe 9 - Ingegneria della Informazione, conseguita presso una Università italiana.

2-Laurea quinquennale in Ingegneria (Tabella XXIX), conseguita presso una Università italiana.

3-Laurea o Laurea Specialistica, conseguita presso una Università italiana, e almeno 100 CFU acquisiti in un qualunque corso universitario (Laurea, Laurea Specialistica, Master Universitari di primo o secondo livello) nei settori scientifico-disciplinari indicati per le attività formative di base o caratterizzanti dal Regolamento della Laurea in Ingegneria dell'Automazione della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna.

4- Titolo straniero: occorre avere almeno 100 crediti riconoscibili, verificabili sulla base dell'esame, da parte del consiglio di corso di studio, dei programmi degli esami sostenuti all'estero allegati alla domanda di preiscrizione presentata dallo studente.

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
0531000000350120	Controlli automatici LS	Ing-Inf/04	6	2°
0531000000487630	Diagnostica e controllo LS	Ing-Inf/04	6	3°
0531000000452190	Dinamica delle macchine e dei robot LS	Ing-Ind/13	6	1°
0531000000497570	Matematica applicata LS	Mat/07	6	2°
0531000000174540	Ricerca operativa LS	Mat/09	6	1°
0531000000415820	Sistemi di controllo distribuito LS	Ing-Inf/04	6	3°
0531000000497600	Sistemi logistici LS (2)	Ing-Ind/17	6	2°
0531000000179260	Sistemi operativi LA	Ing-Inf/05	6	3°
0531000000497610	Teoria dei sistemi LS	Ing-Inf/04	6	1°

### II ANNO

			cfu	ciclo
0531000000449020	Compatibilità elettromagnetica LS	Ing-Ind/31	6	2°
0531000000415720	Gestione dell'innovazione e dei progetti LS	Ing-Ind/35	6	1°
0531000000497630	Informatica industriale LS	Ing-Inf/05	6	3°
0531000000497580	Laboratorio di macchine automatiche LS	Ing-Ind/14	6	2°
0531000000497620	Laboratorio di sistemi di automazione LS	Ing-Inf/04	6	2°
053100000041561	Prova finale		12	

+ materie a scelta guidata - 12 cfu (\*)

+ 6 cfu di tipologia D - vedi: (\*\*)

+ 6 cfu di tipologia F (\*\*\*)

### (\*) MATERIE A SCELTA GUIDATA

			cfu	ciclo
053100000041789	Dinamica degli azionamenti elettrici LS	Ing-Ind/32	6	3°
053100000041580	Elaborazione dell'Immagine LS	Ing-Inf/05	6	1°
053100000049766	Identificazione dei modelli e analisi dei dati LS	Ing-Inf/04	6	3°
053100000044502	Meccanica delle macchine automatiche L	Ing-Ind/13	6	3°

053100000045220	Meccanica delle vibrazioni LS	Ing-Ind/13	6	2°
053100000045221	Oleodinamica e pneumatica LS	Ing-Ind/08	6	2°

**(\*\*) INSEGNAMENTI CONSIGLIATI PER MATERIE A SCELTA: TIPOLOGIA D**

			cfu	Ciclo
053100000041789	Dinamica degli azionamenti elettrici LS	Ing-Ind/32	6	3°
053100000041580	Elaborazione dell'immagine LS	Ing-Inf/05	6	1°
053100000049766	Identificazione dei modelli e analisi dei dati LS	Ing-Inf/04	6	3°
053100000044502	Meccanica delle macchine automatiche L	Ing-Ind/13	6	3°
053100000045220	Meccanica delle vibrazioni LS	Ing-Ind/13	6	2°
053100000045221	Oleodinamica e pneumatica LS	Ing-Ind/08	6	2°
053100000049759	Tecnologie dei processi di produzione LS	Ing-Ind/16	6	3°

**(\*\*\*) INSEGNAMENTI DI TIPOLOGIA F –**

			cfu	Ciclo
053100000049768	Attività preparatoria alla tesi LS		6	
053100000041560	Tirocinio LS		6	

Year	Month	Day	Time	Location	Remarks
1950	Jan	1	08:00	...	...
1950	Jan	2	08:00	...	...
1950	Jan	3	08:00	...	...
1950	Jan	4	08:00	...	...
1950	Jan	5	08:00	...	...
1950	Jan	6	08:00	...	...
1950	Jan	7	08:00	...	...
1950	Jan	8	08:00	...	...
1950	Jan	9	08:00	...	...
1950	Jan	10	08:00	...	...
1950	Jan	11	08:00	...	...
1950	Jan	12	08:00	...	...
1950	Jan	13	08:00	...	...
1950	Jan	14	08:00	...	...
1950	Jan	15	08:00	...	...
1950	Jan	16	08:00	...	...
1950	Jan	17	08:00	...	...
1950	Jan	18	08:00	...	...
1950	Jan	19	08:00	...	...
1950	Jan	20	08:00	...	...
1950	Jan	21	08:00	...	...
1950	Jan	22	08:00	...	...
1950	Jan	23	08:00	...	...
1950	Jan	24	08:00	...	...
1950	Jan	25	08:00	...	...
1950	Jan	26	08:00	...	...
1950	Jan	27	08:00	...	...
1950	Jan	28	08:00	...	...
1950	Jan	29	08:00	...	...
1950	Jan	30	08:00	...	...
1950	Jan	31	08:00	...	...

Year	Month	Day	Time	Location	Remarks
1950	Jan	32	08:00	...	...
1950	Jan	33	08:00	...	...
1950	Jan	34	08:00	...	...
1950	Jan	35	08:00	...	...
1950	Jan	36	08:00	...	...
1950	Jan	37	08:00	...	...
1950	Jan	38	08:00	...	...
1950	Jan	39	08:00	...	...
1950	Jan	40	08:00	...	...
1950	Jan	41	08:00	...	...
1950	Jan	42	08:00	...	...
1950	Jan	43	08:00	...	...
1950	Jan	44	08:00	...	...
1950	Jan	45	08:00	...	...
1950	Jan	46	08:00	...	...
1950	Jan	47	08:00	...	...
1950	Jan	48	08:00	...	...
1950	Jan	49	08:00	...	...
1950	Jan	50	08:00	...	...
1950	Jan	51	08:00	...	...
1950	Jan	52	08:00	...	...

Year	Month	Day	Time	Location	Remarks
1950	Jan	53	08:00	...	...
1950	Jan	54	08:00	...	...
1950	Jan	55	08:00	...	...
1950	Jan	56	08:00	...	...
1950	Jan	57	08:00	...	...
1950	Jan	58	08:00	...	...
1950	Jan	59	08:00	...	...
1950	Jan	60	08:00	...	...
1950	Jan	61	08:00	...	...
1950	Jan	62	08:00	...	...
1950	Jan	63	08:00	...	...
1950	Jan	64	08:00	...	...
1950	Jan	65	08:00	...	...
1950	Jan	66	08:00	...	...
1950	Jan	67	08:00	...	...
1950	Jan	68	08:00	...	...
1950	Jan	69	08:00	...	...
1950	Jan	70	08:00	...	...
1950	Jan	71	08:00	...	...
1950	Jan	72	08:00	...	...
1950	Jan	73	08:00	...	...
1950	Jan	74	08:00	...	...
1950	Jan	75	08:00	...	...
1950	Jan	76	08:00	...	...
1950	Jan	77	08:00	...	...
1950	Jan	78	08:00	...	...
1950	Jan	79	08:00	...	...
1950	Jan	80	08:00	...	...
1950	Jan	81	08:00	...	...
1950	Jan	82	08:00	...	...
1950	Jan	83	08:00	...	...
1950	Jan	84	08:00	...	...
1950	Jan	85	08:00	...	...
1950	Jan	86	08:00	...	...
1950	Jan	87	08:00	...	...
1950	Jan	88	08:00	...	...
1950	Jan	89	08:00	...	...
1950	Jan	90	08:00	...	...
1950	Jan	91	08:00	...	...
1950	Jan	92	08:00	...	...
1950	Jan	93	08:00	...	...
1950	Jan	94	08:00	...	...
1950	Jan	95	08:00	...	...
1950	Jan	96	08:00	...	...
1950	Jan	97	08:00	...	...
1950	Jan	98	08:00	...	...
1950	Jan	99	08:00	...	...
1950	Jan	100	08:00	...	...

Corso di laurea in

Classe

Sede

Obblighi formativi

Tipologie di corsi di studio (a ciclo unico)

Modalità di organizzazione didattica

Modalità di valutazione (a ciclo unico)

Struttura e contenuti dei corsi di studio

## Lauree Magistrali a Ciclo Unico



Corso di laurea in

**Ingegneria Edile-Architettura (0940)**

Classe

**L-M 4- Architettura e Ingegneria Edile**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Carlo Monti**

carlo.monti@mail.ing.unibo.it

### **Obiettivi Formativi**

Il percorso formativo proposto per la Laurea Magistrale in Ingegneria Edile-Architettura prevede inizialmente l'acquisizione di una solida formazione nelle discipline matematico-fisiche, storiche, della rappresentazione, dell'ingegneria strutturale.

In particolare, per quanto riguarda le discipline matematico-fisiche, l'insegnamento è finalizzato all'apprendimento del metodo scientifico e sperimentale e delle conoscenze necessarie per risolvere i problemi tecnici relativi all'ideazione e progettazione di edifici ed insediamenti; per quanto riguarda la storia dell'architettura, le conoscenze richieste sono quelle necessarie per la comprensione storica e la valutazione critica delle opere, in rapporto al loro contesto, ai materiali e alle tecniche impiegate; per quanto riguarda i metodi di rappresentazione dell'architettura e dello spazio abitato, la formazione è finalizzata ai diversi aspetti della disciplina, come strumento di conoscenza, elaborazione e comunicazione dell'idea progettuale; per quanto riguarda l'ingegneria strutturale, la formazione è finalizzata all'acquisizione delle competenze necessarie per la concezione, la modellazione e la realizzazione delle strutture.

Su tale base si innestano - e si confrontano costantemente lungo il corso di studi - i metodi e le tecniche propri della tradizione dell'ingegneria, riguardanti il progetto delle componenti strutturali ed impiantistiche delle costruzioni, la produzione e l'impiego dei materiali, il controllo ambientale degli spazi architettonici ed urbani; e quelli propri della tradizione dell'architettura, riguardanti il progetto come sintesi fra forma, funzione e costruzione, i caratteri tipologici, morfologici e linguistici dell'organismo architettonico, il recupero e il restauro di edifici e tessuti urbani.

Anche i contenuti delle discipline riguardanti la progettazione urbana e più in generale il governo del territorio sono finalizzati a garantire un approccio di sintesi fra i diversi aspetti della realtà da conoscere e trasformare, da quelli della forma percepibile a quelli fisico-ambientali, a quelli sociali, a quelli di fattibilità economica.

L'intero percorso formativo è caratterizzato dai laboratori progettuali, indispensabili non solo per la verifica delle conoscenze acquisite, ma anche per favorire, in analogia con quanto avviene nella maggior parte dei paesi europei, una formazione di tipo integrato, aperta al confronto con gli specialisti dei diversi settori tecnologici e scientifici coinvolti nella realizzazione o riqualificazione di edifici ed insediamenti.

### **Sbocchi professionali**

Libero professionista in forma singola/associata o dipendente/consulente di:

- industrie di costruzioni edili/infrastrutturali;
- industrie manifatturiere per progettazione, produzione, installazione, di componenti e materiali per l'edilizia;
- società di ingegneria;

- società immobiliari;
- amministrazioni ed enti pubblici

Il superamento dell'esame di stato abilita l'Ingegnere Edile o l'Architetto a tutte le attività professionali, rispettivamente del settore civile/ambientale dell'Albo degli Ingegneri, sezione A, e del settore Architettura dell'Albo degli Architetti, sezione A.

## Docenti di riferimento per riconoscimento crediti

Prof. Gabriele Giacobazzi  
 gabriele.giacobazzi@mail.ing.unibo.it  
 +39 051 20 9 3175

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	ciclo
09400000027210	Analisi matematica 1	Mat/05	6	1°
09400000029353	Disegno dell'architettura 1 con laboratorio (corso integrato)	Icar/17	9 + 3	2°
09400000000413	Fisica generale	Fis/01	6	2°
09400000000470	Geometria	Mat/03	6	2°
09400000014490	Informatica grafica	Ing-Inf/05	6	1°
09400000029351	Storia dell'architettura 1 con laboratorio (corso integrato)	Icar/18	9+2	1°
09400000018616	Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia, diritto urbanistico e sociologia (Corso integrato: Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia diritto urbanistico + sociologia)	Ius/10 Sps/10	4+2	1°
09400000052317	Lingua inglese L		3	

### II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	ciclo
09400000027213	Analisi matematica 2	Mat/05	6	1°
09400000029346	Architettura e composizione architettonica 1 con laboratorio (corso integrato)	Icar/14	8+4	1°
09400000029347	Disegno dell'architettura 2 con laboratorio (corso integrato)	Icar/17	9 + 3	1°
09400000002429	Estimo	Icar/22	8	1°
0940000001379	Meccanica razionale	Mat/07	6	1°
09400000029352	Storia dell'architettura 2 con laboratorio (corso integrato)	Icar/18	9+2	1°

### III ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	ciclo
09400000029366	Architettura e composizione architettonica 2 con laboratorio (corso integrato)	Icar/14	8+4	1°
09400000029339	Architettura tecnica 1 con laboratorio (corso integrato)	Icar/10	8+2	1°
09400000018617	Idraulica e costruzioni idrauliche urbane (Corso integrato: Costruzioni idrauliche urbane + Idraulica)	Icar/02 Icar/01	5+5	1°
09400000052317	Urbanistica con laboratorio (corso integrato)	Icar/21	8+2	1°
09400000029349	Scienza delle costruzioni con laboratorio (corso integrato)	Icar/08	10+3	1°
09400000052317	Urbanistica	Icar/21	8	1°

### IV ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	ciclo
09400000029372	Architettura tecnica 2 con laboratorio (corso integrato)	Icar/10	8+2	1°
09400000010427	Fisica tecnica ambientale	Ing-Ind/11	9	1°
09400000002007	Geotecnica	Icar/07	9	1°
09400000029375	Organizzazione del cantiere con laboratorio (corso integrato)	Icar/11	7+1	1°
09400000029368	Tecnica delle costruzioni con laboratorio	Icar/09	10+3	1°
09400000029373	Tecnologia dei materiali e chimica applicata con laboratorio (corso integrato)	Ing-Ind/22	6+1	1°

### V ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	ciclo
09400000029378	Architettura e composizione architettonica 3 con laboratorio (corso integrato)	Icar/14	8+4	1°
09400000018619	Laboratorio tesi di laurea		9	
09400000029381	Restauro architettonico con laboratorio (corso integrato)	Icar/19	8+2	1°
09400000018620	Stage e tirocini		5	
09400000029386	Tecnica urbanistica con laboratorio (corso integrato)	Icar/20	8+2	1°
09400000017268	Prova finale		12	

scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative

			cfu	ciclo
094000000029410	Architettura e composizione architettonica 4	Icar/14	8	1°
094000000029417	Architettura tecnica 3	Icar/10	8	1°
094000000018565	Architettura tecnica e tipologie edilizie	Icar/10	8	1°
094000000008078	Progettazione urbanistica	Icar/21	8	1°

+ 12 CFU tra

			cfu	ciclo
094000000029410	Architettura e composizione architettonica IV		8	2°
094000000029417	Architettura tecnica 3	Icar/10	8	1°
094000000018565	Architettura tecnica e tipologie edilizie	Icar/10	8	1°
094000000018564	Chimica e tecnologia del restauro e della conservazione dei materiali	Ing-Ind/22	8	1°
094000000050944	Costruzioni di strade ferrovie e di aeroporti	Icar/04	8	1°
094000000011704	Costruzioni in zona sismica	Icar/09	8	1°
094000000011708	Impianti tecnici	Ing-Ind/11	8	1°
094000000000504	Impianti elettrici	Ing-Ind/33	8	1°
094000000009043	Ingegneria del territorio	Icar/20	8	1°
094000000033253	Laboratorio tesi di laurea 2		4	
094000000032730	Modellazione virtuale per l'architettura	Icar/17	8	1°
094000000008078	Progettazione urbanistica	Icar/21	8	1°
094000000011375	Recupero e conservazione degli edifici	Icar/10	8	1°
094000000033254	Tecnica delle costruzioni 2	Icar/09	8	1°
094000000033255	Tecnica urbanistica 2	Icar/20	8	1°
094000000029444	Tecniche di produzione e conservazione dei materiali edilizi	Icar/11	8	1°
094000000017427	Topografia e fotogrammetria	Icar/06	8	1°

Classe

Scienze

Obiettivi formativi

Il candidato deve essere in grado di:

1. descrivere i principi generali della microfluidica e nanofluidica;

2. spiegare i meccanismi di trasporto e di separazione;

3. progettare e realizzare dispositivi microfluidici e nanofluidici;

4. analizzare i dati sperimentali e interpretarli;

5. discutere i vantaggi e le limitazioni delle tecniche;

6. applicare le conoscenze acquisite a problemi pratici.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

7. utilizzare i software di simulazione;

8. redigere relazioni e presentazioni orali;

9. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

10. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

11. utilizzare i software di simulazione;

12. redigere relazioni e presentazioni orali;

13. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

14. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

15. utilizzare i software di simulazione;

16. redigere relazioni e presentazioni orali;

17. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

18. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

19. utilizzare i software di simulazione;

20. redigere relazioni e presentazioni orali;

21. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

22. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

23. utilizzare i software di simulazione;

24. redigere relazioni e presentazioni orali;

25. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

26. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

27. utilizzare i software di simulazione;

28. redigere relazioni e presentazioni orali;

29. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

30. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

Il candidato deve inoltre essere in grado di:

31. utilizzare i software di simulazione;

32. redigere relazioni e presentazioni orali;

33. lavorare in gruppo e partecipare attivamente;

34. aggiornarsi sulle novità della ricerca.

## Lauree Magistrali

		1961	1962
1. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
2. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
3. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
4. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
5. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
6. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
7. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
8. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
9. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
10. ...	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...
	...	...	...

Corso di laurea in **Materials and sensors systems for environmental technologies (0944)**

Classe

**L-M 22 Ingegneria Chimica**

Sede

**Bologna**

### **Obiettivi Formativi**

Il raggiungimento degli obiettivi qualificanti per il laureato magistrale è ottenuto attraverso un percorso formativo nel quale lo studente deve acquisire la padronanza degli aspetti metodologici fondamentali della ingegneria dei materiali e della ingegneria elettronica e quelli specialistici dell'ingegneria di processo. Lo studente acquisisce quindi conoscenze avanzate di termodinamica e fenomeni di trasporto, conoscenze specialistiche di scienza e tecnologia dei materiali e conoscenze fondamentali di elettronica dello stato solido e di strumentazione digitale. La preparazione, completata e integrata da esperienze di laboratorio e/o da tirocini industriali, deve offrire il corretto inquadramento in una visione di sistema dello spettro di competenze sopra indicate, al fine di garantire ai laureati magistrali la capacità di rispondere alle esigenze specialistiche diverse collegabili alla analisi avanzata e alla progettazione di sistemi di sensori.

### **Sbocchi professionali**

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali trovano occupazione presso:

- industrie chimiche, alimentari, farmaceutiche e di processo in genere;
- industrie del settore della microelettronica;
- industrie del settore biomedicale;
- aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze e materiali;
- laboratori industriali;
- strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza.

### **Docenti di riferimento**

Prof. Ferruccio Doghieri  
ferruccio.doghieri@mail.ing.unibo.it  
+39 051 20 9 0426

### **Manifesto**

**I ANNO (SEDE DI BOLOGNA)**

			cfu	ciclo
09440000030799	Advanced English		3	1°
09440000030334	Materials characterization and laboratory	Ing-Ind/22	6+3	1°
09440000030678	Mathematical methods	Mat/03	6	1°
09440000030799	Fondamenti di informatica e laboratorio T-AB	Ing-Inf/05	12	1°

09440000030820	Solid state chemistry and laboratory	Chim/07	6	1°
09440000030147	Thermodynamics of materials	Ing-Ind/24	6	1°
09440000030149	Fluid mechanics and trasport phenomena	Ing-Ind/24	9	2°
09440000030154	Photocatalytic processes and environmental applications	Ing-Ind/24	3	2°
09440000030460	Polymeric materials and rheology	Ing-Ind/24 Ing-Ind/22	6+3	2°
09440000030680	Solid state electronics	Ing-Inf/01	6	2°
09440000030697	Solid state physical chemistry	Ing-Ind/23	6	2°

## II ANNO (NON ATTIVO)

			cfu	Ciclo
09440000030444	Composite materials (Mechanical behaviour of composite materials+Science and technology of composite materials)	Ing-Ind/14 Ing-Ind/22	6+3	1°
09440000030682	Environmental and quality aspects in electronic system design and manufacturing	Ing-Inf/01	3	1°
09440000030800	Final project		21	
09440000030815	Industrial training		9	1°
09440000030455	Materials corrosion and protection	Ing-Ind/22	6	1°
09440000030703	Non-destructive techniques	Ing-Ind/14	3	1°
09440000030696	Solid state sensors	Ing-Inf/01	6	1°

Corso di laurea in

**Ingegneria Chimica e di processo (0929)**

Classe

**LM-22 Ingegneria chimica**

Sede

**Bologna**

**Presidente del Consiglio di Corso di Laurea**

**Prof. Ferruccio Doghieri**

[ferruccio.doghieri@mail.ing.unibo.it](mailto:ferruccio.doghieri@mail.ing.unibo.it)

### **Obiettivi Formativi**

Il raggiungimento degli obiettivi qualificanti sopra indicati per il laureato magistrale è ottenuto attraverso un percorso formativo nel quale lo studente acquisisce la padronanza degli aspetti metodologici specialistici dell'ingegneria di processo, basati su conoscenze avanzate di termodinamica, fluidodinamica e fenomeni di trasporto e dalle applicazioni specifiche al settore delle tecniche di controllo e di analisi della sicurezza. La preparazione, completata e integrata da esperienze di laboratorio e/o da tirocini industriali, consente al laureato il corretto inquadramento in una visione di sistema dello spettro di competenze sopra indicate, al fine di garantire ai laureati magistrali nel Corso di Studio la capacità di rispondere alle esigenze specialistiche diverse collegabili alla analisi avanzata e alla progettazione di processi di trasformazione di interesse industriale.

I laureati magistrali nel Corso di Studio devono in particolare:

- essere in grado di produrre modelli fisico/matematici capaci di analizzare caratteristiche e prestazioni degli apparati, degli impianti e dei processi per la produzione di prodotti e materiali;
- essere capaci di procedere alla progettazione di impianti e di processi e di progettare e condurre attività di ricerca e sviluppo nel settore;
- essere in grado di studiare ed applicare metodi avanzati per la regolazione ed il controllo dei processi; essere capaci di sviluppare ed applicare tecnologie anche innovative, connotate dalle richieste caratteristiche di sicurezza e di compatibilità ambientale.

### **Sbocchi professionali**

I laureati magistrali presso il corso di studio svolgono attività professionali in diversi ambiti quali progettazione, produzione, gestione ed organizzazione, attività tecnico-commerciale, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle pubbliche amministrazioni, sia nella libera professione.

In particolare, le professionalità dei laureati presso il corso di studio sono funzionali ai seguenti sbocchi occupazionali:

- industrie del comparto chimico, alimentare, farmaceutico, biomedico, dell'energia e di processo in generale;
  - aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze, con particolare riferimento al settore agro-alimentare e di produzione e trasformazione di materiali con particolare riferimento ai materiali polimerici e ceramici;
  - società di ingegneria, impiantistiche e di servizi ambientali;
  - laboratori industriali;
- strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza;

### **Docenti di riferimento per riconoscimento crediti**

- Prof. Giulio Cesare Sarti

[giulio.sarti@unibo.it](mailto:giulio.sarti@unibo.it)

tel +39 051 20 9 3142

- Prof. Carlo Stramigioli

[carlo.stramigioli@mail.ing.unibo.it](mailto:carlo.stramigioli@mail.ing.unibo.it)

tel +39 051 20 9 3153

## Manifesto

### I ANNO

			cfu	Ciclo
092900000029149	Dinamica dei processi e simulazione numerica M (corso integrato: Analisi numerica M+Dinamica e controllo dei processi M)	Mat/08	6+4	1°
092900000029155	Progettazione di apparecchiature e impianti M	Ing-Ind/25	8	2°
092900000035070	Lingua straniera: inglese B			3°

Scegli 6 CFU tra le seguenti attività formative:

092900000029145	Complementi di analisi matematica M	Mat/05	6	1°
092900000029161	Mathematical methods	Mat/03	6	1°

Scegli 6 CFU tra le seguenti attività formative:

092900000029157	Termodinamica per l'ingegneria chimica M	Ing-Ind/24	6	1°
092900000029158	Thermodynamics of materials M	Ing-Ind/24	6	1°

Scegli 8 CFU tra le seguenti attività formative:

092900000029160	Fluid mechanics and transport phenomena M	Ing-Ind/24	8	2°
092900000029215	Meccanica dei fluidi e fenomeni di trasporto M	Ing-Ind/24	8	2°

ATTIVITA' FORMATIVE OBBLIGATORIE DI CURRICULUM: "MATERIALI"(3 CFU)

092900000029193	Solid state chemistry and laboratory M	Chim/07	6	1°
-----------------	--	---------	---	----

ATTIVITA' FORMATIVE OBBLIGATORIE DI CURRICULUM: "PROCESSI"(3 CFU)

092900000029181	Costruzione e tecnologia delle apparecchiature chimiche M (corso integrato: Tecnologia meccanica M+Costruzione di apparecchiature chimiche M)	Ing-Ind/16 Ing-Ind/14	3+3	1°
092900000029180	Principi di ingegneria elettrochimica M	Ing-Ind/24	6	2°

ATTIVITA' FORMATIVE OBBLIGATORIE DI CURRICULUM: "BIOTECNOLOGIE"(3 CFU)

092900000029162	Biotecnologie industriali e ambientali M (corso integrato)	Chim/11	3+6	1°
-----------------	--	---------	-----	----

092900000029165	Processi di separazione a membrana e bioreattori M	Ing-Ind/24	6	2°
-----------------	--	------------	---	----

**ATTIVITA' FORMATIVE OBBLIGATORIE DI CURRICULUM: "AMBIENTE"(3 CFU)**

092900000029165	Processi di separazione a membrana e bioreattori M	Ing-Ind/24	6	2°
092900000029189	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo M	Ing-Ind/25	6	2°

**+ SCEGLI 9 CFU TRA LE ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE AL PRIMO O AL SECONDO ANNO**

092900000029165	Laboratorio di biotecnologie M		3	1°
092900000029170	Laboratorio di fenomeni di trasporto M		3	2°
092900000029179	Tirocinio esterno M			

**ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM "Material" (9 CFU)**

092900000029162	Biotecnologie industriali e ambientali M (corso integrato)	Chim/11	3+6	1°
092900000029181	Costruzione e tecnologia delle apparecchiature chimiche M (corso integrato: Tecnologia meccanica M+Costruzione di apparecchiature chimiche M)	Ing-Ind/16 Ing-Ind/14	3+3	1°
092900000029211	Fisica matematica ed elementi di probabilità e statistica M		6	1°
092900000029210	Fisica matematica M		6	1°
092900000029209	Fisica moderna M		6	1°
092900000029169	Laboratorio di biotecnologie M		3	1°
092900000029173	Laboratorio di dinamica dei processi		3	1°
092900000029196	Laboratory of materials characterization M		3	1°
092900000029195	Materials characterization M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000029188	Microbiologia e biotecnologia per il disinquinamento M	Chim/11	6	1°
092900000032801	Non-destructive techniques M	Ing-Ind/14	3	1°
092900000029193	Solid state chemistry and laboratory M	Chim/07	6	1°
092900000029170	Laboratorio di fenomeni di trasporto M		3	2°
092900000029185	Photocatalysis: Processes and environmental applications M	Ing-Ind/24	3	2°
092900000032654	Polymeric materials and rheology M (corso integrato)	Ing-Ind/22 Ing-Ind/24	6+3	2°
092900000029180	Principi di ingegneria elettrochimica M	Ing-Ind/24	6	2°
092900000029165	Processi di separazione a membrana e bioreattori M	Ing-Ind/24	6	2°

092900000029189	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo M	Ing-Ind/25	6	2°
-----------------	--	------------	---	----

ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM "Process" (9 CFU)

092900000029162	Biotecnologie industriali e ambientali M (corso integrato)	Chim/11	3+6	1°
092900000029211	Fisica matematica ed elementi di probabilità e statistica M		6	1°
092900000029210	Fisica matematica M		6	1°
092900000029209	Fisica moderna M		6	1°
092900000029169	Laboratorio di biotecnologie M		3	1°
092900000029173	Laboratorio di dinamica dei processi		3	1°
092900000029196	Laboratory of materials characterization M		3	1°
092900000029195	Materials characterization M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000029188	Microbiologia e biotecnologia per il disinquinamento M	Chim/11	6	1°
092900000032801	Non-destructive techniques M	Ing-Ind/14	3	1°
092900000029193	Solid state chemistry and laboratory M	Chim/07	6	1°
092900000029170	Laboratorio di fenomeni di trasporto M		3	2°
092900000029185	Photocatalysis: Processes and environmental applications M	Ing-Ind/24	3	2°
092900000032654	Polymeric materials and rheology M (corso integrato)	Ing-Ind/22 Ing-Ind/24	6+3	2°
092900000029180	Principi di ingegneria elettrochimica M	Ing-Ind/24	6	2°
092900000029165	Processi di separazione a membrana e bioreattori M	Ing-Ind/24	6	2°
092900000029189	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo M	Ing-Ind/25	6	2°

ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM "Biotecnologie" (9 CFU)

092900000029207	Applicazioni industriali dei plasmi M	Ing-Ind/14	6	1°
092900000029181	Costruzione e tecnologia delle apparecchiature chimiche M (corso integrato: Tecnologia meccanica M+Costruzione di apparecchiature chimiche M)	Ing-Ind/16 Ing-Ind/14	3+3	1°
092900000029211	Fisica matematica ed elementi di probabilità e statistica M		6	1°
092900000029210	Fisica matematica M		6	1°
092900000029209	Fisica moderna M		6	1°
092900000029169	Laboratorio di biotecnologie M		3	1°

092900000029173	Laboratorio di dinamica dei processi		3	1°
092900000029196	Laboratory of materials characterization M		3	1°
092900000029195	Materials characterization M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000029188	Microbiologia e biotecnologia per il disinquinamento M	Chim/11	6	1°
092900000032801	Non-destructive techniques M	Ing-Ind/14	3	1°
092900000029193	Solid state chemistry and laboratory M	Chim/07	6	1°
092900000029170	Laboratorio di fenomeni di trasporto M		3	2°
092900000029185	Photocalysis: Processes and environmental applications M	Ing-Ind/24	3	2°
092900000032654	Polymeric materials and rheology M (corso integrato)	Ing-Ind/22 Ing-Ind/24	6+3	2°
092900000029189	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo M	Ing-Ind/25	6	2°

ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM "Ambiente" (9 CFU)

092900000029181	Costruzione e tecnologia delle apparecchiature chimiche M (corso integrato: Tecnologia meccanica M+Costruzione di apparecchiature chimiche M)	Ing-Ind/16 Ing-Ind/14	3+3	1°
092900000029211	Fisica matematica ed elementi di probabilità e statistica M		6	1°
092900000029210	Fisica matematica M		6	1°
092900000029209	Fisica moderna M		6	1°
092900000029169	Laboratorio di biotecnologie M		3	1°
092900000029173	Laboratorio di dinamica dei processi M		3	1°
092900000029196	Laboratory of materials characterization M		3	1°
092900000029195	Materials characterization M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000032801	Non-destructive techniques M	Ing-Ind/14	3	1°
092900000029193	Solid state chemistry and laboratory M	Chim/07	6	1°
092900000029170	Laboratorio di fenomeni di trasporto M		3	2°
092900000029185	Photocalysis: Processes and environmental applications M	Ing-Ind/24	3	2°
092900000032654	Polymeric materials and rheology M (corso integrato)	Ing-Ind/22 Ing-Ind/24	6+3	2°
092900000029180	Principi di ingegneria elettrochimica M	Ing-Ind/24	6	2°
092900000029165	Processi di separazione a membrana e bioreattori M	Ing-Ind/24	6	2°
092900000029189	Tecnologie di risanamento del suolo e del sottosuolo M	Ing-Ind/25	6	2°

**II ANNO (NON ATTIVO)**

			cfu	Ciclo
092900000029156	Affidabilità e sicurezza nell'industria di processo M	Ing-Ind/25	8	1°
092900000029152	Chimica industriale e sviluppo dei processi chimici M (corso integrato)	Ing-Ind/26 Ing-Ind/27	5+3	1°
092900000017268	Prova finale		18	
092900000029146	Reattoristica e operazioni unitarie M (corso integrato)	Ing-Ind/24 Ing-Ind/25	3+3	1°

**ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA DI CURRICULUM: 9 CFU "MATERIALI"**

			cfu	Ciclo
092900000032653	Composite materials M (corso integrato: Mechanical behaviour of composite materials M+Science and technology of composite materials M)	Ing-Ind/14 Ing-Ind/22	6+3	1°
092900000029194	Materials corrosion and protection M	Ing-Ind/22	6	1°

**"PROCESSI"**

092900000032853	Impatto ambientale dei processi industriali M (corso integrato: Sicurezza e valutazione di impatto ambientale dei sistemi industriali M+Photocalyssis: processes and environmental applications M)	Ing-Ind/25	6+3	1°
092900000029186	Sicurezza e sviluppo di impianti M (corso integrato: Sicurezza e valutazione di impatto ambientale dei sistemi industriali M+Sviluppo e progetto di impianti M)	Ing-Ind/25	6+3	1°

**"BIOTECNOLOGIE"**

092900000029168	Bioseparazioni M	Ing-Ind/24	6	1°
-----------------	------------------	------------	---	----

**"AMBIENTE"**

092900000029190	Ingegneria di processo per la protezione ambientale M (corso integrato: Tecnologie per la protezione ambientale M+Principi di ingegneria chimica ambientale M)	Ing-Ind/27 Ing-Ind/24	6+3	1°
-----------------	--	--------------------------	-----	----

**ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE (massimo 9 CFU)**

092900000029172	Laboratorio di operazioni unitarie M		3	1°
092900000029171	Laboratorio di simulazione di processo M		3	1°
092900000029179	Tirocinio esterno M		9	

per il curriculum "Processi" è possibile scegliere anche:

092900000029178	Laboratorio di sviluppo e progetto di impianti M		6	1°
-----------------	--	--	---	----

**ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM "MATERIAL" (9 CFU)**

			cfu	Ciclo
092900000029207	Applicazioni industriali dei plasmi M	Ing-Ind/27	6	1°
092900000029168	Bioseparazioni M	Ing-Ind/24	6	1°
092900000032653	Composite materials M (corso integrato: Mechanical behaviour of composite materials M+Science and technology of composite materials M)	Ing-Ind/14 Ing-Ind/22	6+3	1°
092900000029206	Gestione dell'innovazione e dei progetti M		6	1°
092900000029214	Ingegneria dei plasmi M		6	1°
092900000029190	Ingegneria di processo per la protezione ambientale M (corso integrato: Tecnologie per la protezione ambientale M+Principi di ingegneria chimica ambientale M)	Ing-Ind/27 Ing-Ind/24	6+3	1°
092900000029174	Laboratorio di impianti chimici M		3	1°
092900000029172	Laboratorio di operazioni unitarie M		3	1°
092900000029175	Laboratorio di sicurezza nell'industria di processo M		3	1°
092900000029980	Materiali ceramici T		6	1°
092900000030131	Metallurgia meccanica M		6	1°
092900000029194	Materials corrosion and protection M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000029184	Sicurezza e valutazione di impatto ambientale dei sistemi industriali M	Ing-Ind/25	6	1°
092900000029176	Sviluppo e progetto di impianti con laboratorio M (corso integrato)	Ing-Ind/25	6+3	1°

**ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM "PROCESSI" e "AMBIENTE" (9 CFU)**

			cfu	Ciclo
092900000029207	Applicazioni industriali dei plasmi M	Ing-Ind/27	6	1°
092900000029168	Bioseparazioni M	Ing-Ind/24	6	1°
092900000032653	Composite materials M (corso integrato: Mechanical behaviour of composite materials M+Science and technology of composite materials M)	Ing-Ind/14 Ing-Ind/22	6+3	1°
092900000029206	Gestione dell'innovazione e dei progetti M		6	1°
092900000029214	Ingegneria dei plasmi M		6	1°

092900000029190	Ingegneria di processo per la protezione ambientale M (corso integrato: Tecnologie per la protezione ambientale M+Principi di ingegneria chimica ambientale M)	Ing-Ind/27 Ing-Ind/24	6+3	1°
092900000029174	Laboratorio di impianti chimici M		3	1°
092900000029172	Laboratorio di operazioni unitarie M		3	1°
092900000029175	Laboratorio di sicurezza nell'industria di processo M		3	1°
092900000029194	Materials corrosion and protection M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000029184	Sicurezza e valutazione di impatto ambientale dei sistemi industriali M	Ing-Ind/25	6	1°
092900000029176	Sviluppo e progetto di impianti con laboratorio M (corso integrato)	Ing-Ind/25	6+3	1°

**ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA LIBERA DELLO STUDENTE- CURRICULUM  
"BIOTECNOLOGIE" (9 CFU)**

			cfu	Ciclo
092900000029207	Applicazioni industriali dei plasmi M	Ing-Ind/27	6	1°
092900000029206	Gestione dell'innovazione e dei progetti M		6	1°
092900000029214	Ingegneria dei plasmi M		6	1°
092900000029190	Ingegneria di processo per la protezione ambientale M (corso integrato: Tecnologie per la protezione ambientale M+Principi di ingegneria chimica ambientale M)	Ing-Ind/27 Ing-Ind/24	6+3	1°
092900000029174	Laboratorio di impianti chimici M		3	1°
092900000029172	Laboratorio di operazioni unitarie M		3	1°
092900000029175	Laboratorio di sicurezza nell'industria di processo M		3	1°
092900000029194	Materials corrosion and protection M	Ing-Ind/22	6	1°
092900000029171	Laboratorio di simulazione di processo M		3	1°
092900000029176	Sviluppo e progetto di impianti con laboratorio M (corso integrato)	Ing-Ind/25	6+3	1°
092900000029196	Laboratory of materials characterization M		3	1°
092900000029186	Sicurezza e sviluppo di impianti M (corso integrato: Sicurezza e valutazione di impatto ambientale dei sistemi industriali M+Sviluppo e progetto di impianti M)	Ing-Ind/25	6+3	1°

# ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI

44719 - ACQUIDOTTI E POGNANO

Direttore: M. BONELLI  
Cassa di Laurea: 1000 Lire  
Voto: /  
Credito: 4

## Contenuto di studio da svolgersi in:

Sempre nel corso di studio, dovranno essere svolte le discipline sotto riportate, che dovranno essere frequentate in un periodo di tempo compreso fra il primo e il secondo semestre di corso, per un numero di ore complessive di 120.

## Programmi - Contenuti:

Logica  
Epistemologia - Teoria della scienza  
Filosofia - Storia della filosofia  
Storia - Storia contemporanea  
Diritto - Diritto costituzionale  
Filosofia  
Logica - Logica formale  
Epistemologia - Epistemologia generale  
Metodologia - Metodologia della ricerca scientifica  
Storia - Storia contemporanea  
Diritto - Diritto costituzionale

# **Elenco Insegnamenti**

## Temi / Bibliografia

Metodologia della ricerca scientifica

## Metodi didattici

Lezioni frontali  
Audioregistrazione  
Materiali di studio

## Modalità di verifica

Scrittura  
Oralità

## Strumenti di lavoro

Manuale di metodologia  
Manuale di filosofia

52479

Direttore: /  
Cassa di Laurea: /  
Voto: /  
Credito: /

## Contenuto di studio

Discipline / ore complessive  
Periodo di studio  
Credito

No. of specimens	No. of plants	No. of fruits	No. of seeds
10	10	10	10
5	5	5	5
3	3	3	3
2	2	2	2
1	1	1	1

**MATERIALS AND METHODS**

The following methods were used in the study:

- 1. **Plant Collection:** Plants were collected from various habitats...
- 2. **Specimen Preparation:** Specimens were dried and pressed...
- 3. **Herbarium:** The specimens were deposited in the herbarium...
- 4. **Analysis:** The specimens were analyzed for their chemical composition...
- 5. **Results:** The results of the analysis are given in the following table...

# ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI

## 44719 - ACQUEDOTTI E FOGNATURE LS

<b>Docente:</b>	MARINELLI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire allo studente una chiave di lettura sui principali problemi progettuali e gestionali che riguardano il campo degli acquedotti e delle fognature. In particolare lo studente sarà in grado di ricercare o rilevare i dati che servono per affrontare i problemi che si troverà ad affrontare, eseguire verifiche di idoneità ed il dimensionamento degli elementi costituenti i sistemi acquedottistici e di fognatura.

### Programma / Contenuti

#### Acquedotti

Legislazione - Qualità dell'acqua per il consumo umano - Consumi idropotabili - Schemi adduttori e di reti di distribuzione - Moto vario, gradualmente variato, permanente - Modelli di simulazione del comportamento idraulico in condizioni di moto permanente e di moto vario - Modelli di simulazione della qualità dell'acqua - Organi e manufatti presenti negli acquedotti - Materiali

#### Fognature

Legislazione - Analisi e descrizione statistica delle precipitazioni - Schemi di reti con manufatti ed organi di regolazione - Trasformazione afflussi deflussi - Modelli di propagazione di piena - Modelli di qualità dell'acqua - Metodi semplificati di verifica e di dimensionamento delle reti - Metodi di verifica e dimensionamento di vasche di prima pioggia e di laminazione - Impatto ambientale sui corsi d'acqua superficiali - Aspetti geotecnici e strutturali

### Testi / Bibliografia

Lista di testi fornita dal docente

### Metodi didattici

Alternanza di aspetti teorici con esempi numerici di applicazione e con l'esame di fotografie di opere, manufatti e prodotti commerciali

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orale con esercizi di verifica e dimensionamento.

### Strumenti a supporto della didattica

Analisi di modelli di simulazione durante le ore del corso con esempi di reti reali.  
Visione ed analisi di progetti

## 49498 - ACUSTICA APPLICATA E ILLUMINOTECNICA L

<b>Docente:</b>	TRONCHIN LAMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire una solida conoscenza di base dell'Acustica Applicata ed una panoramica delle principali applicazioni: acustica ambientale e valutazioni d'impatto delle infrastrutture di trasporto e degli insediamenti industriali;

acustica degli edifici; qualità del suono e acustica delle sale. Fanno parte integrante dell'insegnamento conoscenze sulla strumentazione di misura, sulle norme tecniche italiane ed internazionali, sulla legislazione di settore

### Programma / Contenuti

#### 1. Acustica fisica.

Il fenomeno sonoro. Principali grandezze acustiche.

Velocità del suono nei vari mezzi.

Onde piane, sferiche, cilindriche, stazionarie.

#### 2. Acustica psicofisica (cenni).

Sistema uditivo umano.

Disturbo e danno da rumore.

#### 3. Livelli sonori decibel e spettri.

Scala dei decibel.

Filtri di (1/n di) ottava.

Curve di ponderazione in frequenza.

Metrica dei livelli sonori.

Misuratori di livello sonoro.

Cenni all'analisi di Fourier.

#### 4. Rumore in ambiente esterno.

La propagazione sonora in ambiente esterno.

Barriere acustiche.

Leggi e norme tecniche.

Rumore da impianti industriali. Rumore da traffico stradale, ferroviario, aereo.

#### 5. Acustica edilizia.

Isolamento acustico: leggi fondamentali.

Leggi e norme tecniche.

Valutazione delle prestazioni acustiche dell'edificio nel suo insieme a partire dalle prestazioni dei componenti.

#### 6. Acustica degli ambienti chiusi.

Trattazione geometrica.

Trattazione energetica-statistica. Riverberazione.

Formule di Sabine e di Norris-Eyring del tempo di riverberazione.

Cenni alla trattazione ondulatoria.

Materiali e sistemi passivi fonoassorbenti.

#### 7. Elementi di illuminotecnica. Grandezze fotometriche, illuminamento degli interni (artificiale e naturale).

Il fattore di luce diurna

### Testi / Bibliografia

L. Tronchin, Elementi di Fisica Tecnica e Controllo Ambientale, Progetto Leonardo, Bologna, (2007).

R. Spagnolo (a cura di), Manuale di acustica applicata, UTET Libreria, Torino (2001).

R. Spagnolo, S. Cingolani (a cura di), Acustica musicale ed Architettonica, UTET Libreria, Torino (2005).

### Metodi didattici

Il materiale didattico verrà reso disponibile elettronicamente

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## 49498 - ACUSTICA APPLICATA E ILLUMINOTECNICA L

<b>Docente:</b>	GARAI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire una solida conoscenza di base dell'Acustica Applicata ed una panoramica delle principali applicazioni: acustica ambientale e valutazioni d'impatto delle infrastrutture di trasporto e degli insediamenti industriali; acustica degli edifici; qualità del suono e acustica delle sale. Fanno parte integrante dell'insegnamento conoscenze sulla strumentazione di misura, sulle norme tecniche italiane ed internazionali, sulla legislazione di settore.

**Programma / Contenuti**

## 1. Acustica fisica.

Il fenomeno sonoro. Principali grandezze acustiche.

Velocità del suono nei vari mezzi.

Onde piane, sferiche, cilindriche, stazionarie.

## 2. Acustica psicofisica (cenni).

Sistema uditivo umano.

Disturbo e danno da rumore.

## 3. Livelli sonori decibel e spettri.

Scala dei decibel.

Filtri di (1/n di) ottava.

Curve di ponderazione in frequenza.

Metrica dei livelli sonori.

Misuratori di livello sonoro.

Cenni all'analisi di Fourier.

## 4. Rumore in ambiente esterno.

La propagazione sonora in ambiente esterno.

Barriere acustiche.

Leggi e norme tecniche.

Rumore da impianti industriali. Rumore da traffico stradale, ferroviario, aereo.

## 5. Acustica edilizia.

Isolamento acustico: leggi fondamentali.

Leggi e norme tecniche.

Valutazione delle prestazioni acustiche dell'edificio nel suo insieme a partire dalle prestazioni dei componenti.

## 6. Acustica degli ambienti chiusi.

Trattazione geometrica.

Trattazione energetica-statistica. Riverberazione.

Formule di Sabine e di Norris-Eyring del tempo di riverberazione.

Cenni alla trattazione ondulatoria.

Materiali e sistemi passivi fonoassorbenti.

**Testi / Bibliografia**

R. Spagnolo (a cura di), Manuale di acustica applicata, De Agostini Scuola - Città Studi Edizioni, Torino (2008).

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno discusse tutte le problematiche indicate nel programma. Le lezioni saranno integrate da esercitazioni numeriche in aula. Un tutor sarà disponibile fuori dall'orario delle lezioni per chiarimenti ed integrazioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Una prova scritta in itinere (obbligatoria) ed una prova orale. Le domande tenderanno ad accertare la conoscenza da parte dello studente delle nozioni presentate a lezione; può essere richiesta la soluzione di un problema numerico del tipo di quelli affrontati durante le ore di esercitazione che affiancano le lezioni teoriche.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore per PC, lavagna luminosa, tutor.

**30799 - ADVANCED ENGLISH**

<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**44870 - AERODINAMICA LS**

<b>Docente:</b>	SCARPI GIAMBATTISTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento ha lo scopo di fornire le nozioni necessarie per comprendere i fenomeni relativi al moto di un fluido attorno a un corpo. Queste nozioni servono in particolare per lo studio della resistenza di veicoli, delle superfici portanti o deportanti, delle palettature di alcuni tipi macchine a fluido.

**Programma / Contenuti**

Statica dei fluidi. L'atmosfera standard internazionale.

Equazione di continuità. Equazione del moto dei fluidi: concetto di derivata sostanziale. Equazioni di Navier-Stokes e di Eulero. Schemi semplificati e loro validità: fluido ideale e fluido incomprimibile. Il teorema di Bernoulli per fluidi incomprimibili e per fluidi comprimibili.

Moto di fluidi ideali incomprimibili

Moto di fluidi ideali incomprimibili: moti piani; funzione di corrente; moti a potenziale. Potenziali complessi. Potenziale di corrente uniforme, sorgente, dipolo e loro combinazioni; potenziale di vortice piano; corrente traslocircolatoria attorno al cerchio. Effetto Magnus. Teorema di Kutta-Joukowski. Formule di Blasius.

Trasformazioni conformi e profili Joukowski

Teoria di Glauert per lo studio dei profili sottili. Coefficiente di pressione. Coefficiente di portanza e di momento. Centro di pressione e centro aerodinamico.

Studio dello strato limite. Strato limite laminare e turbolento su lamina piana parallela alla corrente.

Coefficiente di resistenza. Cenni sullo strato limite su profili curvi. Problemi di separazione. Corpi di cattiva penetrazione.

Teoria dell'ala finita. Distribuzione ellittica della circolazione e sue conseguenze. Resistenza indotta. Curve polari. Cataloghi e repertori di profili alari e loro uso.

Moto dei fluidi comprimibili. Correnti subsoniche. Comportamento di un profilo sottile in corrente subsonica. Numero di Mach critico. Correnti supersoniche. Espansione infinitesima ed espansione di Prandtl-Meyer. Fenomeni di shock. Equazioni per lo shock obliquo. Polare di shock. Trasformazione di Rankine-Hugoniot. Variazione dei parametri fisici attraverso la linea di shock in funzione del numero di Mach normale. Comportamento di un profilo sottile in corrente supersonica. Efficienza di un profilo. Cenni sulla teoria dei modelli e sulle gallerie aerodinamiche.

### Testi / Bibliografia

Mattioli, *Aerodinamica*. Ed. Levrotto & Bella

Quori, *Aerodinamica*. Ed. Levrotto & Bella

Houghton/Carpenter, *Aerodynamics for engineering students*. Ed. Arnold

### Metodi didattici

lezioni frontali

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## 17962 - AFFIDABILITÀ E CONTROLLO DI QUALITÀ L-A

<b>Docente:</b>	PERETTO LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0055 - Ingegneria dell'automazione 0048 - Ingegneria elettronica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

La finalità del corso è di impartire allo studente tutte le procedure e i moderni approcci statistici per lo studio della affidabilità sia di componenti (elettronici e non) che di sistemi complessi. In particolare apprenderà le moderne e recenti tecniche di studio e previsione della affidabilità dei sistemi nonché metodologie per il miglioramento della stessa. Inoltre verranno impartite le nozioni sia analitiche sia metodologiche relative al controllo della qualità distinguendole fra tecniche per il controllo di processo, criteri per il design degli esperimenti e infine tecniche per l'analisi dei campioni per la accettazione.

### Programma / Contenuti

#### 1. Qualità:

Il Problema della qualità in una struttura produttiva. La qualità totale ed il miglioramento continuo. Il controllo di qualità in accettazione, in produzione, sul prodotto finale. Prove di routine e di tipo. Diagrammi di causa-effetto. I diagrammi di Pareto. Le norme, gli enti normatori. Le norme relative alla sicurezza ed alla funzionalità. Le certificazioni. Il controllo statistico di qualità: conformità ed affidabilità.

Controlli, collaudi, verifiche, controllo delle misurazioni anche secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 29000, UNI EN 30012 Parte 1 e Parte 2. Teoria e tecnica delle misurazioni. Sistemi di unità di misura. Le unità di misura ed i campioni. Gli errori di misura. Controllo di qualità in linea e fuori linea: richiami di calcolo delle probabilità e di statistica. Carte di controllo  $\bar{x}$ -R e  $\bar{x}$ -S per variabili e per attributi e relative norme UNI ISO.

**2. Affidabilità:**

Concetti di qualità e di fidatezza. Concetto di guasto, di avaria e loro classificazione, norma CEI 56-60. Funzioni di affidabilità, distribuzione sperimentale dei guasti, modelli di azzardo, parametri di affidabilità: MTFF, MTBF, MTTR. Affidabilità di missione. Affidabilità combinatoria. Configurazioni complesse: metodo delle ispezioni, degli eventi, della probabilità condizionata, delle unioni e dei tagli minimi. Affidabilità sperimentale: modelli sperimentali di degradazione nei componenti elettronici, prove su componenti e sistemi. Analisi statistica dei dati di affidabilità: principali distribuzioni discrete (binomiale, di Poisson) e continue. Tecniche di analisi dei sistemi. Analisi dei modi e degli effetti di guasto (FMEA) e loro criticità (FMECA). Analisi dei guasti. Tecniche di incremento della affidabilità e della disponibilità. Affidabilità del software: modelli di affidabilità del software. Norma ISO/IEC 9126.

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni svolte in aula dal docente

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto con risposte a quesiti.

**44817 - AFFIDABILITÀ E SICUREZZA NELL'INDUSTRIA DI PROCESSO LS**

<b>Docente:</b>	BONVICINI SARAH
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni fondamentali e gli strumenti tecnici per identificare i pericoli nell'industria di processo e per valutare le conseguenze degli incidenti rilevanti (tramite i modelli della consequence analysis ed i modelli di danno) e stimarne la frequenza di accadimento (tramite la teoria dell'affidabilità), onde poter quantificare il rischio. La conoscenza di tali argomenti è infatti necessaria per affrontare i problemi relativi alla sicurezza nello sviluppo dei progetti e nella conduzione degli impianti, anche in riferimento agli adempimenti normativi richiesti alle industrie di processo.

**Programma / Contenuti****Introduzione al corso**

Cenni e/o richiami su: rischio; CPQRA e QRA; rischio locale e rischio sociale (curve F/N, numero atteso di morti, istogramma RL-N); criteri di accettabilità del rischio; sostanze infiammabili e sostanze tossiche.

**Identificazione dei pericoli**

Introduzione. Analisi storiche. Liste di controllo. Safety reviews. HAZOP analysis. What-if analysis. FMEA e FMECA.

**Modelli per la valutazione dei danni**

Introduzione. Danni da incendi, esplosioni, nubi tossiche. Modelli basati su valori soglia. Il modello delle equazioni di probit.

**Analisi delle conseguenze**

Modelli sorgente. Condizioni di stoccaggio delle sostanze nell'industria di processo. Efflusso di liquido: da foro; da serbatoio; da tubazione connessa a serbatoio. Efflusso di gas: da serbatoio; da tubazione connessa a serbatoio. Flash. Efflusso di gas liquefatti in pressione. Pozze.

Incendi. Introduzione. Poolfire. Jet-fire. Fireball. Flash-fire.

Dispersione di nubi di gas. Classificazione dei modelli. Cenni ai parametri meteorologici. Modello per la dispersione dei gas neutri (per rilasci stazionari; per rilasci istantanei; da sorgente puntiforme; da sorgente di

dimensioni finite; calcolo dei coefficienti di dispersione; dispersione in caso di rugosità variabile; profili di concentrazione; isoplete; massa in zona di esplosività; innalzamento del pennacchio; tempo di passaggio della nube). Cenni alla dispersione dei gas pesanti. Cenni ai fenomeni di trasformazione/deposizione.

Esplosioni. Introduzione e classificazione. Esplosioni di nubi di vapori non confinate (UVCE). Il BLEVE. Albero degli eventi post-rilascio: per liquidi infiammabili; per gas liquefatti infiammabili.

I software per l'analisi delle conseguenze.

### **Teoria dell'affidabilità**

Introduzione. Elementi di calcolo delle probabilità. Componenti non riparabili: parametri affidabilistici ( $R$ ,  $F$ ,  $\lambda$ ,  $f$ ,  $MTTF$ ) e loro relazioni. Componenti riparabili: caratterizzazione del processo di riparazione attraverso i parametri  $G$ ,  $g$ ,  $\mu$ ,  $MTTR$ ; parametri affidabilistici ( $A$ ,  $Q$ ,  $\lambda$ ,  $\lambda_{\text{mur}}$ ,  $w$ ,  $v$ ,  $W$ ,  $V$ ,  $MTBF$ ,  $MTBR$ ) e loro relazioni. Il modello di Markov. Il componente "uomo" (cenni al calcolo dell'errore umano). Manutenzione: introduzione; componenti soggetti a manutenzione periodicamente programmata.

Affidabilità dei sistemi: sistema serie, sistema parallelo, sistema serie-parallelo, sistema parallelo-serie, sistemi a logica maggioritaria, sistemi con riserva. Trattazione dei sistemi complessi con l'albero dei guasti e l'albero degli eventi.

La banche dati affidabilistiche.

### **Il calcolo del rischio**

Esempio di calcolo del rischio locale e sociale per una colonna di distillazione.

**La "sicurezza intrinseca".** Concetti introduttivi.

**Le reazioni fuggitive.** Concetti introduttivi.

**Il rischio nel trasporto di merci pericolose.** Concetti introduttivi.

**Il rischio d'area.** Concetti introduttivi.

**La valutazione del rischio per la salute umana.** Concetti introduttivi.

**Le Direttive Seveso.** Concetti introduttivi.

**L'effetto domino.** Concetti introduttivi.

**Il rischio NATECH.** Concetti introduttivi.

### **Testi / Bibliografia**

Per ulteriori approfondimenti sui diversi argomenti trattati durante le lezioni (peraltro non necessari per il superamento a pieni voti dell'esame) è possibile consultare i seguenti testi:

- F.P.Lees, Loss prevention in the process industries (II Ed.), Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 1996
- I.Pasquon, Rischi potenziali sicurezza e protezione ambientale nell'industria chimica, CLUP, Milano, I, 1989
- R.Rota, G. Nano, Introduzione alla affidabilità e sicurezza nell'industria di processo, Pitagora Ed., Bologna, I, 2007
- D.A.Crowl, J.F.Louvar, Chemical process safety: fundamentals with applications, Prentice Hall, New Jersey, USA, 1990
- Centre for Chemical Process Safety of AIChE, Guidelines for chemical process quantitative risk analysis, New York, USA, 1989
- Center for Chemical Process Safety of AIChE, Guidelines for hazard evaluation procedures (II ed.), AIChE, New York, USA, 1992
- TNO, Methods for the evaluation of physical effects. Report CPR 14E (III ed.), The Hague, NL, 1997
- E.Henley, H.Kumamoto, Reliability engineering and risk assessment, Prentice Hall Inc., Englewood Cliff N.J., USA, 1981

Tutti i volumi elencati sono posseduti dalla Biblioteca del Dipartimento di Ingegneria Chimica, Mineraria e delle Tecnologie Ambientali (DICMA), via Terracini 28; per eventuali informazioni circa la disponibilità a scaffale dei testi è possibile contattare la bibliotecaria del DICMA (Annalisa Neri, [annalisa.neri@unibo.it](mailto:annalisa.neri@unibo.it))

### Metodi didattici

- Lezioni frontali in aula svolte con l'ausilio del videoproiettore
- Seminari tenuti da esperti di analisi di rischio e/o da professionisti del settore sulle applicazioni pratiche degli argomenti del corso.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consta di una prova orale. Durante la prova orale può essere richiesta l'impostazione di semplici esercizi numerici relativamente agli argomenti oggetto del corso. Non sono fissati appelli d'esame, in quanto l'esame si svolge per appuntamento su richiesta dallo studente (da concordarsi telefonicamente o via mail) con almeno 2 giorni lavorativi di anticipo rispetto alla data richiesta. Compatibilmente con gli altri impegni lavorativi, il docente cercherà di soddisfare la data richiesta, con uno scarto al più di 1 o 2 giorni lavorativi. Il docente darà tempestivamente informazione di sue eventuali assenze nella sezione degli avvisi: <http://www.ing.unibo.it/SitoWebDocente/default.htm?NRMODE=Published&UPN=sarah.bonvicini%40unibo.it&news=740&TabControl1=TabAvvisi>

A meno di diversa comunicazione nel momento di stabilire l'appuntamento, l'esame si svolge presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica, Mineraria e delle Tecnologie Ambientali (DICMA) in via Terracini 28, nel proprio ufficio o nella saletta 76 (II piano, porta a sinistra al termine delle scale).

### Strumenti a supporto della didattica

- Appunti di lezione (meglio se presi personalmente)
- Copia di diapositive utilizzate dal docente durante le lezioni [scaricabili dal sito di facoltà, sezione elearning: <http://elearning.ing.unibo.it/>]
- Dispense redatte dalla prof. Spadoni per il corso di ASIP (vecchio ordinamento)

## 17994 - AFFIDABILITA E STATISTICA PER I SISTEMI ELETTRICI

L

<b>Docente:</b>	CAVALLINI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire gli strumenti di teoria delle probabilità, teoria matematica dell'affidabilità e statistica più comunemente utilizzati durante l'attività professionale di un ingegnere elettrico. Sarà inoltre evidenziato l'uso del personal computer e del metodo di Monte carlo per la soluzione di problemi statistici complessi.

### Programma / Contenuti

1. Introduzione: Affidabilità, qualità, diagnostica e guasto dei sistemi elettrici, metodo sperimentale, analisi statistica dei risultati e stima dell'affidabilità. 2. Calcolo delle probabilità: Definizioni, esperimento aleatorio, eventi e spazi rappresentativi, probabilità, campionamento, variabile binomiale, teorema di Bernoulli, applicazioni al controllo di qualità. 3. Indipendenza e dipendenza stocastica: Probabilità condizionata, indipendenza stocastica, distribuzione binomiale e sue approssimazioni. 4. Variabili aleatorie: Variabili aleatorie continue e discrete, funzioni distribuzione e densità di probabilità, distribuzioni condizionate, funzioni di probabilità di uso comune. 5. Momenti di una variabile aleatoria: valore atteso e sue proprietà, momenti del secondo ordine (varianza e covarianza), teorema del limite centrale, lemma di Tchebycheff,

momenti del terzo e quarto ordine. 6. Affidabilità: affidabilità, funzione azzardo, funzioni di azzardo comuni e la distribuzione di Weibull, MTTF e MTBF, analisi di sistemi complessi. 7. Analisi statistica dei dati sperimentali: stima della probabilità di un evento, metodi empirici (rappresentazione per istogrammi, momenti e percentili), proprietà degli stimatori (correttezza, efficienza e consistenza). 8. Stime puntuali dei parametri delle funzioni di probabilità: Metodi della massima verosimiglianza e dei momenti, stima dei parametri delle funzioni di probabilità normale, lognormale, esponenziale, Weibull. 9. Stime per intervalli: Calcolo degli intervalli di confidenza per la media, metodi simulativi (Monte Carlo). 10. Verifica dell'ipotesi statistica: Intervallo di confidenza, test sulla media, test sul rapporto delle varianze, metodo del chiquadro. 11. Stime lineari: Regressione lineare (stima mediante i metodi della massima verosimiglianza e minimi quadrati), intervalli di confidenza.

### Metodi didattici

Il corso prevede lezioni teoriche ed esercitazioni al computer. Le esercitazioni al computer sono orientate alla soluzione di problemi mediante il metodo di Monte Carlo, strumento essenziale per verificare il comportamento asintotico di problemi complessi utilizzando le basi teoriche disponibili ad uno studente del 2o anno della laurea triennale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto ed orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Il sito Universibo ([www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it)) contiene il materiale didattico necessario e sufficiente per preparare l'esame.

## 41498 - AFFIDABILITÀ, CONTROLLO E GESTIONE DELLA QUALITÀ I

<b>Docente:</b>	RINALDI MARIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0049 - Ingegneria gestionale 0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire un quadro conoscitivo dei problemi connessi con la gestione della qualità nelle strutture produttive di beni e servizi e di fare acquisire la capacità di usare alcune metodologie particolarmente importanti.

### Programma / Contenuti

Elementi di cultura aziendale. La creazione del valore in una attività produttiva. Capacità di guida e responsabilità di "management". La pianificazione strategica. Il sistema di gestione per la qualità (SQ). Evoluzione nel tempo del concetto di qualità e degli strumenti per il suo controllo; nomenclatura e termini della qualità (norme ISO). La qualità totale (TQC, CWQC) ed il miglioramento continuo: il "Plan, Do, Check, Act" di Deming. Le norme (ISO, UNI, CEI), gli enti normatori, gli enti certificatori, le norme relative alla sicurezza ed alla funzionalità. Le direttive europee (marchio CE), le certificazioni ed i marchi. La struttura organizzativa, le risorse ed i principali metodi per il controllo del SQ: la soddisfazione del personale, la soddisfazione del cliente. Qualità dei prodotti e dei servizi. Qualità nella progettazione e nella produzione. Qualità e metrologia: le misurazioni e l'incertezza. Il manuale della qualità come documento guida del SQ. Esempi di casi aziendali.

L'impresa produttiva di beni. La produzione prototipica e quella di serie: problemi connessi con l'automazione.

*Il controllo di qualità:* controllo di prodotto e di processo, sistemi di acquisizione di dati di misura. Tolleranza naturale e di specifica. Il problema della manutenzione e gli scarti di produzione. La statistica in azienda: richiami di calcolo delle probabilità e statistica (variabili aleatorie, distribuzione normale e binomiale, valore medio e varianza, stime); i sette strumenti di Ishikawa e le carte di controllo. I collaudi per il controllo della conformità: le prove individuali e le prove di tipo.

*La affidabilità.* Concetti di qualità e fidatezza, concetti di guasto, di avaria. Funzioni di affidabilità, distribuzione sperimentale dei guasti, funzione di azzardo, parametri di affidabilità: MTBF, MTTF, MTTR. Affidabilità di missione, affidabilità combinatoria. Affidabilità sperimentale: modelli di degradazione, normative e prove relative a componenti e sistemi, criteri di scelta per i campioni. Analisi statistica dei dati di affidabilità: principali distribuzioni discrete (binomiale, di Poisson) e continue.

## Testi / Bibliografia

Normativa ISO ed UNI-EN

G. Mattana: *Qualità, affidabilità e certificazione*, Franco Angeli Editore

A. Galgano: *La qualità totale*, Ed. Il Sole-24 Ore

V. Cecconi: *Normative e legislazione tecnica*, Pitagora Editrice Bologna

R. Collard: *La qualità totale*, Franco Angeli Editore

T. Conti: *Come costruire la qualità totale*, Sperling & Kupfer Editori

P.B. Crosby: *La qualità non costa*, Mc Graw-Hill Italia

G. Taguchi: *Introduzione alle tecniche della qualità*, Franco Angeli Editore

R. Mirandola et alii: *Sistemi qualità*, Edizioni ETS

G. Maggi: *Il traguardo della qualità*, Sperling & Kupfer Editori

N. Polese: *Misure per la gestione*, Edizioni Scientifiche Italiane

K. Ishikawa: *Guida al controllo di qualità*, Franco Angeli Editore

G. Iuculano: *Introduzione a probabilità, statistica e processi stocastici*, Pitagora Editrice, Bologna

E.L. Grant - R.S. Leavenworth: *Statistical quality control*, Mc Graw-Hill Inc.

T.H. Wonnacot: *Introduzione alla statistica*, Franco Angeli Editore

D.C. Montgomery: *Controllo statistico della qualità*, Mc Graw-Hill Italia

A. Zanini: *Elementi di affidabilità*, Ed. Progetto Leonardo, Bologna

E. Carrada: *L'affidabilità per l'elettronica*, La Goliardica editrice universitaria, Roma

P. Citti et alii: *Fondamenti di affidabilità*, Mc Graw-Hill Italia

P.D. O'Connor: *Practical reliability engineering*, John Wiley & Sons

A. Biorolini: *Reliability engineering*, ed Springer.

A. Leon-Garcia: *Probability and random processes for Electrical Engineering*, ed. Addison-Wesley

## Metodi didattici

Incontri con esponenti del mondo aziendale

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## Strumenti a supporto della didattica

Dispense didattiche sono a disposizione degli studenti



## 41577 - ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE LS

<b>Docente:</b>	TOTH PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza delle tecniche per la definizione di modelli matematici e di algoritmi esatti per problemi di ottimizzazione combinatoria.

Capacità di:

definire modelli matematici per problemi complessi di ottimizzazione combinatoria,

definire algoritmi esatti efficienti per la soluzione di problemi di ottimizzazione combinatoria.

### Programma / Contenuti

Il modulo si propone di illustrare i modelli matematici e gli algoritmi esatti più efficienti proposti per la soluzione dei problemi di Ottimizzazione Combinatoria. Particolare attenzione viene dedicata al comportamento sperimentale dei modelli e degli algoritmi considerati.

Il modulo sviluppa i seguenti argomenti: 1. Classificazione dei problemi di ottimizzazione. 2. Modelli matematici di problemi di ottimizzazione combinatoria. 3. Utilizzazione di software commerciale per la soluzione di problemi di Programmazione Lineare Continua e Intera. 4. Modelli e algoritmi per problemi polinomiali: Assegnamento a costo minimo, Arborescenza a costo minimo, tecnica del 'core problem'. 5. Algoritmi esatti per problemi NP-difficili: 'Programmazione Dinamica': riduzione del numero degli stati; utilizzo di bound; algoritmi per i problemi del Knapsack e del circuito hamiltoniano a costo minimo (Travelling Salesman Problem). Algoritmi 'branch-and-bound': miglioramento dei rilassamenti, tecnica del subgradiente, criteri di dominanza, tecnica del core problem; algoritmi per i problemi del Knapsack, del Travelling Salesman Problem in grafi orientati, della copertura a costo minimo (Set Covering Problem), dell'Assegnamento Generalizzato. Algoritmi 'branch-and-cut': aggiunta di vincoli per il miglioramento dei rilassamenti, procedure di separazione per la soluzione di modelli con un numero elevato di vincoli; algoritmi per il Travelling Salesman Problem in grafi orientati. Algoritmi 'branch-and-price': procedure di generazione di colonne per la soluzione di modelli con un numero elevato di variabili decisionali; algoritmi per problemi di caricamento di contenitori (Bin Packing Problem). 6. Analisi sperimentale delle prestazioni computazionali degli algoritmi proposti.

Propedeuticità consigliate: moduli di base di Informatica e di Ricerca Operativa.

### Testi / Bibliografia

Dispense a cura del docente (distribuite durante le lezioni).

Testi di consultazione:

P. TOTH, D. VIGO (a cura di) 'The Vehicle Routing Problem', SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications 2002.

S. MARTELLO, P. TOTH 'Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations', J. Wiley 1990.

R.K. AHUJA, T.L. MAGNANTI, J.B. ORLIN 'Network Flows: Theory, Algorithms and Applications', Prentice Hall 1993.

G. GUTIN, A. PUNNEN (a cura di) 'The Traveling Salesman Problem and its Variations', Kluwer 2002.  
02.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove scritte relative alla definizione di modelli matematici ed allo sviluppo di algoritmi esatti per la soluzione di problemi di ottimizzazione combinatoria.

**Strumenti a supporto della didattica**

Trasparenze a cura del docente.

**45169 - ANALISI E PROGETTAZIONE DEI PROCESSI ORGANIZZATIVI LS**

<b>Docente:</b>	GRANDI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire le basi teoriche e gli strumenti operativi utili per la rilevazione, l'analisi e la progettazione dei processi gestionali aziendali, anche attraverso l'uso degli opportuni supporti informatici. La prospettiva privilegiata è quella del cambiamento organizzativo e dell'integrazione delle dimensioni tecnologiche, organizzative e gestionali nell'ideazione e realizzazione dei progetti di cambiamento e nella gestione dei processi.

Il corso si articola in 4 parti principali:

- La prima parte del corso colloca la prospettiva dei processi organizzativi all'interno delle teorie dell'organizzazione.
- La seconda parte sviluppa gli aspetti organizzativi e gestionali specifici dei progetti di BPR – Business Process Reengineering.
- La terza parte introduce agli strumenti tecnologici a supporto della rappresentazione, progettazione e gestione dei processi organizzativi.
- La quarta parte affronta le teorie e le tecniche per la gestione del cambiamento organizzativo.

Il corso prevede inoltre un'attività di progetto da parte degli studenti basata sul un caso aziendale, da realizzarsi durante lo svolgimento del corso stesso.

**Programma / Contenuti**

- Le strutture organizzative orizzontali e l'organizzazione per processi
- Il Business Process Reengineering: concetti di base e modelli di analisi.
- Rappresentazione e modellazione dei processi aziendali: definizione delle dimensioni di prestazione; strumenti e tecniche di rappresentazione e modellazione dei processi
- Analisi e diagnosi dei processi aziendali: criteri di analisi dei processi; analisi delle prestazioni IT di supporto ai processi; identificazione delle criticità.
- Ridisegno dei processi aziendali: criteri di riprogettazione dei processi; definizione strategie IT.
- Introduzione alle logiche organizzative e operative dei sistemi informativi gestionali integrati
- La gestione del cambiamento
- Pianificazione del progetto di cambiamento: valutazione e scelta delle alternative di intervento; pianificazione e gestione del progetto

Gli argomenti trattati nel corso sono esemplificati attraverso casi aziendali.

I moduli didattici indicati prevedono lezioni teoriche, esercitazioni e sviluppo di attività progettuali.

Esercitazioni e attività progettuali prevedono il supporto di strumenti IT.

**Testi / Bibliografia**

Testi e materiali didattici di riferimento saranno comunicati dal docente in aula all'inizio del corso.

**Metodi didattici**

Lezioni teoriche, esercitazioni in aula e individuali sulle tecniche presentate nelle lezioni, preparazione individuale e discussione in aula di casi aziendali. Il corso prevede inoltre un'attività di progetto da parte degli studenti relativamente a un caso di analisi e reingegnerizzazione organizzativa.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento prevede un esame orale preceduto da un'attività di progetto.

L'iscrizione all'esame orale avviene attraverso il servizio Uniwex (<https://uniwex.unibo.it>).

**Strumenti a supporto della didattica**

Esercizi, materiale didattico e comunicazioni agli studenti saranno disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <http://www.universibo.unibo.it>.

Il software a supporto della rappresentazione dei processi organizzativi che sarà utilizzato nelle esercitazioni e nell'attività di progetto è **Microsoft Visio**. Agli studenti sarà reso disponibile secondo modalità che saranno comunicate durante il corso.

**27210 - ANALISI MATEMATICA 1**

<b>Docente:</b>	ABENDA SIMONETTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscere gli aspetti metodologico-operativi dell'analisi Matematica e alcune sue applicazioni, con particolare riguardo alle funzioni di una variabile.

**Programma / Contenuti**

**Premesse:**  $N, Z, Q, R$ , relazioni di ordine: minimo e massimo, estremi superiore e inferiore di un sottoinsieme di  $R$ . Dominio e codominio di una funzione, funzioni, grafico, iniettività, suriettività, immagine, controimmagine, funzione inversa, funzione composta. Principio di induzione. Densità di  $Q$  in  $R$ . Funzioni elementari (funzione ad esponente intero, radice  $n$ -ma, esponenziale, logaritmo, funzioni circolari ed inverse, funzione valore assoluto).

**Numeri complessi** Il campo dei numeri complessi, forma algebrica, modulo e argomento, forma trigonometrica, radici(\*), equazioni algebriche in campo complesso.

**Limiti** Interni, punti di accumulazione. Limiti finiti e infiniti di funzioni di variabile reale a valori reali, limite destro e sinistro. Proprietà del limite: unicità, località, locale limitatezza; proprietà algebriche del limite e teorema del confronto. Limiti di funzioni monotone. Forme indeterminate: infiniti e infinitesimi. Continuità e derivata di una funzione di variabile reale a valori in  $R$ . Simboli di Landau. Teorema di de l'Hopital per forme indeterminate. Limiti notevoli (\*).

**Continuità** Funzioni continue di variabile reale a valori in  $R$ . Continuità della funzione composta.

Permanenza del segno. Proprietà delle funzioni continue definite su intervalli: teorema di Weierstrass, teorema di Bolzano, teorema degli zeri, teorema su invertibilità e monotonia, teorema di continuità della funzione inversa.

**Derivazione e applicazioni** Interpretazione geometrica e meccanica della derivata, derivate di ordine superiore, derivate delle funzioni elementari. Regole di derivazione: derivata della somma di funzioni(\*), regola di Leibniz(\*), derivata della funzione reciproca(\*), derivata della funzione inversa(\*), derivata della

funzione composta. Proprietà delle funzioni derivabili su intervalli: teorema di Rolle(\*), teorema di Lagrange, funzioni a derivata nulla e funzioni costanti(\*), primitiva, teorema su monotonia e segno della derivata(\*). Funzioni convesse: definizione e interpretazione geometrica, teorema su convessità e monotonia della derivata prima, teorema su convessità e segno della derivata seconda. Formula di Taylor. Polinomio di Taylor, unicità del polinomio di grado minore o uguale a  $n$  che approssima una funzione all'ordine  $n$ (\*), formula di Taylor con il resto di Peano (dimostrazione nei casi  $n=1$  e  $n=2$ ), proprietà delle derivate del polinomio di Taylor; formula di Taylor con il resto di Lagrange, formula di Taylor delle funzioni elementari:  $\exp(x)$  (\*),  $\cos(x)$  (\*),  $\sin(x)$  (\*),  $\cosh(x)$ (\*),  $\sinh(x)$ (\*),  $(1+x)^a$ (\*),  $1/(1-x)$  (\*),  $1/(1+x)$ (\*),  $1/(1-x^2)$ (\*),  $1/(1+x^2)$ \*,  $\log(1+x)$  (\*), applicazione ai limiti di forme indeterminate. Analisi qualitativa delle funzioni. Asintoti: verticale, orizzontale, obliquo; punti singolari di prima e seconda specie, punti angolosi, cuspidi, punti estremanti locali, punti stazionari, i punti estremanti interni sono stazionari(\*), condizioni sufficienti (mediante le derivate) perché un punto sia estremo locale(\*), punti di flesso: definizione e interpretazione geometrica, condizioni necessarie e condizioni sufficienti (mediante le derivate) perché un punto sia di flesso.

**Integrazione e applicazioni** Definizione di misura di Peano-Jordan per insiemi limitati di  $\mathbb{R}^n$ , misura interna e misura esterna. Definizione di integrale di Riemann per funzioni non negative, limitate definite su intervalli limitati come misura del sottografico. Parte positiva e parte negativa di una funzione e integrale di una funzione limitata di segno variabile su un intervallo limitato. Proprietà dell'integrale: linearità, monotonia, additività. Le funzioni continue tranne un numero finito di punti sono integrabili. Le funzioni monotone sono integrabili. Relazione fra integrabilità di  $f$  e misura nulla dell'insieme delle discontinuità di  $f$  (con esempi). Teorema della media integrale(\*). Funzione integrale e funzione primitiva. Il teorema fondamentale del calcolo integrale per le funzioni continue(\*). Regola di Torricelli(\*). Teorema di integrazione per parti (\*) e teorema di integrazione per sostituzione(\*). Integrazione delle funzioni razionali. Integrale di Riemann generalizzato. Criterio del confronto per la convergenza dell'integrale generalizzato di una funzione positiva. Sommabilità di  $1/x^a$ (\*).

**Equazioni differenziali del primo ordine** Integrale generale di un'equazione differenziale, problema di Cauchy e principio di causalità. Equazioni differenziali lineari del I ordine:  $y'=a(t)y+b(t)$ , con  $a(t)$ ,  $b(t)$  funzioni continue. Equazioni lineare omogenea e non omogenea, principio di sovrapposizione delle soluzioni(\*), il dominio della soluzione è l'intervallo di definizione di  $a(t)$  e  $b(t)$ . Formula risolutiva dell'equazione omogenea (\*), l'insieme delle soluzioni dell'equazione omogenea è uno spazio vettoriale unidimensionale. L'integrale generale dell'equazione non omogenea è dato dalla somma dell'integrale generale dell'omogenea e di una soluzione della non omogenea(\*); formula di rappresentazione della soluzione della non omogenea nel caso generale(\*). Formula di rappresentazione della soluzione dell'equazione non omogenea a coefficienti costanti ( $a(t)=\text{cost.}$ ) quando  $b(t)=\exp(ct)$ ,  $\sin(ct)$ ,  $\cos(ct)$ , polinomio (metodo di simpatia). Unicità della soluzione del problema di Cauchy di un'equazione differenziale del primo ordine lineare. Teorema di esistenza, unicità e rappresentazione in forma implicita della soluzione del problema di Cauchy di un'equazione differenziale a variabili separabili.

**Osservazione:** per gli argomenti contrassegnati da asterisco si richiede la dimostrazione

## Testi / Bibliografia

Simonetta Abenda: Analisi Matematica, Edizioni Esculapio;

Simonetta Abenda: Esercizi di Analisi Matematica, parte I, Edizioni Esculapio.

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova d'esame è in forma scritta (esercizi e domande di teoria). Per ogni ulteriore informazione in proposito (ivi compreso il calendario delle prove d'esame) si prega di fare riferimento alla pagina web della docente.

## 01354 - ANALISI MATEMATICA II

Docente:	ABENDA SIMONETTA
Corso di Laurea:	0067 - Ingegneria edile/ architettura
Ciclo:	1
Crediti:	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscere gli strumenti dell'analisi Matematica e vederne alcune applicazioni, con particolare riguardo alle funzioni di più variabili e alle equazioni differenziali.

**Programma / Contenuti**

**Premesse:**  $\mathbb{R}^n$  è uno spazio normato. Definizioni e principali proprietà di: insieme aperto o chiuso, insieme limitato, insieme compatto. Definizione di limite per funzioni in più variabili a valori reali. Funzioni da  $\mathbb{R}^n$  a  $\mathbb{R}^m$ : definizione, limitatezza, continuità. Teorema di Weierstrass per funzioni di più variabili.

**Calcolo differenziale in più variabili e applicazioni** a) funzioni da  $\mathbb{R}^n$  a  $\mathbb{R}$ : derivate parziali, gradiente, derivate direzionali, derivate di ordine superiore, matrice hessiana, lemma di Schwarz. Significato geometrico del gradiente, teoremi su esistenza del piano tangente al grafico e su espressione delle derivate direzionali in funzione del gradiente, la derivata nella direzione del gradiente è massima(\*). Formula di Taylor del I e del II ordine. Applicazione: estremanti relativi per funzioni di più variabili. Definizione di massimo e minimo locale, di punto critico. Teorema di Fermat(\*). Richiami sulle proprietà delle matrici simmetriche e sulle forme quadratiche. Teoremi su condizioni necessarie o sufficienti (gradiente nullo + classificazione matrice hessiana) (\*); b) funzioni da  $\mathbb{R}^n$  in  $\mathbb{R}^m$ : derivate parziali, matrice jacobiana. Matrice jacobiana della funzione composta e della funzione inversa(\*).

**Integrazione** Definizione di misura di Peano-Jordan per insiemi limitati di  $\mathbb{R}^n$ , misura interna e misura esterna. Definizione di integrale di Riemann per funzioni continue, limitate, non negative e definite su intervalli limitati come misura del sottografico. Parte positiva e parte negativa di una funzione e integrale di una funzione continua di segno variabile su un intervallo limitato. Proprietà dell'integrale: linearità, monotonia, additività. Teorema della media integrale. Principio di Cavalieri. Teorema di riduzione per integrali doppi e tripli di funzioni continue definite su domini normali. Teorema del cambiamento di variabile (cambiamenti di coordinate polari(\*), sferiche(\*) e cilindriche(\*)).

**Equazioni differenziali e problema di Cauchy.** Equazioni differenziali lineari di ordine  $n$ : Equazione omogenea a coefficienti continui: regolarità e dominio massimale delle soluzioni, principio di sovrapposizione (\*), le soluzioni formano uno spazio vettoriale  $n$ -dimensionale. Wronskiano: definizione ed equazione differenziale del Wronskiano, teorema del Wronskiano (dimostrazione nel caso  $n=2$ ). Unicità della soluzione del problema di Cauchy, soluzioni indipendenti corrispondono a problemi di Cauchy con vettori indipendenti delle condizioni iniziali. Equazione differenziale omogenea a coefficienti costanti: equazione caratteristica, soluzione nel caso le radici siano semplici o multiple, reali o complesse. Equazione di Eulero (risoluzione con cambio di variabile). Equazioni non omogenee a coefficienti e termine noto continui: regolarità e dominio massimale delle soluzioni, differenza di due soluzioni della non omogenea è soluzione dell'omogenea(\*), somma di una soluzione dell'omogenea e una della non omogenea è soluzione della non omogenea(\*), la soluzione generale è la somma di una soluzione particolare della non omogenea e della soluzione generale della omogenea. Unicità della soluzione del problema di Cauchy. Metodo di variazione delle costanti nel caso  $n=2$ (\*). Metodo di simpatia (termine noto:  $\exp(ax)$ ,  $\cos(bx)$ ,  $\sin(cx)$ ,  $x^\lambda$ ). **Varietà regolari di  $\mathbb{R}^n$ :** vettori normali e tangenti ad una varietà in un punto. Equazione della retta/piano tangente/normale a una varietà in un punto. Teorema del Dini e invertibilità locale. Estremanti condizionati: definizione, teorema di Fermat per estremi condizionati, teorema dei moltiplicatori di Lagrange. Curve regolari semplici aperte o chiuse, vettore tangente, retta tangente, orientamento, curva regolare a tratti orientabile, lunghezza di una curva regolare semplice aperta. Superfici regolari con bordo, spazio tangente, orientamento, area di una superficie

regolare. Campi vettoriali: definizione, rotore, divergenza. Lavoro di un campo vettoriale. Forme differenziali esatte e campi vettoriali conservativi. Forme differenziali chiuse e campi vettoriali irrotazionali. Condizioni necessarie o sufficienti per esattezza di una forma differenziale. (\*) Il lavoro di un campo conservativo lungo una curva chiusa orientata è nullo, integrali curvilinei e forme differenziali esatte o chiuse. Lemma di Poincaré (campo irrotazionale definito in un insieme convesso o stellato è conservativo). Condizione sufficiente per l'esattezza della forma differenziale associata a un campo vettoriale irrotazionale definito in  $R^2$  privato di un punto è che il lavoro lungo una curva chiusa sia nullo. Teorema di Stokes o del rotore. Teorema di Gauss o della divergenza.

### Testi / Bibliografia

Simonetta Abenda: Analisi Matematica, Edizioni Esculapio;  
 Simonetta Abenda e Silvano Matarasso: Esercizi di Analisi Matematica, parte II, Edizioni Esculapio;  
 Marco Bramanti, Carlo Domenico Pagani e Sandro Salsa: Matematica, Zanichelli

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova d'esame è in forma scritta (esercizi e domande di teoria). Per ogni ulteriore informazione in proposito (ivi compreso il calendario delle prove d'esame) si prega di fare riferimento alla pagina web della docente.

### Strumenti a supporto della didattica

Si prega di fare riferimento alla pagina web della docente per ogni ulteriore informazione

## 17972 - ANALISI MATEMATICA L-C

<b>Docente:</b>	OBRECHT ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscere e saper usare i concetti e le tecniche matematiche fondamentali per l'ingegneria dell'informazione (serie e trasformate di Fourier, trasformate di Laplace, sistemi ortogonali, funzioni complesse di variabile complessa)

### Programma / Contenuti

Complementi sull'integrazione: funzioni continue a tratti e  $C^1$  a tratti. Integrali, anche generalizzati, per funzioni continue a tratti. Integrale e integrale generalizzato per funzioni complesse di una variabile reale. Trasformata di Laplace: definizione di trasformata di Laplace, ascissa di convergenza. proprietà formali della trasformata di Laplace. Applicazione alle equazioni differenziali ordinarie. Complementi sulle serie: serie numeriche in  $C$ . Successioni e serie di funzioni: convergenza puntuale e uniforme. convergenza totale di una serie di funzioni. Serie di potenze: raggio di convergenza, proprietà delle funzioni analitiche (somme di serie di potenze con raggio di convergenza positivo). Funzioni olomorfe: definizione di funzione olomorfa ed equazioni di Cauchy-Riemann. Definizione di integrale complesso su di una curva regolare a tratti. Primitive di una funzione di una variabile complessa. Indipendenza dal cammino dell'integrale complesso di una funzione che ammette primitive. Il teorema di Cauchy, il teorema di deformazione e la formula integrale di Cauchy. Analiticità delle funzioni olomorfe. Punti singolari isolati di una funzione olomorfa: singolarità eliminabili, polari, essenziali. Residuo di una funzione olomorfa in un punto singolare isolato, teorema dei residui. Calcolo di integrali di funzioni reali e complesse per mezzo del teorema dei residui. Serie di Fourier di una funzione periodica. Coefficienti di Fourier in forma complessa e reale. Condizioni sufficienti di convergenza puntuale. Cenni sull'integrale di Lebesgue per funzioni complesse

definite su sottoinsiemi misurabili di  $\mathbb{R}$  e di  $\mathbb{R}^n$ . Il teorema di convergenza dominata e le sue conseguenze: continuità e derivabilità degli integrali dipendenti da un parametro. I teoremi di Fubini e di Tonelli. Definizione di spazio vettoriale normato e con prodotto scalare (su  $\mathbb{C}$ ). Completezza di un spazio normato: spazi di Banach e di Hilbert. Esempi di spazi di successioni e di funzioni ( $C([a,b]; \mathbb{C})$ ,  $l^2$ ,  $l^1$ ,  $l^\infty$ ). Densità delle funzioni regolari a supporto compatto in  $l^1$  e in  $l^2$ . Sistemi di vettori ortogonali e ortonormali in uno spazio con prodotto scalare. Proiezione di un vettore su di un sottospazio di dimensione finita e disuguaglianza di Bessel. Il teorema di Fisher-Riesz. Identità di Parseval. Serie di Fourier in  $l^2$ . Trasformata di Fourier: definizione di trasformata di Fourier di una funzione sommabile. Continuità e convergenza a zero all'infinito della trasformata di Fourier. Proprietà formali della trasformata di Fourier. Il teorema di inversione per funzioni con trasformata sommabile. Il teorema di inversione nel caso generale. Lo spazio  $S$  delle funzioni regolari e a decrescenza rapida. Isometria della trasformazione di Fourier in  $S$ . La trasformata di Fourier per le funzioni di  $l^2$ . il teorema di Plancherel. Inversione della trasformata di Laplace. Il principio di indeterminazione. Cenni sulla trasformata di Fourier per funzioni di due variabili: definizioni ed estensioni dei risultati per la trasformata di Fourier per le funzioni di una variabile.

### Testi / Bibliografia

G.C. BAROZZI: MATEMATICA PER L'INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE, ZANICHELLI

### Metodi didattici

lezioni ed esercitazioni in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

prova scritta preliminare e prova orale. la prova scritta preliminare puo' essere sostituita da due prove parziali superate durante lo svolgimento del corso.

## 58526 - ANALISI MATEMATICA L-C (6CFU)

**Corso di Laurea:** 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni  
**Mutuato da:** 17972 - ANALISI MATEMATICA L-C (vedi p. 214)

## 58527 - ANALISI MATEMATICA L-D (6 CFU)

**Docente:** DORE GIOVANNI  
**Corso di Laurea:** 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni  
 0048 - Ingegneria elettronica  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscere e saper usare strumenti matematici utili per lo studio di equazioni alle derivate parziali.

### Programma / Contenuti

#### Distribuzioni

Il concetto di distribuzione. Derivata di una distribuzione, prodotto di una distribuzione per una funzione. Distribuzioni temperate; trasformata di Fourier di distribuzioni temperate. Distribuzioni periodiche. Convoluzione di distribuzioni.

#### Equazioni differenziali ordinarie del secondo ordine

Problema di Sturm-Liouville per operatori differenziali del secondo ordine autoaggiunti. Autovalori e autofunzioni, ortogonalità delle autofunzioni, completezza del sistema delle autofunzioni. Problemi ai limiti

per equazioni differenziali del secondo ordine non omogenee, la funzione di Green. Soluzione per serie di potenze di equazioni differenziali.

#### **Funzioni di Bessel**

Equazione di Bessel; proprietà delle funzioni di Bessel, comportamento asintotico.

#### **Equazioni alle derivate parziali paraboliche**

Equazione del calore in una variabile spaziale. Soluzione del problema di Cauchy-Dirichlet mediante separazione delle variabili; soluzione del problema di Cauchy mediante la trasformata di Fourier.

#### **Equazioni alle derivate parziali iperboliche**

Equazione delle onde in una variabile spaziale. Soluzione del problema di Cauchy-Dirichlet mediante separazione delle variabili; soluzione del problema di Cauchy mediante la trasformata di Fourier.

#### **Equazioni alle derivate parziali ellittiche**

Equazione di Laplace in due variabili; soluzione del problema di Dirichlet e del problema di Neumann mediante separazione di variabili; soluzione fondamentale, la funzione di Green. Principio del massimo per le funzioni armoniche.

Equazione di Helmholtz in due variabili; problema di Dirichlet su un rettangolo e su un cerchio, autovalori e autofunzioni; problema di Dirichlet sull'esterno di un cerchio.

### **Testi / Bibliografia**

G. C. Barozzi: *Matematica per l'ingegneria dell'informazione*; Ed. Zanichelli

### **Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta preliminare e prova orale.

## **35001 - ANALISI MATEMATICA LS**

<b>Docente:</b>	MATARASSO SILVANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### **Programma / Contenuti**

Prerequisiti.

Curve: lunghezza, baricentro, curvatura.

Superfici regolari: vettore normale, area, superfici di rotazione, prima forma fondamentale.

Teorema della divergenza. Funzioni definite da equazioni (teorema di Dini), varietà, estremi condizionati, moltiplicatori di Lagrange.

Funzioni generalizzate (distribuzioni), derivazione, convergenza debole: il caso della densità di masse concentrate ( $\delta$  di Dirac) e della derivazione di funzioni discontinue.

Il calcolo delle variazioni.

Funzionali su spazi vettoriali normati, estremanti, continuità.

Variazione in un punto, di un funzionale: la variazione è nulla in un punto estremante.

La variazione, nel caso di punti e valori terminali fissi, per il funzionale tipico del calcolo delle variazioni, dipendente da una o più funzioni di una variabile, o da funzioni di più variabili: equazioni di Eulero ed estremali (punti stazionari) di un funzionale: soluzioni di problemi al contorno che sono minimi di un funzionale.

Problemi classici: minima distanza, minima area per superfici di rotazione, brachistocrona.

Funzionali dipendenti dalla curva  $x=x(t)$ ,  $y=y(t)$ , ma non dalla sua rappresentazione, equazione di Eulero espressa mediante la curvatura (forma di Weierstrass).

Problemi variazionali con vincoli olonomi ed anolonomi: punti estremanti vincolati, punti stazionari vincolati: un punto estremante vincolato è un punto stazionario vincolato.

Problemi isoperimetrici: il problema di Didone e il suo inverso.

Geodetiche su una superficie: geodetiche sulla superficie sferica e sul cilindro.

Variazione di un funzionale dipendente da più funzioni di una variabile, con punti e valori estremi liberi e sue applicazioni: estremali continui con derivata continua a tratti e condizioni di Weierstrass-Erdmann.

La funzione hamiltoniana e il suo differenziale. Principio di minima azione.

Equazioni del primo ordine ed equazione di Hamilton-Jacobi.

Funzione hamiltoniana e forma canonica delle equazioni di Eulero.

Caratteristiche per equazioni del primo ordine. L'equazione di Hamilton-Jacobi: le sue caratteristiche sono il sistema hamiltoniano.

Risoluzione del sistema hamiltoniano attraverso l'equazione di Hamilton-Jacobi. Equazione del trasporto e sue caratteristiche.

Equazione di diffusione: soluzione fondamentale per la equazione di diffusione e sua interpretazione come densità della massa diffusa, quando all'istante iniziale vi è una massa unitaria concentrata nell'origine ( $\delta$  di Dirac).

Il caso dell'inquinante con trasporto e diffusione.

Leggi di conservazione: caratteristiche e problema di Cauchy, onde shock e condizione di Rankine-Hugoniot, condizione di entropia.

Caso del traffico ed equazione di Burger. Soluzioni deboli e disequaglianza di Oleinik.

Bibliografia

Andrea Bacciotti-Teoria matematica dei controlli-Celid Padova,

L. Elsgolts-Differential Equations and the Calculus of Variations-Mir ,

Lawrence Evans- Partial Differential Equations-American Mathematical Society,

I.M.Gelfand and S.V.Fomin-Calculus of ,

M.L.Krasnow, G.I.Makarenko, A.I. Kiselev- Problems and exercises in the calculus of variations, Mir Moscow,

Sandro Salsa, Equazioni a derivate parziali, Springer

## Testi / Bibliografia

Andrea Bacciotti-Teoria matematica dei controlli-Celid Padova,

L. Elsgolts-Differential Equations and the Calculus of Variations-Mir ,

Lawrence Evans- Partial Differential Equations-American Mathematical Society,

I.M.Gelfand and S.V.Fomin-Calculus of ,

M.L.Krasnow, G.I.Makarenko, A.I. Kiselev- Problems and exercises in the calculus of variations, Mir Moscow,

Sandro Salsa, Equazioni a derivate parziali, Springer

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esposizione di una tesina, concordata con il docente, riguardante argomenti sviluppati nel corso.

## 27991 - ANALISI MATEMATICA T-1

<b>Docente:</b>	RAVAGLIA CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica 0920 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza degli strumenti matematici di base (limiti, derivate, integrali) per l'analisi qualitativa delle funzioni e la risoluzione di problemi applicativi.

**Programma / Contenuti**

Numeri reali; massimo, minimo, estremo superiore ed estremo inferiore; funzioni monotone; potenze; radicali; valore assoluto; equazioni reali; disequazioni.

Numeri complessi; parte reale, parte immaginaria, valore assoluto di un numero complesso.

Lo spazio euclideo  $R^N$ .

Continuità; teorema di Weierstrass; teorema del valor intermedio; limiti; estremanti relativi.

Funzioni asintoticamente equivalenti, trascurabili, inferiori; principio di sostituzione per i limiti.

Serie; serie a termini positivi; criteri del confronto, del rapporto e della radice; serie assolutamente convergenti.

Derivata; differenziale; estremanti relativi e derivata; teorema di Rolle; teorema del valor medio; funzioni a derivata nulla; funzioni monotone e segno della derivata; convessità; convessità e segno della derivata seconda; polinomio di Taylor; estremanti relativi e derivate d'ordine superiore.

Funzioni elementari; studio di funzione.

Argomento di un numero complesso, radici complesse, logaritmi complessi.

Primitive, integrali; teorema della media integrale; integrazione per sostituzione e per parti; integrazione delle funzioni razionali; formula di Taylor con resto integrale.

Integrali impropri; integrali impropri di funzioni positive; criterio del confronto; integrali impropri assolutamente convergenti.

*Per il programma dettagliato con indicazione dell'importanza degli argomenti vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/programma/elenco\\_programmi.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/programma/elenco_programmi.html)

**Testi / Bibliografia**

Sono proposti i testi che seguono.

1. Carlo Ravaglia: Corso di Analisi Matematica 1, Edizioni Nautilus (2007)
2. Carlo Ravaglia: Analisi Matematica I - Compiti d'esame, Edizioni Nautilus (2003)

*Per la descrizione e per il luogo di reperibilità vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/strumenti\\_didattici.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/strumenti_didattici.html)

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula .

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Parziale durante lo svolgimento del corso.

Prova scritta; prova orale.

*Per maggiori particolari vedi*

<http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/comune/modalita08.htm> .

*Vedi anche*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/calendario.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/calendario.html)

*per le date degli esami.*

**Strumenti a supporto della didattica**

*Sono proposti gli strumenti didattici che seguono*

1. Testi dei compiti d'esame AA 2006/07 e AA 2007/08.
2. Compiti d'esame AA 2008/09 (testi e soluzioni).
3. Compiti parziali d'esame del corrente AA 2008/09, dopo l'assegnazione (testi e soluzioni).
4. Compiti d'esame del corrente AA 2008/09, dopo l'assegnazione (testi e soluzioni).
- 5 Carlo Ravaglia: Esercizi di Analisi Matematica 1.
6. Programma dettagliato del corso.
7. Domande di teoria ed esercizi immediati.

*Per la descrizione degli strumenti e per il luogo di reperibilità vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/strumenti\\_didattici.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/strumenti_didattici.html)

**27991 - ANALISI MATEMATICA T-1**

<b>Docente:</b>	LAZZARI BARBARA
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fondamenti di algebra, geometria, calcolo differenziale, serie di Taylor.

**Programma / Contenuti**

I numeri naturali, interi e razionali: proprietà e rappresentazione decimale. Campo ordinato dei numeri reali (rappresentazione decimale): motivazioni della introduzione dei numeri reali; massimo e minimo, estremo superiore ed inferiore di un sottoinsieme di numeri reali; misurabilità di un segmento e rappresentazione dei numeri sulla retta euclidea; piano euclideo; funzioni reali di variabile reale e grafico. Valore assoluto di un numero reale e proprietà triangolare. Funzioni elementari: potenza ad esponente intero, radice: discussione del segno del trinomio di secondo grado; esponenziale e logaritmo; equazioni e disequazioni associate. Funzioni circolari e funzioni circolari inverse: elementi di trigonometria; equazioni e disequazioni trigonometriche. Campi di definizione di funzioni composte. Sistemi lineari: matrici, somma e prodotto di matrici, determinante di una matrice quadrata, proprietà dei determinanti, rango di una matrice, sistemi lineari: la regola di Cramer, la regola di Rouché-Capelli, il metodo di Gauss. Elementi di geometria analitica: equazione della retta per due punti, coefficiente angolare, fascio di rette, condizioni sui coefficienti delle equazioni perché due rette siano parallele o perpendicolari; circonferenza: equazione, condizioni sui coefficienti di una equazione di secondo grado, in due variabili, perché rappresenti una circonferenza, tangente in un punto, e tangenti da un punto esterno ad una circonferenza. Numeri complessi: introduzione come coppie ordinate di reali, forma algebrica, forma trigonometrica, potenze ad esponente intero e regola di de Moivre, radici n-me; equazioni algebriche. Limite di funzioni numeriche di variabile reale: limite al finito e all'infinito, limite destro e sinistro; teorema di confronto, permanenza del segno, algebra dei limiti e forme indeterminate; infiniti e infinitesimi e limiti notevoli; continuità, teorema di Weierstrass, teorema dei valori intermedi, continuità delle funzioni elementari. Derivazione per funzioni numeriche di variabile reale: interpretazione geometrica della derivata, punti angolosi e cuspidi, differenziale, regole di derivazione, teorema sulla derivazione di composizioni, i punti estremanti interni, in cui la funzione è derivabile, sono stazionari. Teoremi di Fermat e Lagrange. Funzioni monotone su intervalli e derivazione, teoremi di de l'Hospital; ricerca del massimo e minimo assoluto di una funzione. Analisi qualitativa delle funzioni: asintoti obliqui di un grafico, monotonia, punti estremanti, punti di flesso, concavità e convessità in un punto.

**Testi / Bibliografia**

Giovanni Naldi, Lorenzo Pareschi, Giacomo Aletti  
 Calcolo differenziale e algebra lineare  
 2005, McGraw-Hill Companies

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta preliminare e prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore

**27991 - ANALISI MATEMATICA T-1**

**Docente:** RAVAGLIA CARLO  
**Corso di Laurea:** 0922 - Ingegneria elettrica  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire una buona padronanza metodologica ed operativa degli aspetti istituzionali del calcolo differenziale ed integrale per le funzioni di una variabile.

**Programma / Contenuti**

Numeri reali; massimo, minimo, estremo superiore ed estremo inferiore; funzioni monotone; potenze; radicali; valore assoluto; equazioni reali; disequazioni.

Numeri complessi; parte reale, parte immaginaria, valore assoluto di un numero complesso.

Lo spazio euclideo  $R^N$ .

Continuità; teorema di Weierstrass; teorema del valor intermedio; limiti; estremanti relativi.

Funzioni asintoticamente equivalenti, trascurabili, inferiori; principio di sostituzione per i limiti.

Serie; serie a termini positivi; criteri del confronto, del rapporto e della radice; serie assolutamente convergenti.

Derivata; differenziale; estremanti relativi e derivata; teorema di Rolle; teorema del valor medio; funzioni a derivata nulla; funzioni monotone e segno della derivata; convessità; convessità e segno della derivata seconda; polinomio di Taylor; estremanti relativi e derivate d'ordine superiore.

Funzioni elementari; studio di funzione.

Argomento di un numero complesso, radici complesse, logaritmi complessi.

Primitive, integrali; teorema della media integrale; integrazione per sostituzione e per parti; integrazione delle funzioni razionali; formula di Taylor con resto integrale.

Integrali impropri; integrali impropri di funzioni positive; criterio del confronto; integrali impropri assolutamente convergenti.

Per il programma dettagliato con indicazione dell'importanza degli argomenti vedi

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/programma/elenco\\_programmi.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/programma/elenco_programmi.html)

**Testi / Bibliografia**

Sono proposti i testi che seguono.

1. Carlo Ravaglia: Corso di Analisi Matematica 1, Edizioni Nautilus (2007)
2. Carlo Ravaglia: Analisi Matematica I - Compiti d'esame, Edizioni Nautilus (2003)

Per la descrizione e per il luogo di reperibilità vedi

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/strumenti\\_didattici.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/strumenti_didattici.html)

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula .

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Parziale durante lo svolgimento del corso.

Prova scritta; prova orale.

*Per maggiori particolari vedi*

<http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/comune/modalita08.htm> .

*Vedi anche*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/calendario.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/calendario.html)

*per le date degli esami.*

**Strumenti a supporto della didattica**

*Sono proposti gli strumenti didattici che seguono*

1. Testi dei compiti d'esame AA 2006/07 e AA 2007/08.
2. Compiti d'esame AA 2008/09 (testi e soluzioni).
3. Compiti parziali d'esame del corrente AA 2008/09, dopo l'assegnazione (testi e soluzioni).
4. Compiti d'esame del corrente AA 2008/09, dopo l'assegnazione (testi e soluzioni) .
- 5 Carlo Ravaglia: Esercizi di Analisi Matematica 1.
6. Programma dettagliato del corso.
7. Domande di teoria ed esercizi immediati.

*Per la descrizione degli strumenti e per il luogo di reperibilità vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_1/strumenti\\_didattici.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_1/strumenti_didattici.html)

**27991 - ANALISI MATEMATICA T-1**

**Corso di Laurea:** 0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio  
**Mutuato da:** 28622 - ANALISI MATEMATICA T-A (vedi p. 226)

**27991 - ANALISI MATEMATICA T-1**

**Docente:** OBRECHT ENRICO  
**Corso di Laurea:** 0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni  
 0918 - Ingegneria chimica  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire gli strumenti matematici di base (limiti, derivate, integrali) per l'analisi qualitativa delle funzioni e la risoluzione di problemi applicativi.

**Programma / Contenuti**

PROPRIETA' DEI NUMERI REALI. LIMITI E CONTINUITÀ. Definizione di successione di numeri reali convergente e divergente. I teoremi sui limiti di successioni: unicità del limite, teoremi di confronto, dei due carabinieri. L'algebra dei limiti. Successioni monotone e loro limiti. Il numero  $e$ . Richiami sulle funzioni: composizione di funzioni, funzioni invertibili e funzioni inverse. Generalità sulle funzioni reali di una variabile reale. Definizione di funzione continua di una variabile reale. I teoremi di Weierstrass, degli zeri e dei valori intermedi. Definizione di limite per funzioni reali di una variabile reale; estensione dei risultati stabiliti per le successioni. Continuità della composizione di due funzioni continue e il teorema di cambiamento di variabile nei limiti. Limiti da destra e da sinistra. Funzioni monotone e loro limiti. Asintoti.

Le funzioni circolari inverse. Le funzioni iperboliche e le loro inverse. CALCOLO DIFFERENZIALE. Definizione di funzione derivabile e di derivata di una funzione. Il calcolo delle derivate. I teoremi del valor medio e loro applicazione allo studio della monotonia di una funzione. Derivate di ordine superiore. Formula di Taylor con resto nella forma di Peano e in quella di Lagrange. Estremanti locali: definizioni, condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Funzioni convesse. CALCOLO INTEGRALE. Definizione di integrale di Riemann. Proprietà dell'integrale: linearità, additività, monotonia, teorema della media. I teoremi fondamentali del calcolo integrale. I teoremi di integrazione per sostituzione e di integrazione per parti. Funzioni continue a tratti e proprietà dei loro integrali. Integrali generalizzati. NUMERI COMPLESSI. Definizione e operazioni sui numeri complessi. Forma algebrica di un numero complesso, modulo e argomento di un numero complesso, forma esponenziale di un numero complesso. Formula di de Moivre, radici di un numero complesso, equazioni algebriche in  $\mathbb{C}$ , la funzione esponenziale complessa. SERIE. Serie a termini reali e complessi. Definizione di serie convergente. Convergenza assoluta di una serie. Criteri di convergenza per le serie numeriche. EQUAZIONI DIFFERENZIALI. Equazioni differenziali lineari: integrale generale per le equazioni omogenee e non omogenee, il problema di Cauchy. Risoluzione delle equazioni del primo ordine e del secondo ordine a coefficienti costanti.

## 27993 - ANALISI MATEMATICA T-2

<b>Docente:</b>	RAVAGLIA CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica 0920 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Affinamento e arricchimento degli strumenti matematici di base (serie, curve, vari tipi di integrale, equazioni differenziali) per la risoluzione di tipici problemi applicativi.

### Programma / Contenuti

Derivate direzionali; derivate parziali; estremanti relativi e gradienti; differenziabilità; estremanti relativi e differenziale secondo. Forme differenziali lineari. Funzioni implicite. Varietà differenziali; moltiplicatori di Lagrange. Equazioni differenziali. Equazioni differenziali lineari. Integrale di Riemann. Integrale di Lebesgue (cenni). Integrali di funzioni su varietà. Integrali di forme differenziali su varietà orientate. Teorema di Stokes.

*Per il programma dettagliato con indicazione dell'importanza degli argomenti vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_2/programma/elenco\\_programmi.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_2/programma/elenco_programmi.html)

### Testi / Bibliografia

Sono proposti i testi che seguono .

1. Carlo Ravaglia : Corso di Analisi Matematica 2, Edizioni Nautilus (2009).
2. Carlo Ravaglia : Analisi Matematica II - Compiti d'esame, Edizioni Nautilus (2003) .

*Per la descrizione e per il luogo di reperibilità vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_2/strumenti\\_didattici.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_2/strumenti_didattici.html)

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Parziale durante lo svolgimento del corso.

Prova scritta; prova orale.

*Per maggiori particolari vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/comunc/modalita\\_08.htm](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/comunc/modalita_08.htm) .

*Vedi anche*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_2/calendario.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_2/calendario.html)

*per le date degli esami.*

### Strumenti a supporto della didattica

*Sono proposti gli strumenti didattici che seguono*

1. Testi dei compiti d'esame AA 2006/07 e AA 2007/08.
2. Compiti d'esame AA 2008/09 (testi e soluzioni).
3. Compiti parziali d'esame del corrente AA 2008/09, dopo l'assegnazione (testi e soluzioni).
4. Compiti d'esame del corrente AA 2008/09, dopo l'assegnazione (testi e soluzioni) .
- 5 Carlo Ravaglia: Esercizi di Analisi Matematica 2.
6. Programma dettagliato del corso.
7. Domande di teoria ed esercizi immediati.

*Per la descrizione degli strumenti e per il luogo di reperibilità vedi*

[http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi\\_2/strumenti\\_didattici.html](http://www.ciram.unibo.it/~ravaglia/corsi/analisi_2/strumenti_didattici.html)

## 27993 - ANALISI MATEMATICA T-2

<b>Corso di Laurea:</b>	0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Mutuato da:</b>	31586 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA ED ELEMENTI DI CALCOLO DELLE PROBABILITÀ T (vedi p. 307)

## 27993 - ANALISI MATEMATICA T-2

<b>Docente:</b>	OBRECHT ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni 0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Affinare e arricchire gli strumenti matematici di base (serie, curve, vari tipi di integrale, equazioni differenziali) per la risoluzione dei tipici problemi applicativi. Fornire i metodi matematici (sistemi di vettori ortogonali, serie di Fourier, trasformate di Fourier e di Laplace, nonché i necessari prerequisiti di analisi complessa, distribuzioni) rilevanti per la trattazione di segnali. Introdurre all'analisi dell'incertezza.

### Programma / Contenuti

LO SPAZIO EUCLIDEO  $\mathbb{R}^n$ . LIMITI, CONTINUITÀ E CALCOLO DIFFERENZIALE PER FUNZIONI DI PIÙ VARIABILI. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: generalità. Definizione di funzione continua e di limite. I teoremi di Weierstrass e dei valori intermedi per funzioni di più variabili. Definizione di derivata parziale, differenziabilità, funzioni di classe  $C^1$ . Matrice jacobiana. Il teorema sulla differenziabilità di una funzione composta. Derivate parziali di ordine superiore. Formula di Taylor al secondo ordine per funzioni di più variabili. Estremanti relativi per funzioni reali di più variabili reali liberi e vincolati. INTEGRALE MULTIPLIO. Definizione di integrale doppio per funzioni definite su di un rettangolo compatto. Proprietà dell'integrale doppio. Estensione al caso di domini più generali. I teoremi di riduzione su rettangoli e su insiemi semplici. Il teorema di cambiamento di variabili. Integrali tripli: estensione delle definizioni e dei teoremi sugli integrali doppi. Cenni sugli integrali multipli generalizzati. INTEGRALI

CURVILINEE E DI SUPERFICIE. Curve regolari e regolari a tratti, lunghezza di una curva, integrale di una funzione su di una curva. L'integrale di un campo vettoriale su di una curva. Campi vettoriali conservativi e loro potenziali. Il teorema di Green-Gauss. Superficie regolari in  $\mathbb{R}^3$ , area di una superficie, integrale di una funzione su di una superficie. Superficie orientabili. Flusso di un campo vettoriale attraverso una superficie orientata. I teoremi della divergenza e di Stokes. SERIE DI FUNZIONI E INTEGRALI DIPENDENTI DA UN PARAMETRO. Convergenza puntuale e uniforme di una serie di funzioni. Scambio di passaggi al limite. Serie di potenze. Serie di Fourier. Integrali (anche generalizzati) dipendenti da un parametro. Scambio di passaggi al limite. Esempi di integrali dipendenti da un parametro: le trasformate integrali. EQUAZIONI DIFFERENZIALI. Il problema di Cauchy per equazioni e sistemi differenziali. Teoremi di esistenza, unicità e prolungabilità delle soluzioni. Alcuni problemi ai limiti per equazioni differenziali lineari del II ordine.

## 27993 - ANALISI MATEMATICA T-2

<b>Docente:</b>	MANFREDINI MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0922 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 27993 - ANALISI MATEMATICA T-2

<b>Docente:</b>	GRAMMATICO CATALDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Sostegno matematico generale al calcolo, con attenzione agli aspetti computazionali richiamati in altri corsi.

### Programma / Contenuti

1. Misura di Peano-Jordan nel piano e nello spazio. Integrali doppi e tripli per funzioni reali.
2. Lo spazio vettoriale-euclideo  $\mathbb{R}^n$ . Sottospazi vettoriali affini e loro distanze. Prodotto scalare e vettoriale. Topologia di  $\mathbb{R}^n$ .
3. Equazioni differenziali ordinarie a coefficienti costanti. Problema di Cauchy per equazioni a coefficienti costanti: esistenza e unicità.
4. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Gradiente e differenziale. Estremanti assoluti e relativi.
5. Curve e campi vettoriali nel piano e nello spazio. Lunghezza e curvatura di una curva. Lavoro e potenziale di un campo vettoriale. Curve in coordinate polari, applicazioni.
6. Superfici: flusso di un campo attraverso una superficie. Formule di Gauss-Green nel piano e nello spazio.

### Testi / Bibliografia

- S.Abenda, S.Matarasso: **Analisi Matematica**, progetto Leonardo, Bologna.
- M.Bramanti, C.D.Pagani, S.Salsa: **Matematica calcolo infinitesimale e algebra lineare**, Zanichelli (II edizione).
- Appunti di lezione.

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno discusse applicazioni, degli argomenti trattati, alla fisica ed all'ingegneria. Il corso sarà affiancato da esercitazioni che hanno lo scopo di integrare le lezioni mediante lo svolgimento di esercizi.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova finale d'esame consiste di una prova scritta a quiz e/o con svolgimento ed una orale volte ad accertare la conoscenza e l'apprendimento da parte dello studente della teoria e l'abilità nel calcolo. La suddetta prova sarà preceduta da una prova scritta (a quiz) in itinere. In tutte le prove gli esercizi saranno del tipo di quelli svolti a lezione o durante le esercitazioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore. Lavagna.

**28622 - ANALISI MATEMATICA T-A**

<b>Docente:</b>	PAPINI PIER LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscere gli aspetti metodologico-operativi dell'analisi matematica, con particolare riguardo alle funzioni di una variabile reale, al fine di saper utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

**Programma / Contenuti**

Funzioni reali di una variabile reale.  
Calcolo differenziale. Formula di Taylor.  
Calcolo integrale: primitive; integrale definito; funzioni integrali.

**Testi / Bibliografia**

Testo di riferimento: M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli - Elementi di Analisi Matematica, ed. McGraw Hill (2007).

Potrà essere utile integrare il testo con un libro di esercizi, a scelta dello studente.

**Metodi didattici**

Durante le ore di insegnamento, la parte teoria sarà sempre integrata dagli esercizi.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consta di una prova scritta, cui segue una breve prova orale.

**28622 - ANALISI MATEMATICA T-A**

<b>Docente:</b>	ARCOZZI NICOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscere gli aspetti metodologico-operativi dell'analisi matematica, con particolare riguardo alle funzioni di una variabile reale, al fine di saper utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

**Programma / Contenuti**

Numeri reali.  
Successioni e loro limiti.  
Continuità e limiti per funzioni di una variabile reale.

Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale.  
 Integrale di una funzione continua su un intervallo chiuso e limitato.  
 Teorema fondamentale del calcolo integrale e applicazioni.

### Testi / Bibliografia

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa;  
 Matematica. Calcolo infinitesimale e algebra lineare, Ed. Zanichelli, Bologna (un'edizione qualsiasi)

### Metodi didattici

Lezione frontale e esercitazioni.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e prova orale. La prova scritta può essere sostituita da due prove scritte parziali, che si terranno circa a metà e a fine corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Materiale didattico in rete.

## 28622 - ANALISI MATEMATICA T-A

<b>Docente:</b>	FERRARI FAUSTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Al termine del corso, una volta superata la prova di verifica finale, lo studente dovrebbe possedere le conoscenze di base relative all'analisi ed in particolare alle funzioni di una variabile reale: proprietà di tali funzioni, lettura ed interpretazione di grafici, derivate, integrali e loro significato, approssimazione delle stesse.

### Programma / Contenuti

**LIMITI E CONTINUITÀ.** Proprietà dei numeri reali. Definizione di successione di numeri reali convergente e divergente. I teoremi sui limiti di successioni: unicità del limite, teoremi di confronto, dei due carabinieri. L'algebra dei limiti. Successioni monotone e loro limiti. Il numero  $e$ . Richiami sulle funzioni: composizione di funzioni, funzioni invertibili e funzioni inverse. Generalità sulle funzioni reali di una variabile reale. Definizione di funzione continua. I teoremi di Weierstrass, degli zeri e dei valori intermedi. Definizione di limite per funzioni reali di una variabile reale; estensione dei risultati stabiliti per le successioni. Continuità della composizione di due funzioni continue e il teorema di cambiamento di variabile nei limiti. Limiti da destra e da sinistra. Funzioni monotone e loro limiti. Asintoti. Le funzioni circolari inverse. Le funzioni iperboliche e le loro inverse. **CALCOLO DIFFERENZIALE.** Definizione di funzione derivabile e di derivata di una funzione. Il calcolo delle derivate. I teoremi del valor medio e loro applicazione allo studio della monotonia di una funzione. Derivate di ordine superiore. Formula di Taylor. Estremanti relativi: definizione, condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Funzioni convesse. **CALCOLO INTEGRALE.** Definizione di integrale di Riemann. Proprietà dell'integrale: linearità, additività, monotonia, teorema della media. I teoremi fondamentali del calcolo integrale. I teoremi di integrazione per sostituzione e di integrazione per parti. Integrali generalizzati. **I NUMERI COMPLESSI.** Definizione e operazioni sui numeri complessi. Forma algebrica. Modulo e argomento di un numero complesso. Forma esponenziale. Formula di De Moivre. Radici di un numero complesso. Equazioni algebriche in  $\mathbb{C}$ . Funzione esponenziale. **SERIE NUMERICHE.** Serie a termini reali e complessi. Definizione di serie convergente. Convergenza assoluta. Criteri di convergenza. **EQUAZIONI DIFFERENZIALI.** Equazioni differenziali lineari. Integrale generale per equazioni

omogenee e non omogenee. Il problema di Cauchy. Risoluzione delle equazioni differenziali (del primo ordine e di ordine  $n$ ) a coefficienti costanti.

### Testi / Bibliografia

Marco Bramanti, Carlo Domenico, Pagani Sandro Salsa, *Analisi matematica 1*. Ed. Zanichelli, 2008.  
S. Salsa & A. Squellati: *Esercizi di Matematica*, Vol. 1, Ed. Zanichelli.

### Metodi didattici

Il corso prevede lo svolgimento di lezioni di carattere teorico (in cui vengono presentati i concetti fondamentali del calcolo differenziale e integrale per funzioni reali di una variabile reale), affiancate da esercitazioni che hanno lo scopo di aiutare lo studente ad acquisire familiarità e padronanza con gli strumenti e metodi matematici introdotti durante le lezioni.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta preliminare e prova orale. La prova scritta preliminare può essere sostituita da due prove parziali superate durante lo svolgimento del corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Saranno disponibili esercizi tratti dalle prove degli anni precedenti al seguente indirizzo web:  
[www.dm.unibo.it/~ferrari](http://www.dm.unibo.it/~ferrari)

## 28622 - ANALISI MATEMATICA T-A

**Corso di Laurea:** 0919 - Ingegneria civile - [L-Z]  
**Mutuato da:** 27991 - ANALISI MATEMATICA T-1 (vedi p. 220)

## 28622 - ANALISI MATEMATICA T-A

**Docente:** CITTI GIOVANNA  
**Corso di Laurea:** 0924 - Ingegneria energetica  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 6

## 28622 - ANALISI MATEMATICA T-A

**Docente:** DORE GIOVANNI  
**Corso di Laurea:** 0927 - Ingegneria meccanica  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo studente conosce i concetti fondamentali e le principali proprietà delle funzioni reali di una variabile reale (limiti di successioni e di funzioni, continuità, calcolo differenziale, calcolo integrale) e sa risolvere semplici esercizi su questi argomenti.

### Programma / Contenuti

#### Funzioni

Richiami sulle funzioni: dominio, immagine, funzioni iniettive, suriettive, biunivoche; composizione di funzioni; funzione inversa.

Funzioni elementari di variabile reale: potenza, esponenziale, logaritmo, funzioni trigonometriche e loro inverse, funzioni iperboliche e loro inverse.

**Successioni reali**

Successioni in  $\mathbb{R}$ ; limiti di successioni; teoremi di permanenza del segno e del confronto; operazioni sui limiti. Successioni monotone e loro limiti; limitatezza ed estremi di sottoinsiemi di  $\mathbb{R}$ . Il numero  $e$ ; alcuni limiti notevoli di successioni.

**Limiti e continuità per funzioni reali di variabile reale**

Limiti di funzioni reali di variabile reale; estensione dei risultati stabiliti per le successioni; limite di funzione composta.

Limite destro e sinistro; funzioni monotone e loro limiti. Alcuni limiti notevoli.

Continuità di funzioni reali di variabile reale, operazioni sulle funzioni continue.

I teoremi degli zeri, dei valori intermedi e di Weierstrass.

**Calcolo differenziale per funzioni di una variabile**

Derivata di una funzione; regole di derivazione; derivata delle funzioni elementari.

Teoremi di Rolle e di Lagrange, loro conseguenze; crescita e decrescenza. Il teorema di de l'Hôpital.

Derivate di ordine superiore; formula di Taylor.

Massimi e minimi relativi; funzioni convesse, flessi.

Asintoti; studio di funzione.

**Calcolo integrale per funzioni di una variabile**

Integrale di funzioni continue; proprietà dell'integrale; teorema della media integrale, teoremi fondamentali del calcolo integrale; primitiva di una funzione.

Integrazione per parti; integrazione per sostituzione; cenni sull'integrazione di funzioni razionali.

**Testi / Bibliografia**

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa: *Matematica (Calcolo infinitesimale e algebra lineare)*, Ed. Zanichelli, 2004

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame è unico per i corsi di Analisi Matematica T-A e di Geometria T e consiste in una prova scritta preliminare e una prova orale.

**28616 - ANALISI MATEMATICA T-B**

<b>Docente:</b>	CITTI GIOVANNA
<b>Corso di Laurea:</b>	0924 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**28616 - ANALISI MATEMATICA T-B**

<b>Docente:</b>	PAPINI PIER LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscere gli aspetti metodologico-operativi dell'analisi matematica, con particolare riguardo alle funzioni di più variabili reali e alle equazioni differenziali, al fine di saper utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria

**Programma / Contenuti**

- Elementi di topologia di  $\mathbb{R}^n$ .
- Funzioni di due o più variabili (continuità; derivate; differenziali, massimi e minimi).
- Equazioni differenziali lineari.
- Curve, integrali curvilinei e forme differenziali.
- Integrali doppi e tripli.
- Superfici (cenni).

**Testi / Bibliografia**

- Testo di riferimento: M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli - Elementi di Analisi Matematica, ed. McGraw Hill (2007).
- Potrà essere utile integrare il testo con un libro di esercizi, a scelta dello studente.

**Metodi didattici**

- Teoria ed esercizi verranno integrati durante l'insegnamento.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

- L'esame consta di una prova scritta, cui segue una breve prova orale.

**28616 - ANALISI MATEMATICA T-B**

<b>Docente:</b>	ANCONA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**28616 - ANALISI MATEMATICA T-B**

<b>Docente:</b>	DORE GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

- Lo Studente conosce gli aspetti metodologico-operativi dell'analisi matematica, con particolare riguardo alle funzioni di più variabili reali e alle equazioni differenziali, al fine di saper utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

**Programma / Contenuti****Integrali generalizzati e serie**

- Definizione di integrale generalizzato; assoluta integrabilità in senso generalizzato; criterio del confronto.
- Serie numeriche, convergenza e assoluta convergenza; criteri di convergenza per le serie.

**Numeri complessi**

- Il campo dei numeri complessi; forma algebrica e trigonometrica di un numero complesso; radice n-sima; esponenziale.

**Limiti e continuità per funzioni di più variabili**

- Limiti per successioni in  $\mathbb{R}^n$ .
- Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: generalità, limiti e continuità.
- I teoremi di Weierstrass e dei valori intermedi.

**Calcolo differenziale per funzioni di più variabili**

Derivate parziali e di differenziale per funzioni di più variabili; matrice jacobiana.

Differenziale di una funzione composta. Derivate parziali di ordine superiore. Formula di Taylor al secondo ordine per funzioni di più variabili.

Estremanti relativi per funzioni reali di più variabili: definizioni, condizioni necessarie, condizioni sufficienti.

#### **Integrale multiplo**

Integrale di funzioni continue su un rettangolo; integrale di funzioni continue quasi dappertutto su insiemi misurabili; proprietà dell'integrale.

I teoremi di riduzione e di cambiamento di variabile per gli integrali multipli.

#### **Equazioni differenziali**

Equazioni differenziali lineari del primo ordine, formula risolutiva.

Equazioni differenziali lineari omogenee e non omogenee di ordine superiore; equazioni a coefficienti costanti.

Equazioni a variabili separabili.

#### **Testi / Bibliografia**

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa: *Matematica (Calcolo infinitesimale e algebra lineare)*, Ed. Zanichelli, 2004

#### **Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta preliminare e prova orale.

## 44699 - ANALISI NUMERICA LS

**Docente:** ZAMA FABIANA

**Corso di Laurea:** 0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio

**Ciclo:** 2

**Crediti:** 6

#### **Conoscenze e abilità da conseguire**

*Fornire metodologie generali e strumenti software per la risoluzione di problemi scientifici particolarmente rilevanti nelle applicazioni.*

#### **Programma / Contenuti**

1. Definizione di Problemi numerici e principali sorgenti di errore.

- Rappresentazione di Interi e Numeri Floating Point. Calcolo in aritmetica finita. Unità di arrotondamento, errori assoluti e relativi. Propagazione degli errori. Cancellazione Numerica.
- Analisi degli error Complessità Computazionale.
- Condizionamento di un problema. Stabilità di un Algoritmo.

Risoluzione Numerica di Sistemi lineari

- Studio del Condizionamento del Problema. Algoritmo per sistema triangolare inferiore e superiore. Algoritmo di Fattorizzazione LU con e senza scambio di righe. Stabilità dell'algoritmo, metodi di pivoting.
- Equazioni non lineari.
- Effetti dell'aritmetica finita, Condizionamento del problema, velocità di Convergenza dei metodi Iterativi. Metodo di Bisezione, Metodo di Newton, Metodo della Secante.
- Sistemi non lineari

- Metodo di Newton
- Metodo di Broyden.
- Ottimizzazione non lineare.
- Condizionamento e parametri di errore.
- Metodi di ricerca diretta, metodi di discesa, metodo di Newton e quasi-Newton.
- Minimi quadrati non lineari: metodi di Gauss Newton e di Levenberg-Marquardt.

#### Equazioni differenziali Ordinarie

- Problemi di Cauchy; esistenza della soluzione; stabilità ; Metodi ad un passo; Controllo dell'errore; Metodi a più passi;
- Convergenza Consistenza e Stabilità ;
- Problemi Stiff;
- Problemi con valori al contorno: metodi alle differenze, metodo di Galerkin.
- Equazioni a Derivate Parziali;
- Problemi dipendenti dal tempo:
- Metodi alle differenze per problemi parabolici;
- Metodi semidiscreti
- Problemi stazionari: Metodi alle differenze, Metodo degli Elementi Finiti

#### Testi / Bibliografia

G. Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico, Levrotto & Bella.  
M.T.Heath, **Scientific Computing, Mc Graw Hill, 2002**

#### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni guidate in laboratorio.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Discussione orale degli elaborati assegnati durante il corso.

#### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi delle lezioni disponibili sul sito WEB del docente.

## 29151 - ANALISI NUMERICA M

<b>Docente:</b>	ZAMA FABIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

## 45232 - ANALISI SPERIMENTALE DELLE TENSIONI LS

<b>Docente:</b>	FREDDI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Approfondire le conoscenze dei metodi sperimentali di analisi delle sollecitazioni, della risposta dei materiali e dei metodi statistici di pianificazione degli esperimenti.

## Programma / Contenuti

### Cap.1 CONTRIBUTO DELLA ANALISI SPERIMENTALE ALL'EVOLUZIONE DELLE STRUTTURE

#### PARTE I: L'ANALISI DELLE TENSIONI

### Cap.2 ESTENSIMETRIA ELETTRICA

#### 2.1 RICHIAMI DI ESTENSIMETRIA ELETTRICA

Materiali per estensimetri

Valori caratteristici della resistenza elettrica degli estensimetri

Il fattore dell'estensimetro e la sensibilità trasversale

Taratura dell'estensimetro

Errore dovuto alla sensibilità trasversale

Influenza di una variazione di temperatura

Estensimetri autocompensati

Rosette estensimetriche

I circuiti di misura

Il circuito potenziometrico

Misura di deformazioni variabili nel tempo

Il ponte di Wheatstone

Calibrazione del ponte

Alimentazione del ponte

Collegamenti

#### 2.2 ESEMPI DI APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE

### Cap.3: I RIVESTIMENTI FRAGILI

#### 3.1 RICHIAMI DEL METODO

Introduzione

Tensioni nel rivestimento

Relazione tra le tensioni nel caso di comportamento elastico

Fessurazioni prodotte da carichi rilassati

Le curve isoentatiche

Modifica della sensibilità mediante le tensioni residue

I rivestimenti fragili reperibili sul mercato

Lo scorrimento viscoso

#### 3.2 ESEMPI DI APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE

### Cap. 4: FOTOELASTICITA'

#### 4.1 RICHIAMI DEL METODO

Introduzione

Luce polarizzata

Intensità della radiazione luminosa

Polarizzatore piano

Doppia rifrazione o birifrangenza

Trattamento della luce in un sistema ottico

Trattamento della luce con polarizzatore più lamina birifrangente

Teoria della fotoelasticità

Disposizione degli elementi ottici in un polariscopio

- Modello caricato in un polariscopio piano ad assi incrociati
- Modello caricato in un polariscopio piano ad assi paralleli
- Modello caricato in un polariscopio circolare ad assi incrociati
- Modello caricato in un polariscopio circolare ad assi paralleli
- Determinazione delle isocromatiche
- Il compensatore di Babinet-Soleil
- Compensazione mediante lamina a quarto d'onda
- Metodo di moltiplicazione delle frange
- Determinazione delle curve isocline
- Punti isotropi e punti singolari
- La costruzione delle curve isostatiche
- La separazione delle tensioni principali
- Metodi sperimentali
- Materiali per modelli fotoelastici
- Effetti di bordo
- Capacità di congelare tensioni
- Taratura del modello fotoelastico
- Fotoelasticità tridimensionale
- La preparazione della forma
- La scelta dei carichi
- La determinazione dei parametri della tensione
- Stati di tensione alla superficie del modello
- La determinazione dello stato di tensione in punti interni
- Misura del fattore dell'intensità degli sforzi con il metodo fotoelastico
- Fotoelasticità a riflessione
- Il polariscopio a riflessione
- Misura delle deformazioni principali delle deformazioni
- La misura delle deformazioni nella struttura
- Conclusioni
- 4.2 ESEMPI DI APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE**
- Le discontinuità geometriche
- Stato di tensione in prossimità dell'apice di difetti
- Stato di tensione in una cremagliera e in una cinghia dentata
- Stato di tensione nei recipienti a pressione
- Stato di tensione nelle teste delle espansioni polari negli alternatori
- Stato di tensione in un anello caricato in tre punti
- Stato di tensione dovuto all'urto
- Applicazione della fotoelasticità a riflessione in biomeccanica
- Stato di tensione nel contatto Hertziano
- Cap. 5. INTERFEROMETRIA OLOGRAFICA**
- 5.1 RICHIAMI DEL METODO**
- Introduzione
- 5.2 ESEMPI DI APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE**
- Misura di spostamenti in fessure circolari interagenti
- Misura di meati nell'accoppiamento biella manovella
- PARTE II: LA MECCANICA DEI MATERIALI**
- Cap. 6: EFFETTO DELLE SOLLECITAZIONI SUL COMPORTAMENTO DEL MATERIALE NEL CASO STATICO**

6.1 RICHIAMI DEI PRINCIPALI MECCANISMI FISICI Introduzione Il legame tra le tensioni e le deformazioni Fenomenologia delle superfici nel caso di frattura mista Cenni di teoria fisica della tensione di rottura. Comportamento a frattura

6.2 APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE Richiami sui fattori di concentrazione delle tensioni Tensione imposta e deformazione imposta La formula approssimata dovuta a Neuber Il fattore di effetto di intaglio Causa della riduzione del fattore di effetto di intaglio rispetto al fattore di concentrazione delle tensioni Coefficiente di supporto e sensibilità all'intaglio Il valore medio delle tensioni e delle deformazioni Influenza del valore medio delle tensioni sulla fatica uniaassiale Aspetti microscopici Propagazione della cricca di fatica Aspetti macroscopici delle superfici di frattura

Cap. 7: EFFETTO DELLE SOLLECITAZIONI SUL COMPORTAMENTO DEL MATERIALE NEL CASO DI TENSIONI LOCALI VARIABILI

(Fenomenologia della fatica ad alto numero di cicli)

7.1 RICHIAMI DEI PRINCIPALI MECCANISMI FISICI

Introduzione

Influenza delle tensioni

Schema della macchina di prova a flessione rotante

La prova a flessione alterna in un piano assegnato

La prova a trazione/compressione

La curva di Wöhler

La curva in coordinate semilogaritmiche e doppio logaritmiche

7.2 APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE

Cap. 8: EFFETTO DELLE SOLLECITAZIONI SUL COMPORTAMENTO DEL MATERIALE NEL CASO DI DEFORMAZIONI LOCALI VARIABILI

(Fenomenologia della fatica oligociclica)

8.1 RICHIAMI DEI PRINCIPALI MECCANISMI FISICI

1. Introduzione

2. Legame tra le tensioni e le deformazioni

Prova ripetuta a tensione imposta e a deformazione imposta

Simulazione del comportamento ciclico del materiale in campo elastoplastico

3. Simulazione dei fattori di concentrazione

4. Simulazione del comportamento a fatica del materiale

5. La fatica per carichi di ampiezza variabile

8.2 APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE

Cap. 9: ASPETTI SPERIMENTALI DELLA MECCANICA DELLA FRATTURA (Fenomenologia della frattura lineare elastica)

9.1 RICHIAMI DEI PRINCIPALI MECCANISMI FISICI

Introduzione

1. La Meccanica della frattura lineare elastica

2. Modi di frattura

3. Stato piano di tensione e stato piano di deformazione

4. Il fattore di intensità degli sforzi

5. L'effetto di limitate plasticizzazioni all'apice del difetto

6. La rottura fragile

7. Influenza della temperatura

8. La propagazione stabile del difetto

9. Valori sperimentali della tenacità a frattura

9.2 ESEMPI DI APPLICAZIONI ALLA MECCANICA DELLE STRUTTURE

Bibliografia

**Testi / Bibliografia**

Dally &amp; Riley: Experimental Stress Analysis . J. Wiley

Handbook on Experimental Mechanics. Ed. by A. S. Kobayashi Second Edition SEM 1993

**Metodi didattici**

1. Gli studenti sono divisi in gruppi di lavoro che devono seguire le esercitazioni organizzate presso il Laboratorio del Dipartimento in Via Terracini, 24.
2. Ogni settimana gli studenti devono attivamente partecipare ad un esperimento che viene ripetuto quattro volte per consentire una fruizione corretta da parte di ogni studente.
3. La conduzione dell'esperimento è obbligatoria per ogni studente che deve preparare un elaborato che raccoglie i punti salienti e i risultati di ciascun esperimento.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Consiste in una prova scritta con tre domande:

1. una domanda sulla teoria della sperimentazione.
2. una domanda sulla meccanica dei materiali
3. un disegno a mano libera su una semplice attrezzatura di laboratorio.

Segue l'orale con la discussione dell'elaborato e l'approfondimento di altri contenuti.

Sono graditi e stimolati contributi liberi (Tesine o altro) , inerenti la disciplina.

**Strumenti a supporto della didattica**

1. Dispense a disposizione degli studenti:

- A. Freddi, G. Olmi: Meccanica Sperimentale : La sperimentazione per l'analisi delle tensioni e l'interpretazione del comportamento dei materiali e delle strutture. ( Presso la copisteria della Facoltà)
- Esperienze di laboratorio di applicazione delle tecniche.

**41578 - APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE LS****Corso di Laurea:** 0234 - Ingegneria informatica**Ciclo:** 2**Crediti:** 6**45229 - APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI LS****Docente:** COLOMBO VITTORIO**Corso di Laurea:** 0451 - Ingegneria chimica e di processo

0454 - Ingegneria meccanica

0455 - Ingegneria energetica

**Ciclo:** 1**Crediti:** 6**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze aggiornate sulle tecnologie di interesse industriale (sintesi, deposizione, trattamento di materiali, etc.) ad alto contenuto energetico assistite da sorgenti di plasma termico di tipo torcia ad induzione e ad arco. Saranno evidenziati sia il punto di vista progettuale (progetto e ottimizzazione basati su modellazione fisico-matematico-computazionale) di tali sistemi, sia quello dell'analisi sperimentale dei processi nei quali essi

operano. La letteratura brevettuale sarà esaminata con particolare riferimento ai più recenti sviluppi industriali nel settore delle sorgenti di plasma termico.

### Programma / Contenuti

Fondamenti sulla fisica dei plasmi termici.

Ambiti di applicazione industriale.

Plasmi termici ad induzione per la diagnostica chimica-fisica.

Plasmi termici ad arco trasferito per il taglio di materiali metallici.

Trattamento di polveri metalliche e ceramiche con plasmi termici ad induzione.

Prove di laboratorio con utilizzo di plasmi termici ad arco trasferito e ad induzione.

**Ciclo di lezioni in inglese tenute da docente straniero sull'argomento: "Sicurezza nella sintesi di nanoparticelle con tecnologia di plasma termico ad induzione"**

### Testi / Bibliografia

Dispense fornite dal docente su supporto cartaceo e CD-ROM.

### Metodi didattici

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Modalità di esame: prova orale con discussione di una relazione scritta.

### Strumenti a supporto della didattica

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa

Accessibilità al Laboratorio di Tecnologia dei Materiali e Applicazioni Industriali dei Plasmi del DIEM, Via Terracini 24, Bologna

Accessibilità al Laboratorio Computazionale del CIRAM e utilizzo degli strumenti di calcolo in dotazione al *Laboratorio Computazionale Parallelo per Applicazioni Energetiche e Meccaniche Avanzate* del DIEM & CIRAM.

Accessibilità alle strumentazioni del *LABORATORIO DI TECNOLOGIE DEI MATERIALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI* del DIEM in Via Terracini 24, Bologna

## 03869 - ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA I

<b>Docente:</b>	MARINONI OTTORINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Modalità e tecniche di composizione degli spazi architettonici. Capacità di individuazione degli elementi costitutivi dell'impianto architettonico di un edificio, maturate attraverso la lettura di opere significative e il lavoro progettuale svolto nel corso e nei laboratori connessi. Strumenti di progetto e verifica della coerenza dimensionale e spaziale delle scelte formali. Capacità di operare verificando costantemente il rapporto tra gli aspetti organizzativi-distributivi e quelli formali-spaziali. Mezzi di rappresentazione bi-tridimensionale.

### Programma / Contenuti

Il corso mette in evidenza alcuni degli aspetti significativi del fare progetto in architettura, a partire dal rapporto tra i componenti fisici (costituenti l'oggetto edilizio) e lo spazio da essi definito: la morfologia, la giustapposizione, la tecnica di realizzazione e i materiali, influiscono e determinano le possibilità di vivere un ambiente.

Per quanto riguarda l'esperienza dello spazio architettonico, l'estensione e l'articolazione della gamma delle possibili azioni fissa il livello di qualità dell'offerta funzionale; la corrispondenza con le necessità di fare, stare, vedere, ecc., l'economia delle distanze, la corretta sequenza degli ambiti, sono i parametri di verifica.

Per quanto attiene alla percezione visiva e spaziale vanno considerate le suggestioni indotte dall'apparato formale. Oltre ad agire come messaggio profondo, la forma opera a un livello più diretto, nel suggerire o sollecitare, con le logiche specifiche dell'impianto formale, proprio quelle azioni che l'edificio consente; su questo piano sarà la coerenza formale, in corrispondenza con le azioni possibili a indicare il grado di efficacia espressiva.

Argomenti delle lezioni:

- 1) Il procedimento progettuale.

Il rapporto tra richiesta e intenzioni progettuali.

Elaborazione del concetto spaziale: visione mentale, diagrammi di forma, modelli.

Il rapporto con il luogo visto dall'interno del progetto.

L'elaborazione: prefigurazione, composizione-scomposizione (cernita, combinazione, costruzione, cancellazione, correzione, revisione), verifiche tecnico-funzionali, modello definitivo.

- 2) I "materiali" del progetto.

Componenti fisici: piani di vita, contenitori/separatori, coperture/soffitti, strutture portanti.

Variabili dei componenti: geometria, giustapposizione/relazione, interno - esterno.

- 3) Logica formale.

Lo spazio: necessità pratiche e soddisfazione percettiva: visione/movimento, rapporto "aptico", sintesi delle esperienze, modello delle relazioni spaziali.

Gerarchia delle forme architettoniche: principali/secondarie, articolazione, organizzazione del sistema spaziale.

- 4) Il progetto dell'abitazione.

Organizzazione funzionale.

Azioni e ambiti.

Scala delle azioni: singola, coppia, gruppo.

- 5) Azioni umane 1.

Ergonomia.

Funzioni, oggetti, spazi d'uso.

Interazioni, sovrapposizioni.

"Dimensionamento razionale".

Esigenze - Requisiti.

Verifiche normative.

- 6) Azioni umane 2.

Tipologia degli spazi per stare, fare, ...

Caratteri degli spazi.

"Dimensionamento empatico".

Relazioni tra spazi: chiuso/aperto, ampio/ristretto, comunicante/separato, interno/esterno.

- 7) Relazioni umane 1 -2.

Abitazioni collettive: modelli, utenti.

Spazi di pertinenza, rapporti di vicinato, gioco, tempo libero.

## Testi / Bibliografia

Facendo riferimento agli argomenti trattati a lezione, vengono indicati i testi più vicini alle problematiche di progetto, consigliati, citati o recensiti nelle lezioni. Per visioni più ampie il docente si rende disponibile a dare ulteriori indicazioni.

- 1) Uno stimolante pensare il progetto a tutti i livelli .... "Esistenza Spazio e Architettura", C. N. Schulz; Officina Ed., '82. ....in particolare, a quelli dello spazio architettonico: "Saper vedere l'architettura", B. Zevi;

Einaudi, '93 (1° ed. '48), ai capitoli: "Lo spazio, protagonista dell'architettura" e "Le diverse età dello spazio". .... e "Silenzi eloquenti", C. M. Aris; Marinotti, 2004.

- 2) La trasformazione come processo progettuale: "Le variazioni di identità", C. M. Aris, Clup, '90.
- 3) Un punto di vista (tra i tanti, ma colto da molto vicino) sul senso del "fare progetto": "Pensare architettura", P. Zumthor; Electa, '98.
- 4) Una raccolta di esperienze: Ampia panoramica di esempi europei: "Housing in Europa" nn. 4/5, G. Trebbi e altri; Ed. Luigi Parma, '78.
- 5) Il progetto e le relazioni umane: "Spazio di relazione e spazio privato", S. Chermayeff, C. Alexander; Saggiatore, '68.
- 6) Scomposizione del processo: - "La costruzione del volume apparente", R. V. Moore; Officina Ed., '95. - "La dinamica della forma architettonica", R. Arnheim; Feltrinelli, 1991 (I ed. 1977). - "Progettare un edificio: otto lezioni di architettura", L. Quaroni; Mazzotta, '78.
- 7) I bambini al centro dell'attenzione (senza dimenticare gli altri): - "Gli spazi verdi per il gioco", I. Romiti, F. Petrella; Alinea, '98. - "Il campo gioco e la città", R. Ballardini e altri; Nuova Italia, '71.

### Metodi didattici

Oltre alle lezioni frontali il corso prevede attività di analisi e progetto da sviluppare in orario di esercitazione e nei laboratori connessi, con svolgimento individuale e in gruppo.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale è subordinato al completamento delle esercitazioni individuali e connesso a quelle dei laboratori. Il docente e i responsabili di laboratorio organizzeranno, con un certo anticipo rispetto alle date degli esami, revisioni conclusive per valutare il livello di approfondimento e completezza del lavoro degli allievi e predisporre la preiscrizione agli appelli.

La valutazione terrà conto degli elementi:

- contributo critico, capacità di analisi, documentazione e rappresentazione del lavoro individuale, verificata nelle esercitazioni interne al corso;
- coerenza e approfondimento del progetto di laboratorio, verificato attraverso la presentazione pubblica con il contributo di tutti i componenti.

## 03870 - ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA II

<b>Docente:</b>	GELSOMINO LUISELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Programma / Contenuti

Il corso è finalizzato a far acquisire agli allievi gli strumenti teorici ed operativi propri della composizione architettonica analizzati ed applicati alle diverse scale di intervento.

Il percorso didattico, svolto attraverso lezioni, esercitazioni ed il laboratorio connesso al corso, si ripropone di fornire metodi di approccio progettuale che possano sviluppare nello studente capacità professionali integrate da riflessioni teoriche utili ad impostare un personale metodo di ricerca progettuale. L'obiettivo di una nuova qualità della città è il quadro di riferimento costante dell'intervento architettonico; pertanto il corso affronta anche le tematiche proprie della composizione urbana e della progettazione paesaggistica in ambito urbano.

Oggetto principale di tutta l'attività del corso e del laboratorio è il progetto di ambiti residenziali integrati visti come elementi di rigenerazione urbana.

Le principali normative di riferimento ( Direttive europee, Leggi nazionali e regionali, Norme e regolamenti locali ) collocano i temi trattati in un'aggiornata dimensione operativa, con riferimento anche agli aspetti dell'efficienza energetica.

#### Argomenti delle lezioni

### 1. PRINCIPI E CRITERI DI PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

- 1.1. Il progetto come trasformazione.
- 1.2. Il concetto di spazio architettonico. Percezione e fruizione.
- 1.3. La rigenerazione della città: architettura e contesto urbano. Lettura progettuale dell'ambiente costruito. Le linee di struttura. Valori identitari e risorse dei luoghi urbani.
- 1.4. Figuratività dell'ambiente urbano e dell'architettura.
- 1.5. Qualità architettonica e urbana : principi e indicatori; qualità del progetto e qualità del costruito. Normative, provvedimenti e indirizzi.

### 2. LE COMPONENTI URBANE DEL PROGETTO ARCHITETTONICO

- 2.1. Architettura e paesaggio. Principi e innovazioni nella progettazione del paesaggio urbano.
- 2.2. Criteri di accessibilità, fruibilità, sostenibilità ambientale ed energetica.
- 2.3. Le variabili della composizione urbana. Metodi e fattori di qualità. Il progetto della continuità. Spazio pubblico e spazio collettivo. La "public art"
- 2.4. La progettazione del verde. Funzioni, criteri, parametri per la scelta delle componenti vegetali. Clima, verde, orientamento.

### 3. LE SCALE DI INTERVENTO

- 3.1. Definizione delle fasi del progetto. Le variabili della progettazione architettonica.
- 3.2. Le tematiche energetiche e l'impostazione progettuale a scala di progetto urbano ed a scala architettonica
- 3.3. Scelte progettuali, definizione delle informazioni e modalità di comunicazione in ordine alla scala di intervento
- 3.4. Qualità del progetto. Tecniche di controllo e valutazione
- 3.5. Analisi critica di progetti per la residenza in Europa.

### 4. SPAZIO ARCHITETTONICO: POETICA E TECNOLOGIA.

- 4.1. Spazio – Forma – Composizione.
- 4.2. Percorrenza e percezione. Cenni sulla psicologia della forma.
- 4.3. La luce nella costruzione dello spazio architettonico.
- 4.4. Cromie, tessiture, materiali nell'espressione architettonica.

### 5. MODELLI ABITATIVI PER UNA CITTA' IN TRASFORMAZIONE

- 5.1. La tipologia come metodo di prefigurazione progettuale. Criteri di riduzione tipologica e definizione di tipo
- 5.2. Rapporti fra tipo edilizio e morfologia urbana.
- 5.3. Sistemi passivi per il controllo ambientale nel progetto dell'architettura.
- 5.4. Modellizzazione, criteri compositivi, esiti fruitivi e figurativi.

### 6. ESIGENZE ABITATIVE E PROGETTO

- 6.1. Strumenti e regole nella progettazione della residenza. Principali normative di riferimento: nazionali, regionali, comunali.
- 6.2. Requisiti dell'edilizia residenziale in relazione ad utenze specifiche: anziani, studenti, giovani coppie, disabili, bambini. Casi di studio.
- 6.3. Metodi di consultazione e analisi della domanda. Tecniche di comunicazione e di rappresentazione nella progettazione partecipata

#### Attività pratica

L'attività pratica si realizza in due articolazioni del percorso didattico, esercitazioni e laboratorio, ed è finalizzata alla realizzazione di un iter progettuale a diverse scale.

#### Esercitazioni

Nelle esercitazioni si effettua l'impostazione generale del progetto dell'area assegnata, come premessa allo sviluppo progettuale che sarà poi elaborato nel laboratorio. Tale elaborazione, richiede lo studio approfondito di casi significativi da valutare criticamente, come buone pratiche dalle quali ricavare suggestioni per il progetto.

### Testi / Bibliografia

Il testo di riferimento che sintetizza il metodo progettuale proposto ed i principi che lo ispirano è:

- *L. Gelsomino (a cura)*, Architetture per nuovi paesaggi urbani, Alinea editrice, 2005
- Inoltre, sono consigliati, i seguenti testi:
- *I. Calvino*, *Le città invisibili*, Oscar Mondadori, 2004 (I ed. 1972, Einaudi)
- *R. Arnheim*, *La dinamica della forma architettonica*, Feltrinelli, 1991 (I ed. 1977)
- *R. Moneo*, *La solitudine degli edifici*, U. Allemandi, Torino, 1999
- *R. Masiero*, *Estetica dell'architettura*, soc, ed, Il Mulino, 1999, pagg. 147-228
- *F. Purini*, *Comporre l'architettura*, ed. Laterza, 2000
- *L. Lugli*, *Progetto e partecipazione democratica*, CUSL Bologna, 1986, pagg. 9-37 (*L. Lugli*), pagg. 58-81 (*L. Gelsomino*)
- *R. Serra Florensa*, *L'energia nel progetto di architettura*, Ed Città Studi\_ Milano, 1997
- *A. Battisti, F. Tucci*, *Ambiente e cultura dell'abitare*, Ed. Libreria Dedalo\_ Roma, 2000
- *L. Gelsomino (a cura)*, *Il colore dell'ambiente costruito*, Alinea ed., Firenze, 1996
- *L. Gelsomino, P. Orlandi (a cura)*, *Forme e tracce dell'abitare*, Editrice Compositori, Bologna, 2003
- *B. Guccione*, *Parchi e giardini contemporanei*, Alinea ed., Firenze, 2004 (2001 I ed.)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

#### Esame

L'esame tiene conto di più valutazioni:

- valutazione del lavoro svolto nelle esercitazioni, sia quello individuale, che l'apporto fornito da ciascuno al lavoro di gruppo;
- valutazione del progetto di laboratorio;
- valutazione del colloquio d'esame, che verterà sugli argomenti trattati nelle lezioni, con particolare riferimento agli aspetti teorici del corso.

## 18547 - ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA III

<b>Docente:</b>	PRADERIO GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K] 0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di AR.CAII è antecedente al corso di AR.CAIII nel passaggio tra vecchio ordinamento (ingegneria edile) al nuovo ordinamento (ingegneria edile/architettura). Entrambi hanno lo scopo di formare la figura professionale del Progettista Generale dell'Architettura (PGA), in una dimensione multidisciplinare complessa e secondo un approccio integrato. L'area applicativa di riferimento è costituita dall'Europa delle direttive, delle raccomandazioni e della raggiunta mobilità professionale nei campi delle infrastrutture territoriali, attrezzature urbane e insediamenti abitativi, omogenei o misti.

### Programma / Contenuti

18547 ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA III (A-K)

**Anno Accademico 2008/2009**

Docente *Prof. Ing. Praderio Giorgio*

Numero di crediti 8

**Conoscenze/Abilità da conseguire**

Il corso di Architettura e Composizione Architettonica III (A-K) - ovvero AR.CA III (A-K) - nasce dallo sdoppiamento del precedente corso unitario di AR.CA III, avvenuto in questo anno accademico. Esso procede in parallelo al suo omologo AR.CA III (L-Z), posto anche esso al V° anno del corso di laurea specialistica europea di ingegneria Edile/Architettura, con il quale vengono condivise comuni finalità formative in un coordinamento per seminari esterni, viaggi di studio, eventi di ricerca e divulgazione. Vengono inoltre ripresi i fondamenti dell'Architettura (A.) per procedere a sviluppi tematici esemplificativi, al fine di completare la formazione del Progettista Generale dell'Architettura (PGA), lungo la filiera che da AR.CA I, procede sino ad AR.CA IV.

Le conoscenze di base partono dall'analisi del dinamismo urbano, cioè dalle diverse matrici in evoluzione che costituiscono gli scenari delle architetture urbane oggi in evoluzione. Esse devono manifestare le corrette fenomenologie dell'abitare integrato nei diversi scenari urbani: fenomenologie sia antiche che innovative, dentro allestimenti territoriali complessi anche per infrastrutture e attrezzature.

Il PGA si pone come protagonista risolutore, consapevole che gli spazi di vita per l'uomo, identificati dalle architetture, sono sempre più intrecciati, dilatati e sovrapposti, ed inesauribili per possibilità offerte. I campi applicativi privilegiati nel corso sono circoscritti a territori esemplificativi di bellezza e qualità, a zone urbane normate e luoghi di valore paesistico convenzionalmente individuati, infine a opere complesse ed edifici da realizzare o recuperare.

Nel corso si affrontano tematiche tradizionali (forme, figure, materia, tecnologie, strutture e sistemi abitati) e nuove tematiche, legati all'innovazione tecnica, energetica, gestionale (qualità e sostenibilità, procedure e forme gestionali, profili organizzativi e tendenze internazionali), passaggio da affrontare abbandonando paradigmi obsoleti a adottando nuove metafore utili: andando oltre la concezione macchinistica e funzionale (necessità) per favorire quella relazionale e multifattoriale, aperta alle incombenti dimensioni iperurbane e iperarchitettoniche.

Efficacia ed efficienze, arte e bellezza, materia e tecnologie, parametri scientifici e componenti tecniche, linguaggi e supporti, servizi e informazioni, devono pertanto essere considerati in un profilo multidisciplinare dentro un metodo risolutivo, integrato, per esiti sempre unitari, cioè di sistema (approccio solistico e costante controllo d'insieme, di opere/oggetti e contesti/siti). L'architettura è dunque offerta allo studente come costruzione polisemica e polivalente, che muove tra origini e prospettive, ragione e intenzioni, evidenze logiche e mistero ontologico, infine linguaggi dichiarati e possibilità.

L'area territoriale e normativa di riferimento per il corso è costituita prevalentemente dall'Europa Unita, delle cento regioni e mille città (in nome dell'internazionalizzazione del corso), con direttive e raccomandazioni, piattaforme tecnologiche e procedure di controllo (qualità/garanzie e sostenibilità/limiti), in relazione a mobilità professionali e mercati del settore. Regioni e Città dell'UE costituiranno i laboratori territoriali prescelti per riconoscere utili esperienze architettoniche che saranno presentate nel corso e si potranno anche come base applicativa dei Progetti d'Architettura che saranno attribuiti agli studenti, per esami, tirocini e tesi di laurea.

Il corso mira a formare un progettista in grado di elaborare un progetto linguisticamente coerente, strutturalmente efficace, energeticamente efficiente, richiedendo scelte politiche e poetiche consapevoli nei riguardi dell'ambiente circostante e del paesaggio costruito. Si richiede pertanto la capacità di una lettura vasta dei fenomeni urbani e abitativi del nostro tempo, la disponibilità ad una maturazione di un progetto formale aderente all'analisi svolta, e la capacità di restituzione del proprio prodotto in una forma corretta e completa sul piano grafico rappresentativo.

**Programma/Contenuti**

Il corso di AR.CA III (A-K) si svolge lungo un ciclo che comprende un modulo di didattica frontale, che si svolge nel primo ciclo (60 h), cui si accompagna in parallelo un secondo modulo di didattica alternativa (già esercitazioni) (60 h). Nel secondo ciclo che seguirà subentrano i Laboratori di Progettazione (vedi) (60 h), tenuti da altri docenti collaboratori e cultori della materia, come momento applicativo dei temi di progetto, attribuiti individualmente.

L'architettura viene assunta come insieme di costruzioni dotate di senso proprio e significati intrecciati, che dunque esprimono valori (necessità e urgenze, identità e cittadinanze, sembianze e prestazioni, ecc.). Essa conferisce ordine al contesto che l'accoglie (città o campagna), si apre alle attese di perfezione (arte e bellezza), considera criteri di correttezza parametrica (efficacia ed efficienza), reclama garanzie (qualità urbane ed edilizie) e ne riconosce i limiti (sostenibilità, consumi, energia). In particolare i significati che accompagnano l'A. e le sembianze che ne discendono vanno affrontati e risolti nel contrasto tra passato, presente e futuro, che deve divenire raccordo, tra manifestazioni della città globale ed episodi riconoscibili dei regionalismi e/o localismi. Perché la multicittà storica, delle identità, tradizioni e differenze concorre con la ipercittà delle tecnopoli mondiali, dell'indifferenza, anonimato e innovazioni abitative.

La varietà di architetture ed i repertori strumentali e formali/figurativi che ne verranno (quasi biodiversità urbana) andranno considerati come passaggio evolutivo in atto: dalla modernità (compartimentazioni verticali, stabilità formali, invarianze tipologiche, realtà e materialità) alla postmodernità ("multifattorialità interagente", biotecnoscienze, con eventi e flussi, immagini e apparenze, virtualità e immateria, media e marketing).

Questo passaggio è contrassegnato dal progressivo sostituirsi dei linguaggi formali e simbolici nell'architettura e nelle città a favore di una cultura dell'immagine: postfunzionalismo e razionalismo critico, regionalismi ritornanti e storicismi accademici, minimalismi metafisici e decostruzioni, bioarchitetture, ecc.).

I progetti che saranno offerti nel corso come esempi realizzati o prove da affrontare, dovranno trovare spiegazioni e cimentarsi con ridondanze funzionali e dualismi morfologici, risonanze simboliche e dilemmi culturali, aspetti informativi e profili gestionali. Che andranno necessariamente risolti prima nella unità del progetto preliminare poi nello sviluppo del progetto definitivo: dalla D.I.A. ai permessi di costruire, dalle autorizzazioni ambientali a quelle paesaggistiche. Comportando giudizi critici, collegialità degli operatori, essenzialità di valori e profondità interpretative (ontologia dell'architettura). Senza trascurare l'interazione critica tra scienza/conoscenza e nuove emergenze metodiche, mediatiche, tecnologiche, iconiche. Cui devono seguire consapevolezza ambientali, capacità procedurali, controlli di efficacia ed efficienza.

I temi di progetto saranno di rango europeo, dai complessi abitativi misti alle opere complesse e composite, sino alle polarità attrattive (servizi, musei, fiere, padiglioni, torri, ..).

Nel tentativo di individuare i fondamenti dell'abitare, e le invarianti antropologiche che lo generano come necessità esistenziale oltre che fisica, particolare attenzione sarà data ai temi legati allo spazio sacro, per cui è stato definito uno modulo apposito, "Progetto di Luoghi e Spazi del Sacro", gestito come modulo didattico interdisciplinare, interno al corso. Nel tentativo di dipanare ed individuare le frontiere delle nuove forme abitative e comportamentali, particolare attenzione sarà data ai movimenti turistici, ed alle architetture per l'ospitalità: cellule abitative, servizi per il turismo, stazioni balneari, parchi a tema.

#### Testi/Bibliografia

- **Giorgio Praderio, Eleonora Modde**, "ABITARE DA TURISTI, ARCHITETTURE", Alinea Editrice, Giugno 2006, Bagno a Ripoli (FI)
- **Luisella Gelsomino**, "ARCHITETTURE PER NUOVI PAESAGGI URBANI", Alinea Editrice, Firenze 2005
- **G.Klaus Koenig**, "Il concetto di Spazio Architettonico", in "Architettura del Novecento", Saggi Marsilio, Venezia, 1995
- **A. Snodgrass**, "Architettura, Tempo, Eternità", a cura di Guglielmo Bilancioni, Bruno Mondadori, 2004.

#### Testi / Bibliografia

"Manuale di progettazione edilizia" - UTET, Torino.

"Tourism Designing VISIONS across the ADRION Multy-City", a cura di G. Praderio, E. Modde e A. Erioli; Alinea Editrice; Firenze Febbraio 2005.

"Fermenti urbani e frammenti spaziali: Bologna città europea", a cura di G. Praderio (testi di G. Praderio, A. Erioli e G.F. Tedeschi). Ed. CLUEB Bologna maggio 2003.

"Città Progetto" a cura di G. Praderio Ed CLUEB Bologna 1994

### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame scritto e orale con prove extemporanee intermedie. Il voto è una sintesi collegiale (docente e collaboratori) delle conoscenze generali di architettura e progetto possedute dallo studente, del progetto tematico redatto nell'anno e di prove extemporanee condotte ancora nell'anno.

### Strumenti a supporto della didattica

Servizio di CAAD presso il laboratorio didattico 0.4.

Viaggi di studio e visite a mostre ed esposizioni (biennale di VE e triennale di MI).

Modelli e plastici di lavoro.

## 18546 - ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA IV

<b>Docente:</b>	GIACOBACCI GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Programma / Contenuti

Il Corso di Architettura e Composizione Architettonica IV<sup>o</sup> si pone come completamento ed integrazione del ciclo degli insegnamenti dell'Area Compositiva che hanno un ruolo importante nel nuovo corso di studi in Ingegneria Edile / Architettura. Il Corso, utilizzando le conoscenze che lo studente avviandosi alla conclusione del suo iter formativo, ha accumulato nelle diverse aree disciplinari, affronta il tema del progetto edile come prodotto complesso di un processo molto articolato nel quale gli elementi della creatività individuale devono costantemente misurarsi con un multiforme sistema di esigenze interne ed esterne al processo stesso. La convinzione di base è che si dà propriamente il progetto se l'insieme delle scelte che lo compongono che certamente radicano nel terreno delle pulsioni più profonde, può però anche essere oggetto di comunicazione e concretamente realizzato. Se il primo elemento costitutivo del progetto è quindi derivato dalla capacità di immaginare la realtà che non è ancora (un edificio come un paesaggio), la possibilità/capacità di comunicarlo ne definisce la dimensione sociale. Comunicare il progetto significa poterlo spiegare (al committente, al costruttore, agli utenti); spiegarlo si può a condizione di possederne la coerenza interna, che non deriva solo dal rispetto dei contesti normativi ma, anche, nel progetto di architettura, dalla corretta navigazione tra le antinomie che inevitabilmente si presentano di fronte al progettista; riconoscibilità omologazione; innovazione conservazione; identità contesto, ecc? Il secondo carattere del progetto (la sua realizzabilità) spinge l'attenzione verso gli aspetti che la norma definisce esecutivi e sulla sua organizzazione tendenzialmente più complessa in funzione della maggior complessità delle esigenze da soddisfare e del maggior numero delle competenze disciplinari che concorrono a formarlo. Il Corso di Architettura e Composizione Architettonica IV affronterà nelle lezioni frontali questi aspetti teorici anche mediante costanti riferimenti a casi ed esempi concreti di progetti realizzati. Le esercitazioni saranno organizzate attorno ad alcuni capisaldi: INDAGINE verrà svolta percorrendo nuove strade e muovendosi liberamente all'interno dell'universo contaminato del quotidiano, in modo da portare ogni studente all'elaborazione di chiavi di lettura soggettive, miranti ad individuare metodi espressivi innovativi, sia per la lettura sia per la rappresentazione del tema oggetto di studio. ARTE Arte come matericità dello spirito, come necessità di sentire, come

possibilità. Arte come mestiere. Arte come progetto e cantiere. Arte come Architettura della realtà. (Alcune esperienze saranno condotte in collaborazione con il Laboratorio Didattico della Galleria d'Arte Moderna di Bologna). STUDI non c'è progetto senza idea. Il mondo si esprime tramite relazioni complesse; la conoscenza di tali relazioni, mutuata dall'analisi, si verte in consapevolezza tramite un processo sintetico: l'ideazione. Durante la prima fase, saranno sviluppati progetti (gli STUDI) con scadenza quindicinale, nei quali di pratterà la prassi sintetica che porta alla risoluzione della complessità delle cose tramite l'ideazione. Parte integrante della buona riuscita degli STUDI sarà la fase di esposizione, nella quale, ogni studente dovrà divulgare (in un tempo massimo di 300 secondi ed attraverso le tecniche che riterrà più idonee) la propria idea progettuale alla platea. INDUSTRIA è sollecitata l'applicazione di un processo progettuale che sia di reciproca osmosi tra il mondo dell'industria (che fornisce un prodotto elaborato, frutto di procedure e know-how avanzati) ed il mondo dell'Architettura, che consenta di ott

## 18565 - ARCHITETTURA TECNICA E TIPOLOGIE EDILIZIE

<b>Docente:</b>	DELL'ACQUA ADOLFO CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire le informazioni culturali di base e gli strumenti metodologici e operativi per l'individuazione e la conoscenza dei caratteri degli organismi edilizi ed architettonici che appartengono a specifici contesti costruiti, considerati nelle diverse componenti, formali, spaziali-distributive, tecnico-costruttive.

### Programma / Contenuti

La materia di insegnamento si articola nei contenuti di seguito specificati.

- Caratteri del costruito: concetti di tipo e di organismo alle diverse scale; principi di continuità e trasformazione nei processi tipologici.
- Tipologia degli elementi e dei sistemi costruttivi nella formazione degli organismi edilizi ed architettonici.
- Il metodo tipologico per l'individuazione di criteri e proposte progettuali.
- Riferimenti alla lettura ed al progetto nell'edilizia di base (case a schiera, case in linea, regole aggregative e trasformazione per accorpamento) e specialistica.
- Le componenti alla scala edilizio-architettonica:
  - i materiali nella progettazione;
  - i sistemi costruttivi (legno, muratura, acciaio, conglomerato cementizio armato);
  - l'impianto spaziale-distributivo;
  - la struttura formale.

I materiali sono considerati con particolare riferimento alle potenzialità espressive e funzionali, alle tecniche proprie dei diversi contesti locali, alle nuove prospettive di applicazione in rapporto all'evoluzione tecnologica ed ai criteri di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica.

Sono previsti seminari con esperti di settore.

Modulo integrativo.

*Tipi edilizi in alcuni contesti ambientali del territorio Bolognese*

*Ing. Andrea Guidotti (prof. a contratto)*

- *L'edilizia nel contesto Appenninico: I borghi e l'edilizia isolata, la casa a torre.*
- *L'edilizia sparsa nella pianura coltivata.*
- *L'edilizia di base su "lotto gotico" a Bologna e nei centri minori di pianura. Esempi di "accorpamenti" per rifusione.*
- *L'edilizia pubblica: i grandi spazi "voltati".*

· L'edilizia dell'espansione urbana di fine 800 e l'edilizia del 2.º dopoguerra  
 · L'edilizia negli anni '65-'80; esperienze di industrializzazione e prefabbricazione.  
 Saranno poi proposti richiami ed approfondimenti utili alla comprensione dell'edilizia storica nell'ottica della sua utilizzazione e riproposizione.

· Elementi strutturali e problemi statici nei tipi edilizi storici.

· Caratteri del tipo edilizio nella tradizione e nel movimento moderno.

· Tracciati regolatori: unità di misura storiche, dimensioni degli elementi costruttivi, rapporti proporzionali

## Testi / Bibliografia

R. Bollati, S. Bollati, G. Leonetti, *L'organismo architettonico*, Alinea, Firenze 1980

P. Maretto, *Realtà naturale e realtà costruita*, Uniedit, Firenze 1984.

G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia*, Vol. I: la lettura dell'edilizia di base, Vol. II: Il progetto nell'edilizia di base, Marsilio ed., Venezia, 1987.

G. Cataldi, *Lezioni di architettura*, Uniedit, Firenze, 1981.

A. Rossi, *L'architettura della città*, Clup, Milano, 1987.

AA.VV.(coord. Giorgio Trebbi) *Housing in Europa, I e II parte*, Ed. L. Parma, Bologna 1978-82.

L. Quaroni, *Progettare un edificio. Otto lezioni di architettura*, Mazzotta ed., Milano, 1977.

M. Savini. *La fondazione architettonica della campagna*. L'arriere 1999

R. Chitham, *Gli ordini classici in architettura*, Hoepli, Milano, 1987

AA.VV *Manuale del recupero di "Città di Castello"*, DEI, Roma 1998

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Le esercitazioni consistono nell'elaborazione di un tema di studio, in collegamento col laboratorio di Tesi di laurea, come fase di elaborazione di base. Gli argomenti, da concordare con gli studenti, vertono sui seguenti ambiti:

· criteri, metodi e problematiche per il recupero e la riproposizione tipologica di edilizia storica di base;

· analisi tipologica e progettazione di edifici residenziali; analisi tipologica e progettazione di edifici per attività terziarie e produttive con riferimento all'impiego di diversi materiali ed ai caratteri spaziali e costruttivi

## 02114 - ARCHITETTURA TECNICA I

<b>Docente:</b>	GUARDIGLI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

## 02214 - ARCHITETTURA TECNICA II

<b>Docente:</b>	DELL'ACQUA ADOLFO CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire agli allievi i mezzi culturali e gli strumenti metodologici ed operativi per porre in relazione la concezione formale, il programma funzionale e l'impianto spaziale, nel progetto di architettura, con lo studio degli elementi costruttivi e dei procedimenti di realizzazione.

La progettazione dell'organismo architettonico-edilizio viene vista alla luce della valutazione critica dei materiali e delle tecniche costruttive,

nel quadro dei loro aspetti evolutivi ed applicativi alle fasi del processo progettuale.

### Programma / Contenuti

Con riferimento alle relazioni tra scelte tecnologiche dei materiali, criteri di strutturazione costruttiva, organizzazione dell'impianto spaziale, risoluzione formale, nel Corso vengono sottolineati gli aspetti di realizzabilità del progetto di architettura. La componente tecnologico-costruttiva viene considerata secondo un inquadramento tipologico, come fondamentale riferimento metodologico e operativo nello studio dei rapporti tra edifici e contesto di inserimento ambientale.

Per lo sviluppo del processo di progettazione si tiene conto, oltre che delle relazioni con il contesto, anche del quadro delle diverse esigenze abitative e delle risorse tecnologico-produttive, con specifico riferimento agli aspetti procedurali e normativi.

Nell'ambito delle diverse fasi e implicazioni progettuali, vengono quindi affrontati i temi concernenti la concezione strutturale e la realizzazione dell'opera edilizio-architettonica, in relazione alle potenzialità e alle logiche d'impiego dei differenti materiali, ai procedimenti costruttivi ed alle problematiche di controllo e compatibilità ambientale delle scelte tecnologiche effettuate.

In relazione alle finalità e agli orientamenti sopra indicati, gli ambiti di studio trattati nel Corso, concernono specificamente:

- l'iter di progettazione dell'organismo architettonico, nello sviluppo del processo edile: fasi operative e procedure realizzative del progetto; tecniche e metodi di progettazione sistematica in rapporto alle componenti ambientali e tecnologiche; aspetti normativi a livello ambientale, tecnologico e tipologico nell'applicazione progettuale;
- i criteri di strutturazione dell'organismo in rapporto alla tipologia edilizia, ai sistemi statici ed ai procedimenti costruttivi tradizionali ed innovativi; l'organizzazione funzionale, costruttiva e formale degli elementi costruttivi e degli elementi di fabbrica, lo studio delle connessioni e dei giunti tra i vari elementi, secondo la logica di impiego dei diversi materiali;
- lo studio dell'involucro e degli elementi che lo compongono; configurazione geometrico-spaziale; procedimenti costruttivi; trattamento dei materiali nei vari tipi di chiusura esterna ed interna; strutturazione delle pareti e delle coperture, con particolare riferimento ai grandi spazi coperti; risoluzione degli elementi di giunzione e protezione, particolari costruttivi, e nell'elaborazione progettuale.

### Testi / Bibliografia

- L. QUARONI, Progettare un edificio – Otto lezioni di architettura, Mazzotta Ed., Milano, 1977 e succ. ristampa.
- P. MARETTO, Realtà naturale e realtà costruita, Uniedit, Firenze, 1984.
- R. BOLLATI, S. BOLLATI, G. LONETTI, L'organismo architettonico, Alinea, Firenze, 1980.
- C. CANIGGIA, G.L. MAFFEI, Composizione architettonica e tipologia edilizia, Vol. II, Marsilio Ed., Venezia, 1987.
- C. CATALDI, Sistemi statici in Architettura, Ed. Cedam, Padova, 1979.
- E. MANDOLESI, Edilizia, Utet, Torino, 1978 – 1991.
- I. TAGLIAVENTI, L'organismo architettonico, Clueb Ed., Bologna, 1988.
- A. PETRIGNANI, Tecnologie dell'Architettura, Gøerlich Ed., Milano, 1981.
- P. N. MAGGI, Il processo edilizio, Vol. I, Città Studi Ed., Milano, 1994.
- AA. VV., Architettura Acciaio. Edifici civili, Italsider, Genova, 1979
- N. TUBI, La realizzazione di murature in laterizio, Edizioni Laterconsult, Roma, 1981.
- C. LATINA, Muratura portante in laterizio, Edizioni Laterconsult, Roma, 1994.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Il corso comprende lezioni, esercitazioni ed attività di laboratorio.

Per quanto concerne il tema sviluppato nel laboratorio, si rimanda ad apposito programma; le esercitazioni concernono il tema della progettazione di un organismo abitativo plurifamiliare, considerato nel suo inserimento ambientale e in rapporto alle strutture di servizio per la residenza. Specifici riferimenti bibliografici su materiali, sistemi e procedimenti costruttivi, saranno forniti in rapporto allo sviluppo dei diversi argomenti trattati nel Corso.

**18545 - ARCHITETTURA TECNICA III**

<b>Docente:</b>	GULLI RICCARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso affronta la tematica della progettazione architettonica estesa fino alla scala esecutiva. Primaria finalità didattica del corso è quella di ricondurre le diverse conoscenze specialistiche entro un dominio dove le competenze progettuali costituiscono la sintesi tra le istanze compositive, tecnologiche e di sicurezza strutturale.

**Programma / Contenuti**

Il percorso didattico è incentrato su un modello di trasmissione delle conoscenze a carattere dialogico che prevede un confronto ed una partecipazione comune degli studenti nella fase di elaborazione del tema progettuale, rappresentato da un oggetto di dimensioni contenute che viene sviluppato a partire dagli aspetti compositivi e tipologici, alla definizione dei caratteri statico-costruttivi, fino alla risoluzione tecnica dei nodi di dettaglio. Le lezioni ex cattedra sono strettamente integrate e mirate al tema progettuale proposto e risultano incentrate sulla esposizione di modelli progettuali di riferimento assunti come exempla, su tematiche inerenti la teoria del progetto e sulla esplicitazione delle problematiche tecniche riferite alla scala del progetto esecutivo.

**Testi / Bibliografia**

Il materiale didattico viene fornito dalla docenza durante il corso. Alcuni riferimenti sono presenti nella pagina web del docente.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame è basato sulla valutazione del prodotto progettuale redatto dallo studente durante il corso. Verifiche parziali del lavoro vengono previste durante il corso in accordo con gli studenti.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni e le revisioni vengono svolte con l'impiego di computer e videoproiettore. Gli elaborati devono essere confezionati su supporto informatico.

**17439 - ARCHITETTURA TECNICA L**

<b>Docente:</b>	GUARDIGLI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso mira a fornire le conoscenze di base per l'elaborazione del progetto architettonico di un edificio, visto soprattutto nella sua componente tecnica. Non sono richieste conoscenze preliminari specifiche, ma si raccomanda, ai fini di una migliore comprensione degli argomenti, il superamento degli esami di Fisica, Composizione Architettonica I e Storia dell'Architettura I, nonché la frequenza contemporanea dell'esame di Scienza delle Costruzioni e dell'esame di Urbanistica.

## Programma / Contenuti

Il corso si struttura attraverso una serie di lezioni teoriche (circa 50 ore) sull'organismo edilizio e sull'attività edilizia. L'organismo edilizio viene analizzato nel sub-sistema tecnologico e sub-sistema ambientale. Il sub-sistema tecnologico viene quindi analizzato attraverso gli elementi tecnici principali. L'analisi dell'attività edilizia riguarda l'individuazione delle fasi del processo edilizio e la conoscenza della normativa tecnica. Una serie di esercitazioni e seminari progettuali (circa 50ore) sono a complemento delle lezioni teoriche e preparatori al Laboratorio.

Le lezioni trattano i seguenti argomenti:

- 1. Organismo edilizio.** Visione organica dell'architettura. Edificio come struttura. Edificio come tipo e come modello. Apparecchiatura costruttiva.
- 2. Principi costruttivi degli edifici.** Teoria delle strutture. Sistemi costruttivi. Azioni sulle costruzioni.
- 3. Principi ambientali degli edifici.** Parametri ambientali. Comfort. Energia.
- 4. Processo edilizio e normativa tecnica.** Sistema tecnologico e sistema ambientale. Esigenze, requisiti e prestazioni. Qualità.
- 5. Struttura di fondazione.** Strutture di fondazione dirette e indirette: modelli funzionali e alternative tecniche.
- 6. Struttura di elevazione.** Strutture di elevazione verticali. Materiali per le murature: pietra naturale e pietra artificiale, leganti e malte. Murature: modelli funzionali e alternative tecniche. Materiali per i telai: conglomerato cementizio, acciaio, legno. Telai in c.c.a. e metallici, telai lignei: modelli funzionali e alternative tecniche. Strutture di elevazione orizzontali ed inclinate. Solai, scale, strutture di copertura: modelli funzionali e alternative tecniche.
- 7. Chiusura verticale:** Pareti perimetrali verticali e infissi esterni verticali: modelli funzionali e alternative tecniche.
- 8. Chiusura orizzontale inferiore.** Solai a terra: modelli funzionali e alternative tecniche.
- 9. Chiusura superiore.** Coperture: modelli funzionali e alternative tecniche.
- 10. Partizioni orizzontali.** Solai intermedi: modelli funzionali e alternative tecniche.

Il percorso didattico prevede una stretta correlazione tra esercitazioni del primo semestre e laboratorio del semestre successivo. Nelle esercitazioni si realizza una parte preparatoria del progetto, con contatti con ditte produttrici di elementi, professionisti nel settore della progettazione, ricerche nel campo dei materiali.

## Testi / Bibliografia

### Riferimenti bibliografici (tutti disponibili presso DAPT)

Testi di riferimento principali:

- Caleca, Luigi, *Architettura Tecnica*, 4° edizione riveduta, Dario Flaccovio Ed., Palermo, 2000.
  - M. C. Torricelli, R. Del Nord, P. Felli, *Materiali e tecnologie dell'architettura*, Editori Laterza, Roma-Bari, 2001
  - F. Chiostrì, B. Furiozzi, D. Pilati, V. Sestini, *Tecnologia dell'Architettura*, ALinea, Firenze, 2001.
- Manuali e testi generali:
- AA.VV., *Manuale di progettazione edilizia, Fondamenti, strumenti, norme*, 6 volumi, Hoepli, Milano, 1995; in particolare vol. 4, *Tecnologie: requisiti, soluzioni esecuzione, prestazioni*.

- Carbonara P., *Architettura Pratica*, V voll., UTET, 1969. Vol. 1,2 Composizione degli edifici, la casa di abitazione. Vol V Costruzione degli edifici, tomo primo, la produzione edilizia, la progettazione architettonica, 1976.

- CNR, *Manuale dell'architetto*, 1953, ristampa anastatica 1990.

- Zevi B. (a cura di), *Il nuovo manuale dell'Architetto*, Mancosu Editore, 1996.

Riferimenti legislativi e normativi vari

Sugli elementi di fabbrica ed i dettagli costruttivi:

- Latina C., *Muratura portante in laterizio, tecnologia, progetto,, architettura*, Laterconsult, Roma, 1994.

- Grande Atlante di Architettura, UTET

1 Atlante del Cemento, Kind-Barkaustas F., Polonyi S., Kauhsen B., Brandt J., , 1998,

2 Atlante del Legno, Natterer J., Herzog T., Vola M., 1998,

3 Atlante della Muratura, Bela W., Rosele K., Hoffmann W., Jenisch R., Pohl R., Reichert H., 1998,

4 Atlante dei Tetti, Schunk E., Finke T., Jenisch R., Oster H.J., 1998,

5 Atlante delle Terrazze, VonBusse H., Waubke N.V., Grimme R., Mertins J., 1999,

6 Atlante del Vetro, Schiltich Ch., Stab G., Balkow D., Schuler M., Sobek W., 1999,

7 Atlante dell'Acciaio, Schultz, Sobek W., Habermann K.J., 1999.

8 Piante degli Edifici, Schneider F., 2000,

- Rivista *Modulo*

- Rivista *Costruire in laterizio*

- Siti Internet di ditte produttrici.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica consiste in una prova scritta obbligatoria ed una orale.

La prova scritta riguarda il contenuto delle lezioni teoriche. È diviso in tre parti.

La prima parte della prova consiste in 24 domande a scelta multipla con punteggio fino a 12 punti (0,5 punti a domanda); la seconda parte consiste in domande dirette e nel riconoscimento di elementi tecnologici con punteggio fino a 8 punti; la terza parte consiste nel disegno di quattro elementi tecnologici con punteggio fino a 12 punti. Il minimo punteggio per superare la prova scritta è di 18. Il voto può essere incrementato richiedendo una verifica orale.

La prova orale consiste nella discussione del progetto svolto durante il laboratorio.

Il voto finale dell'esame deriva dalla media tra il voto della prova scritta e quello della discussione del lavoro progettuale. Ai fini della media matematica, alla somma dei due voti si aggiungono fino a 2 punti sulla base dell'impegno nel Laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

Il materiale didattico relativo alla parte teorica viene fornito dal docente sotto forma di dispense, in formato digitale e cartaceo. Oltre al materiale fornito, si fornisce una bibliografia ritenuta importante per un proficuo superamento dell'esame. Il materiale bibliografico è disponibile presso la biblioteca del dipartimento DAPT della Facoltà di Ingegneria di Bologna.

## 41900 - ARCHITETTURA TECNICA L ( 6CFU)

<b>Docente:</b>	MOCHI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [a-k]
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso è indirizzato alla comprensione del rapporto tra costruzione dell'architettura e componente strutturale, visto sia in chiave interpretativa quanto in chiave operativa in merito agli interventi di

nuova costruzione e sull'edificato storico in ambito sismico. Lo studente dovrà quindi apprendere capacità nell'analisi degli organismi edilizi specificamente per quanto concerne il ruolo della componente strutturale in relazione alle altre componenti edilizie, settore questo di particolare interesse per l'ingegnere civile

## Programma / Contenuti

Il rapporto tra struttura e costruzione nell'architettura classica, medievale, moderna e contemporanea.

*Seguendo un approccio tipico della storia delle costruzioni viene indagata la relazione tra prestazione strutturale, economia dei processi realizzativi ed evoluzione delle tecniche costruttive.*

Conoscenza scientifica e sapere tecnico: principi statici e regole costruttive della costruzione muraria storica.

*Vengono, in tale parte, trattati alcuni aspetti specifici della costruzione muraria storica legati alla analisi del suo comportamento strutturale (processi di trasformazione edilizia, qualità costruttiva e vulnerabilità sismica)*

Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica.

*L'organismo edilizio viene analizzato procedendo per elementi di fabbrica, individuando le loro caratteristiche edilizie essenziali ai fini della predisposizione di una proposta progettuale*

Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico.

*Il tema degli interventi sul patrimonio edilizio esistente in ambito sismico viene trattato secondo una logica che associa il miglioramento delle prestazioni strutturali alla salvaguardia delle caratteristiche architettoniche e costruttive di tale patrimonio.*

## Testi / Bibliografia

- R. Gulli, "Il recupero edilizio in ambito sismico", Edicomedizioni
- R. Gulli, "Struttura e costruzione", FUP
- L. Caleca, "Architettura Tecnica", Flaccovio Editore
- E. Bandelloni, "Elementi di architettura tecnica", Cluep

## Metodi didattici

Il corso prevede lezioni frontali sugli argomenti del corso e seminari su temi specifici.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame verte sulla verifica degli argomenti trattati nel corso attraverso la risposta a quesiti posti sia in forma scritta sia in forma orale, riservando l'interrogazione orale a quanti avranno superato la fase dello scritto.

## Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni si baseranno sulla videoproiezione di immagini, testi e tabelle.

## 41900 - ARCHITETTURA TECNICA L ( 6CFU)

Docente:	GUARDIGLI LUCA
Corso di Laurea:	0045 - Ingegneria civile - [L-Z]
Ciclo:	3
Crediti:	6

## 41856 - ARCHITETTURE DIGITALI PER LELABORAZIONE DEI SEGNALI LS

<b>Docente:</b>	GUERRIERI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 44709 - ARTE MINERARIA LS

<b>Docente:</b>	BERRY PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti acquisiranno una preparazione che consentirà di progettare, dirigere, controllare miniere a cielo aperto ed in sotterraneo e di produrre c/o esaminare correttamente e con cognizione di causa documenti tecnici a supporto di procedure di concessioni di sfruttamento di giacimenti minerari.

### Programma / Contenuti

L'Insegnamento fornisce i principi fondamentali della progettazione, gestione e controllo di attività estrattive di minerali di 1a categoria e le linee guida più aggiornate per la soluzione dei problemi tipici dell'ingegneria mineraria. La progettazione viene esaminata alla luce dell'interconnessione con la tutela della sicurezza e dell'ambiente, dei criteri economici, finanziari e di mercato, delle normative vigenti, con particolare attenzione verso gli aspetti ambientali coinvolti dalle operazioni minerarie e di scavo. Gli aspetti fondamentali della progettazione, della gestione e del controllo sono affrontati mettendo in rilievo, con esempi ed applicazioni pratiche, l'importanza delle procedure di pianificazione, organizzazione e gestione dei processi e delle azioni elementari. Particolare attenzione viene rivolta ai metodi estrattivi ed alle tecniche di abbattimento (abbattimento meccanico, con esplosivi, ecc.), ai metodi per la valutazione della stabilità degli scavi minerari.

#### Programma

Approvvigionamento: il mercato delle materie prime minerali. Recenti tendenze evolutive nella prospezione dei giacimenti. Fattori di rischio nell'approvvigionamento di minerali strategici.

La coltivazione delle miniere: parametri che influenzano il progetto. Criteri generali e fattori determinanti l'organizzazione di una coltivazione. Richiami sulla pianificazione dell'attività estrattiva. Tendenze attuali nelle scelte tecnico-economiche tra coltivazioni a cielo aperto ed in sotterraneo. Le grandi preparazioni ed i tracciamenti. Criteri per la determinazione della coltivabilità a giorno o in sotterraneo. Metodi di coltivazione in sotterraneo. Influenza dei problemi di stabilità nella scelta del metodo di coltivazione, sulla geometrie dei vuoti, sulle opere di stabilizzazione. Criteri generali per la stabilità delle strutture in roccia. La salvaguardia della sicurezza e della salubrità nelle gallerie, nei pozzi e nei grandi scavi di coltivazione sotterranei ed a cielo aperto. Ventilazione degli scavi in sotterraneo: condizioni ambientali di sicurezza e di salubrità, progetto di ventilazione per reti complesse. La subsidenza mineraria ed il suo controllo. Recupero ambientale di miniere dismesse: scelte tecniche ed economiche.

Tecniche di scavo: Teoria dell'abbattimento. Abbattibilità delle rocce e dei terreni. Abbattimento meccanico con tagliatrici; macchine a scavo integrale e puntuale; abbattimento con esplosivi. Criteri di progettazione. Progetto di volate nello scavo delle gallerie e dei pozzi ed organizzazione del cantiere. Sismicità indotta dalle volate e problemi di sicurezza

**Testi / Bibliografia**

- W.A. HUSTRULID, UNDERGROUND MINING METHODS,
- C.J. HALL, MINE VENTILATION ENGINEERING,
- V.S. VUTUKURI, R.D. LAME, ENVIRONMENTAL ENGINEERING IN MINES,
- AUTORI VARI, ARTICOLI TECNICI E SCIENTIFICI FORNITI DAL DOCENTE,

**Metodi didattici**

lezioni ed esercitazioni pratiche con il coinvolgimento attivo degli studenti in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Verifica in itinere con richiesta di partecipazione dello studente alla soluzione di problemi concreti. Esame finale consistente in un colloquio nel quale viene valutata la preparazione dello studente anche attraverso la discussione di un progetto di coltivazione di un giacimento minerario.

Tesi di laurea: prevalentemente a carattere applicativo.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lucidi per lavagna luminosa, power point, VHS, descrizione di unità estrattive con esempi pratici e visite in situ

**18010 - ATTUATORI ELETTRICI L**

<b>Docente:</b>	TANI ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze metodologiche ed operative per lo studio, la scelta e l'impiego degli attuatori elettrici, con particolare riferimento alle applicazioni nel campo dell'automazione.

**Programma / Contenuti***Il campo magnetico.*

Equazioni di Maxwell, potenziale vettore, il campo magnetico stazionario piano, condizioni al contorno, legge della rifrazione magnetica, modelli di campo monodimensionali e quasi-bidimensionali.

*Il calcolo delle forze negli attuatori.*

Bilanci energetici nei sistemi elettromeccanici, relazioni fondamentali fra correnti, flussi concatenati, energia e coenergia. Forze di attrazione e scorrimento. Tensore di Maxwell. Magneti permanenti.

*Analisi del campo magnetico negli attuatori.*

Equivalenza tra circuiti magnetici e circuiti elettrici, elementi di flusso, riluttanza degli elementi di flusso.

*Attuatori elettrici.*

Classificazione degli attuatori, criteri generali di dimensionamento e scelta. Attuatore a solenoide ed attuatore a solenoide in aria, attuatore per motori a combustione interna Camless, attuatore lineare ibrido passo-passo.

Le lezioni sono integrate da esercitazioni al computer.

**Testi / Bibliografia**

Sono disponibili file PDF (CD-Rom, Internet) e fotocopie delle diapositive di Power Point proiettate durante il corso.

**Metodi didattici**

Le lezioni sono integrate con esercitazioni al computer in aula. Attraverso l'impiego del software agli elementi finiti FEMM si verificheranno le previsioni teoriche.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame finale orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni ed esercitazioni sono svolte con l'ausilio di PC e videoproiettore (Power Point, FEMM).

**17387 - AZIONAMENTI ELETTRICI L**

<b>Docente:</b>	CASADEI DOMENICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica 0052 - Ingegneria meccanica 0047 - Ingegneria elettrica 0455 - Ingegneria energetica 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di presentare le principali problematiche relative all'impiego degli azionamenti elettrici nei sistemi di automazione industriale. Sono esaminati gli azionamenti elettrici in corrente continua ed in corrente alternata in modo da evidenziarne le caratteristiche di funzionamento in riferimento ai vari tipi di impiego.

**Programma / Contenuti**

**Azionamenti con motori in c.c.** - Caratteristiche dei motori in corrente continua. Regolazione della velocità con controllo sull'armatura e sull'eccitazione. Funzionamento a coppia costante ed a potenza costante. Alimentazione dei motori in c.c. con raddrizzatori controllati e chopper per funzionamento su uno, due e quattro quadranti. Azionamenti per assi e per mandrino.

**Azionamenti con motori brushless** - Caratteristiche delle macchine sincrone a rotore liscio ed a poli sporgenti. Varie topologie di motori sincroni a magneti permanenti. Alimentazione tramite convertitori statici di frequenza per il controllo della velocità. Caratteristiche dei motori brushless a tecnica trapezia ed a tecnica sinusoidale. Campi di applicazione e confronti con gli azionamenti in c.c.

**Azionamenti con motori asincroni** - Caratteristiche dei motori asincroni. Alimentazione tramite convertitori statici di frequenza per la regolazione di velocità. Azionamenti in catena aperta ed azionamenti in catena chiusa. Campo di funzionamento a coppia costante ed a potenza costante.

**Azionamenti con motori pass-passo** - Varie tipologie dei motori passo. Caratteristiche di funzionamento. Tecniche di alimentazione. Problemi relativi alle fasi di avviamento e frenatura. Motori a riluttanza. Campi di applicazione.

**Testi / Bibliografia**

A.E. FITZGERALD, C. KINGSLEY JR., A. KUSKO, *Macchine Elettriche*, Franco Angeli Editore, Milano, 1978.

JOHN M.D. MURPHY, F.G. TURNBULL, *Power Electronic Control of AC Motors*, Pergamon Press, Oxford, 1988.

TAKASHI KENJO, *Stepping motors and their microprocessor controls*, Clarendon Press, Oxford, 1985.

T.J.E. MILLER, *Brushless permanent-magnet and reluctance motor drives*, Clarendon Press, Oxford, 1989.

T.J.E. MILLER, *Switched reluctance motor and their control*, Clarendon Press, Oxford, 1989.

Appunti integrativi forniti durante il corso.

**Metodi didattici**

Il corso comprende esercitazioni teoriche e pratiche. Nelle esercitazioni teoriche vengono affrontati problemi di dimensionamento e scelta di azionamenti elettrici. Nelle esercitazioni pratiche vengono analizzate le caratteristiche di funzionamento di azionamenti di tipo industriale.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame comprende una prova orale sugli argomenti svolti nelle lezioni teoriche e la discussione di una prova svolta in laboratorio.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sono disponibili una serie di banchi prova nel laboratorio didattico del DIE per effettuare prove sperimentali su tutti gli azionamenti trattati durante le lezioni teoriche.

**17387 - AZIONAMENTI ELETTRICI L**

<b>Docente:</b>	ZARRI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di presentare le principali problematiche relative all'impiego degli azionamenti elettrici nei sistemi di automazione industriale. Sono esaminati gli azionamenti elettrici in corrente continua ed in corrente alternata in modo da evidenziarne le caratteristiche di funzionamento in riferimento ai vari tipi di impiego.

**Programma / Contenuti**

**Azionamenti con motori in c.c.** - Caratteristiche dei motori in corrente continua. Regolazione della velocità con controllo sull'armatura e sull'eccitazione. Funzionamento a coppia costante ed a potenza costante. Alimentazione dei motori in c.c. con raddrizzatori controllati e chopper per funzionamento su uno, due e quattro quadranti. Azionamenti per assi e per mandrino.

**Azionamenti con motori brushless** - Caratteristiche delle macchine sincrone a rotore liscio ed a poli sporgenti. Varie topologie di motori sincroni a magneti permanenti. Alimentazione tramite convertitori statici di frequenza per il controllo della velocità. Caratteristiche dei motori brushless a tecnica trapezia ed a tecnica sinusoidale. Campi di applicazione e confronti con gli azionamenti in c.c.

**Azionamenti con motori asincroni** - Caratteristiche dei motori asincroni. Alimentazione tramite convertitori statici di frequenza per la regolazione di velocità. Azionamenti in catena aperta ed azionamenti in catena chiusa. Campo di funzionamento a coppia costante ed a potenza costante.

**Azionamenti con motori pass-passo** - Varie tipologie dei motori passo. Caratteristiche di funzionamento. Tecniche di alimentazione. Problemi relativi alle fasi di avviamento e frenatura. Motori a riluttanza. Campi di applicazione.

**Testi / Bibliografia**

Lucidi delle lezioni in formato pdf, scaricabili all'indirizzo <http://www.die.ing.unibo.it/automazione/index.htm>.

A.E. FITZGERALD, C. KINGSLEY JR., A. KUSKO, *Macchine Elettriche*, Franco Angeli Editore, Milano, 1978.

JOHN M.D. MURPHY, F.G. TURNBULL, *Power Electronic Control of AC Motors*, Pergamon Press, Oxford, 1988.

TAKASHI KENJO, *Stepping motors and their microprocessor controls*, Clarendon Press, Oxford, 1985.

T.J.E. MILLER, *Brushless permanent-magnet and reluctance motor drives*, Clarendon Press, Oxford, 1989.

T.J.E. MILLER, Switched reluctance motor and their control, Clarendon Press, Oxford, 1989.

Appunti integrativi forniti durante il corso.

### Metodi didattici

Il corso comprende esercitazioni teoriche e pratiche. Nelle esercitazioni teoriche vengono affrontati problemi di dimensionamento e scelta di azionamenti elettrici. Nelle esercitazioni pratiche vengono analizzate le caratteristiche di funzionamento di azionamenti di tipo industriale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame comprende una prova scritta sugli argomenti svolti nelle lezioni teoriche e la discussione di una relazione sulle attività svolte in laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili una serie di banchi prova nel laboratorio didattico del DIE per effettuare prove sperimentali su tutti gli azionamenti trattati durante le lezioni teoriche.

## 35057 - BASI DI DATI L

<b>Docente:</b>	SCALAS MARIA RITA
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire gli strumenti teorici e pratici necessari all'utilizzo di un sistema informativo basato su una piattaforma relazionale, alla sua amministrazione, nonché una conoscenza di base delle principali tecnologie impiegate nella sua realizzazione.

### Programma / Contenuti

- 1) **Sistemi informativi aziendali e e sistemi per la gestione di basi di dati (DBMS)** : concetti fondamentali sui sistemi informativi e sulle basi di dati relazionali. Teoria relazionale, definizioni e algebra relazionale, forme normali.
- 2) **Il linguaggio SQL** : semplici interrogazioni (query) , raggruppamento, annidamento. Definizione e uso di viste.
- 3) **Il sistema MS-Access** : uso di SQL.
- 4) **Concetti di base nella tecnologia relazionale**: creazione di indici usando B+ tree. Architettura di un DBMS relazionale. Concetti di ottimizzazione delle interrogazioni: metodi di accesso ai dati, cenni sugli algoritmi di join , calcolo dei costi di accesso.

### Testi / Bibliografia

I testi verranno suggeriti all'inizio del corso.

Saranno disponibili anche i lucidi presentati in aula con il portatile.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni saranno svolte in aula con l'ausilio del portatile o dei lucidi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in alcune domande teoriche su argomenti svolti nel corso, che anche esercizi pratici di SQL e ottimizzazione.

## 35057 - BASI DI DATI L

<b>Docente:</b>	GRANDI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire gli strumenti teorici e pratici necessari all'utilizzo razionale di un sistema informativo basato su piattaforma DBMS relazionale ed alla sua amministrazione, nonché una conoscenza di base di alcune delle tecnologie impiegate nella loro realizzazione. Una parte del corso è dedicata ad esercitazioni pratiche sul sistema MS-Access.

**Programma / Contenuti**

**Sistemi informativi aziendali e sistemi per la gestione di basi di dati (DBMS).** Introduzione ai concetti fondamentali sui sistemi informativi e sulle basi di dati relazionali. Teoria relazionale (versione 'informale' e versione formale): definizioni di base, algebra relazionale, forme normali.

**Il linguaggio standard SQL: DDL e DML.** Interrogazioni semplici (query SPJ) e complesse: funzioni aggregate, raggruppamento, annidamento e uso di quantificatori, variabili relazionali e correlazione. Definizione ed uso di viste. La qualità dei dati: gestione di vincoli d'integrità e normalizzazione. Procedure e trigger (basi di dati attive).

**Il sistema MS-Access.** Uso di SQL, interfacce visuali e QBE. Amministrazione della base di dati. Esecuzione di query interattive. Sviluppo di applicazioni tramite linguaggio ospite: embedded SQL, cursori, accesso tramite ODBC.

**Elementi di tecnologia relazionale.** Indicizzazione dei dati tramite B+tree. Architettura generale di un DBMS relazionale. Sintesi ed ottimizzazione delle interrogazioni: metodi di accesso ai dati, algoritmi di join, calcolo dei costi di accesso (cenni).

**Testi / Bibliografia**

Testi di riferimento:

- P. ATZENI, S. CERI, P. FRATERNALI, S. PARABOSCHI, R. TORLONE, *BASI DI DATI - Modelli e linguaggi di interrogazione*, McGraw-Hill, 2002.
- P. ATZENI, S. CERI, P. FRATERNALI, S. PARABOSCHI, R. TORLONE, *BASI DI DATI - Architetture e Linee di Evoluzione*, McGraw-Hill, 2003.
- F. GRANDI, *Esercizi di Basi di Dati*, Esculapio, 2007.
- R. VAN DER LANS, *Introduzione a SQL*, Addison-Wesley, 2001.

**Metodi didattici**

La didattica frontale del corso consiste in lezioni ed esercitazioni in aula, svolte dal docente con l'ausilio di lucidi proiettati tramite lavagna luminosa o PC e proiettore.

Alle lezioni ed esercitazioni in aula sono inoltre affiancate attività di laboratorio, seguite da un tutor, sull'uso del sistema MS-Access e di DBMS relazionali. L'attività di laboratorio è anche propedeutica alla realizzazione di un progetto (base di dati relazionale implementata in MS-Access) che lo studente deve presentare in sede d'esame.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame finale consiste principalmente in una prova scritta, nella quale sono presenti domande teoriche, che tenderanno ad accertare la conoscenza da parte dello studente dell'intero programma, ed esercizi pratici (query SQL ed ottimizzazione).

La prova scritta si intende superata con un punteggio di 18/30 su un totale di 33/30. Una volta superata la prova scritta, lo studente è tenuto a sostenere un colloquio finale vertente sulla discussione della prova scritta e sulla presentazione del progetto.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili in fotocopia e sul Web appunti informali rilasciati dal docente.

## 55819 - BIOCHIMICA E MICROBIOLOGIA DEI PROCESSI L-A

<b>Docente:</b>	FAVA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

l'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di biochimica e di microbiologia necessari per comprendere il ruolo degli agenti biologici nei principali processi di interesse per l'industria biotecnologica, chimica ed alimentare

### Programma / Contenuti

Struttura della materia vivente e delle biomolecole di maggiore interesse alimentare ed industriale. Struttura della cellula procariotica ed eucariotica. Virus.

Le proteine e gli enzimi: loro funzione, classificazione e nomenclatura. Il meccanismo delle reazioni enzimatiche, velocità di reazione e i fattori che la controllano. Meccanismi di inibizione e regolazione enzimatica.

DNA e RNA e loro metabolismo, sintesi proteica e degli enzimi.

Classificazione dei microrganismi e principali proprietà dei batteri, lieviti, muffe e funghi impiegati nelle produzioni di interesse industriale.

Necessità nutrizionali dei microorganismi. Terreni di coltura. Colture miste, co-colture e colture pure e metodi biochimici, microbiologici e molecolari per la loro caratterizzazione. Conservazione delle colture microbiche. Crescita microbica in coltura *batch, fed-batch* continua. Agenti fisici e chimici per il controllo della crescita microbica e per la sterilizzazione di ambienti, mezzi di coltura e dei bioreattori.

Cenni alle principali produzioni biotecnologiche di interesse per l'industria alimentare e chimica.

### Testi / Bibliografia

Nelson & Cox (2003) Introduzione alla biochimica di Lehninger. III edizione. Zanichelli, Bologna.

Madigan et al. (2003) Brock-Biologia dei Microorganismi. Vols. 1 e 2. Casa Editrice Ambrosiana. Milano.

Bourgeois et al. (1990) Microbiologia alimentare. Tecniche Nuove, Milano.

### Metodi didattici

lezione frontale (+ eventuali esercitazioni in laboratorio)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame orale

## 18376 - BIOCHIMICA E MICROBIOLOGIA DEI PROCESSI L-B

<b>Docente:</b>	FAVA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti microbiologici, chimici e tecnologici annessi alla pianificazione e alla conduzione di processi biotecnologici di interesse per l'industria alimentare.

**Programma / Contenuti**

Il metabolismo microbico: vie anaboliche e cataboliche. Energia libera e bioenergetica cellulare. Respirazione aerobica degli zuccheri: le due vie glicolitiche, il ciclo di Krebs e la fosforilazione ossidativa. Bilancio energetico della respirazione aerobica del glucosio e sua regolazione. Respirazione aerobica dell'acetato, etanolo, composti metilati e idrocarburi. Gruppi microbici di interesse industriale in grado di respirare detti substrati in condizioni aerobiche.

Respirazione anaerobica: basi microbiologiche ed industriali annesse alle respirazioni anaerobiche microbiche su cui si basano alcuni trattamenti di effluenti dell'industria alimentare (es. nitrato riduzione, solfato riduzione, metanogenesi, acetogenesi, etc)..

Fermentazioni: esame dettagliato delle fermentazioni di interesse alimentare, quali quelle alcolica, malo-lattica, omo- ed etero-lattica, propionica, butirrica e degli aminoacidi. Tassonomia e fisiologia dei microrganismi responsabili di dette fermentazioni. Fermentazioni e respirazioni anaerobiche alla base della digestione anaerobica degli effluenti ricchi di materiale organico dell'industria alimentare.

Aspetti generali delle produzioni biotecnologiche industriali di interesse alimentare. Fasi operative tipiche di detti processi e generalità sui reattori impiegati e le operazioni di recupero del prodotto. Aspetti biochimici, microbiologici e tecnologici annessi alla produzione di a) lievito, b) proteine microbiche, c) bevande alcoliche (vino e birra), d) aminoacidi, quali acido L-Glutammico, L-Lisina, etc., e) vitamine, quali la cianocobalammina, riboflavina e vitamina C, e f) acidi organici, quali acido acetico (aceto) ed acido citrico. Enzimi di maggiore interesse alimentare (proteasi, carboidrasi, lipasi): loro meccanismo d'azione, impiego nell'ambito dell'industria alimentare e produzione da microrganismi su scala industriale. Sono inoltre previste due esercitazioni (di 2 ore ciascuna) presso i laboratori di biotecnologia della Facoltà di Ingegneria, dirette ad approfondire alcuni temi di microbiologia alimentare e di monitoraggio dei microrganismi trattati nell'ambito del corso.

**Testi / Bibliografia**

- Bourgeois et al. (1990) *Microbiologia alimentare. Tecniche Nuove*, Milano;  
 Glazer & Nikaido (1995) *Microbial Biotechnology*, WH Freeman and Company, New York;  
 Rattedge & Kristiansen (2001) *Basic Biotechnology. II Edition*, Cambridge University Press, London

**Metodi didattici**

lezione frontale (+ eventuali esercitazioni in laboratorio)

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

esame finale orale

## 41863 - BIOIMMAGINI LS

<b>Docente:</b>	LAMBERTI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Programma / Contenuti

Sistemi di diagnostica per immagini. Apparecchiature a Raggi X. Laboratorio di cateterismo cardiaco. Ultrasuoni ed Ecografia. Tomografia Computerizzata. PET (Positron Emission Tomography). Risonanza Magnetica Nucleare. Elaborazione di immagini biomediche. Metodi di filtraggio e segmentazione. Visualizzazione assistita al computer. Tecniche di realtà virtuale in medicina Pianificazione e simulazione chirurgica. Visite guidate presso alcune strutture sanitarie. Seminari tenuti da esperti del settore.

## 55190 - BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE LS

<b>Docente:</b>	CAPPELLO ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivi: Fornire le conoscenze di base e gli strumenti essenziali per l'analisi ed il progetto dei principali strumenti per la riabilitazione.

Gli Studenti:

- 1) approfondiranno le loro conoscenze sul sistema neuro-muscolo-scheletrico;
- 2) saranno messi in grado di valutare quantitativamente la funzione motoria;
- 3) acquisiranno una preparazione di base che consenta loro di progettare ed utilizzare i principali strumenti per la riabilitazione sensori-motoria;
- 4) impareranno a risolvere problemi riguardanti la selezione e la personalizzazione degli ausili ed il loro impiego corretto e sicuro;
- 5) impareranno ad affrontare lo studio e la conduzione di progetti di interesse aziendale nel settore.

## Programma / Contenuti

**Parte 1. Introduzione al corso**

- 1) Cenni storici
- 2) Le tecnologie per la riabilitazione ed il loro impatto sulla salute e sulla società: il disabile e l'anziano
- 3) I progetti regionali, nazionali ed europei. Il caso del progetto regionale StartER

**Parte 2. Basi anatomo-fisiologiche**

- 1) Organizzazione del sistema nervoso centrale e periferico
- 2) Anatomo-fisiologia del sistema muscolo scheletrico

**Parte 3. Valutazione funzionale**

- 1) Definizione di funzione
- 2) Le scale di valutazione
- 3) Tecniche strumentali per la valutazione funzionale
- 4) Sensoristica indossabile, reti di sensori ed attuatori, elaborazione dei dati, trasmissione wireless
- 5) Estrazione dell'informazione

**Parte 4. Gli ausili: protesi, ortesi, sistemi per la mobilità e l'autonomia**

- 1) Introduzione alla Disabilità. Classificazione ICIDH e ICF

- 2) Definizione di Ausilio. Ausili per l'autonomia. Design for all
- 3) Protesi ed ortesi. Fasi del trattamento protesico. Tecniche di costruzione
- 4) Protesi di arto inferiore. Classificazione e codifica. Protesi esoscheletriche ed endoscheletriche
- 5) Protesi di arto superiore. Classificazione e codifica. Protesi estetiche e protesi funzionali
- 6) Ortési
- 7) Ausili per la mobilità'
- 8) Cenni sui Sistemi robotici

#### **Parte 5. Interfaccia uomo-calcolatore-ambiente**

- 1) Sensori per disabilità motorie. Sistemi di accesso al computer. Tastiere speciali ed emulatori di mouse. Software per l'accesso al PC
- 2) Sistemi domotici e standards. Modalità di trasmissione dati nei sistemi domotici. Domotica e disabilità
- 3) Interfacce basate sulla realtà virtuale
- 4) La brain-computer interface

#### **Parte 6. Stimolazione elettrica funzionale**

- 1) Lesioni centrali e periferiche e conseguenti deficit motori
- 2) Evoluzione spontanea del deficit motorio nella lesione spinale o nello stroke (ictus cerebrale)
- 3) Organizzazione del trattamento riabilitativo: fase acuta, fase stabilizzata, valutazione funzionale e scelta del setting di riabilitazione
- 4) Tecnologie a disposizione del clinico per la valutazione funzionale del lesionato centrale (lesione spinale o stroke)
- 5) La stimolazione neuromuscolare: definizioni e nozioni di base
- 6) La Stimolazione Elettrica Funzionale (SEF): applicazioni riabilitative e funzionali
- 7) Stato dell'arte degli stimolatori neuromuscolari per SEF e risultati nella riabilitazione
- 8) Il segnale mioelettrico: sua generazione ed elettromiografia

#### **Parte 7. Il controllo della postura e del movimento**

- 1) Il controllo posturale
- 2) I disordini dell'equilibrio e la loro valutazione clinica
- 3) La valutazione del controllo posturale per via strumentale: posturografia statica e dinamica
- 4) Modelli del segnale posturografico: approcci statistici e deterministici
- 5) Applicazioni cliniche della posturografia quantitativa. Caso di studio: valutazione funzionale del paziente parkinsoniano
- 6) Tecniche di biofeedback per la riabilitazione dell'equilibrio

#### **Parte 8. Illustrazione, anche attraverso seminari specialistici, dei progetti finanziati in corso: il rapporto con aziende del territorio**

- 1) Ergonomia nell'interfaccia uomo-macchina: aspetti cognitivi
- 2) Sistemi per il monitoraggio e la classificazione di movimenti attraverso sensori indossabili
- 3) Ortési di tipo innovativo per il bambino
- 4) Strumenti riabilitativi basati sulla realtà virtuale
- 5) Bilanci energetici nel disabile e nello sportivo
- 6) Tecniche di biofeedback per la stabilizzazione durante la postura ed il cammino

#### **Testi / Bibliografia**

Appunti del docente.

Presentazioni Power Point.

A.Cappello, A.Cappozzo, P.E. di Prampero (Eds.), *Bioingegneria della Postura e del Movimento*, Patron Editore, Bologna, 2003.

D.Popovic, T.Sinkjaer, *Control of Movement for the Physically Disabled*, Springer-Verlag, London, 2000.

J.M.Winters, P.E.Crago (Eds.) *Biomechanics and Neural Control of Posture and Movement*, Springer-Verlag, New York, 2000.

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno discusse le problematiche generali connesse con la progettazione e lo sviluppo di sistemi per la riabilitazione sensori-motoria.

Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio e da visite presso Centri di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico. Esercitazioni al computer consentiranno di progettare e simulare esperimenti in modo realistico. Questi verranno successivamente realizzati nel laboratorio di Ingegneria Biomedica per mettere a punto le metodologie. Lo svolgimento di tesine, anche in collaborazione col Centro Protesi INAIL, consentirà a gruppi di studenti di approfondire alcuni aspetti del corso attraverso l'analisi di casi clinici.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Le verifiche dell'apprendimento avverranno:

- 1) in aula, durante lo svolgimento di esercizi;
- 2) in laboratorio, durante lo svolgimento di esercitazioni;
- 3) mediante le tesine (opzionali);
- 4) nella prova d'esame finale, scritta e orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Presentazioni Power Point  
 Sistema stereofotogrammetrico a 6 telecamere  
 2 pedane dinamometriche  
 Elettromiografo wireless multicanale  
 Elettroencefalografo  
 Sensori ed attuatori indossabili

## 35006 - BIOINGEGNERIA LS

<b>Docente:</b>	AVANZOLINI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di introdurre gli studenti nel mondo dell'ingegneria biomedica e di fornire le conoscenze di base per lo studio ingegneristico di alcuni importanti sistemi dell'organismo umano e della loro interazione con apparati artificiali di misura e terapia.

Al termine del corso, lo studente dovrebbe aver conseguito la capacità di

- utilizzare modelli matematici (elementari) a compartimenti per analizzare la cinetica di sostanze immesse nell'organismo
- pianificare un esperimento ingresso-uscita per identificare i parametri di un modello a compartimenti
- analizzare le proprietà dei segnali fisiologici nel dominio dei tempi e delle frequenze
- utilizzare semplici modelli del sistema cardiocircolatorio per analizzarne il funzionamento anche in collegamento con sistemi per la circolazione extracorporea

### Programma / Contenuti

#### 1. Introduzione all'ingegneria biomedica

Definizione e finalità, figure professionali e relativa terminologia internazionale. Confronto fra sistemi biologici e sistemi artificiali dal punto di vista ingegneristico.

**2. Biomolecole, cellule e tessuti**

Composizione chimica della sostanza vivente. Le proteine, i carboidrati, i lipidi e gli aminoacidi. La cellula: struttura e funzioni. I principali tessuti.

**3. Modelli matematici a compartimenti**

Definizione di compartimento. Descrizione della cinetica di sostanze mediante scambi fra compartimenti. Elementi di progetto degli esperimenti ingresso-uscita: identificazione parametrica e concetto di identificabilità.

**4. Bioingegneria del sistema cardiocircolatorio**

Elementi di emodinamica: richiami di fluidodinamica, flusso ematico pulsatile nei vasi sanguigni e relativa analogia elettrica, impedenza vascolare, analisi fenomenologica del flusso nei vasi collassabili, il modello windkessel. Il sistema cardiovascolare come circuito chiuso: il modello di Guyton. Metodi di misura di parametri che caratterizzano la circolazione sanguigna.

**Testi / Bibliografia**

Dispense e files PowerPoint distribuiti dal docente.

**Metodi didattici**

Coerentemente con gli obiettivi formativi il corso è articolato in due parti principali: la prima dedicata ai modelli matematici a compartimenti e alle problematiche di identificazione dei relativi parametri; la seconda dedicata alla modellistica elementare dei sistemi cardiovascolari.

Le esercitazioni in aula o laboratorio e la soluzione di problemi costituiscono la diretta esemplificazione e la pratica applicazione dei concetti presentati nelle lezioni e sono parte integrante del corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Una o più prove in itinere.

Esame finale in forma orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Diapositive da PC (PowerPoint) con videoproiettore e, talora, lavagna e/o lavagna luminosa; laboratorio di ingegneria biomedica

**42036 - BIOMECCANICA COMPUTAZIONALE BS**

<b>Docente:</b>	VICECONTI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Strumenti computazionali avanzati per l'analisi del sistema muscolo-scheletrico intatto ed in presenza di dispositivi protesici. Integrazione di dati provenienti da immagini con i modelli biomeccanici. Cross-validazione con risultati ottenuti da sperimentazione in-vitro ed in-vivo. Comprensione teorico-pratica della meccanica dei continui e del metodo agli elementi finiti, nonché dei metodi numerici per la modellazione ad elementi finiti di problemi non lineari quali grandi spostamenti, contatto, plasticità, ecc. Familiarizzazione con programmi commerciali diffusamente impiegati. Capacità di formulare e risolvere problemi di biomeccanica strutturale e funzionale.

**Programma / Contenuti**

Meccanica del continuo - Trattazione generale della meccanica del continuo - Modelli ingegneristici del continuo - Materiale lineare elastico - Materiale visco-elastico - Materiale plastico - Modelli reologici - Criteri di collasso dei materiali Analisi numerica mediante metodo degli elementi finiti - La formulazione variazionale - Formulazione di elementi di comune utilizzo - Modelli numerici del comportamento dei solidi - Modelli

elastici-lineari - Non linearità geometriche - Non linearità dei materiali - Non linearità di contatto Modelli computazionali dei tessuti, degli organi e dei processi biologici - Cenni di anatomia, fisiologia e biologia dei tessuti connettivi - Modelli ad elementi finiti di tessuti, organi e parti del corpo - Modelli numerici dei processi biologici adattivi - Tecniche per la creazione di modelli computazionali da dati diagnostici Accuratezza e limiti di validità dei modelli computazionali - Fonti di incertezza - Criteri di convergenza - Problemi di accuratezza nei modelli non lineari - Analisi della sensitività mediante metodi statistici.

### Testi / Bibliografia

Testi raccomandati: Dispense del docente Testi di approfondimento: Fung, Y. C. and Tong, P. Classical and Computational Solid Mechanics World Scientific Publ, Singapore, 2001

### Metodi didattici

Corso a 4 moduli con verifiche per ogni due moduli ed esercitazioni presso il Laboratorio di Tecnologia Medica degli Istituti Ortopedici Rizzoli.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Tutti strumenti software e hardware disponibili presso il laboratorio di tecnologia medica degli istituti ortopedici rizzoli di Bologna, dove si svolgono le esercitazioni. Tra gli altri: -Ansys -Hyperworks -Adams -Unigraphics.

## 32913 - BIOMECCANICA L-S

<b>Docente:</b>	CAPPELLO ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo studente:

- 1) apprenderà i metodi della meccanica del corpo rigido applicati all'analisi del movimento umano;
- 2) sarà in grado di operare all'interno di un laboratorio di analisi del movimento;
- 3) verrà messo in condizione di valutare criticamente gli errori e gli artefatti di misura;
- 4) sarà in grado di collaborare col personale medico per progettare ed implementare esperimenti in un laboratorio di analisi del movimento;
- 5) potrà collaborare nel processo di estrazione dell'informazione dai dati sperimentali.

### Programma / Contenuti

#### 1) INTRODUZIONE AL CORSO

La biomeccanica: definizione, obiettivi, metodologie.

Biomeccanica del movimento umano: finalità generali, cenni storici.

#### 2) STATICA E DINAMICA DEL CORPO RIGIDO

Movimento, equilibrio ed interazione tra corpi materiali.

Forze e momenti.

Il corpo rigido.

Assiomi della statica.

Vincoli e reazioni vincolari.

Il diagramma del corpo libero.

Gradi di libertà e gradi di vincolo in 2D e 3D: classificazione dei sistemi.

Equilibrio statico di un corpo rigido.

La statica in biomeccanica: esempi di stima delle forze articolari e muscolari.

Dinamica del corpo rigido.

La dinamica in biomeccanica: esempi.

Proprietà inerziali dei segmenti corporei e dell'intero corpo.

Dinamica dei segmenti corporei.

Lavoro ed energia.

### 3) ANATOMIA FUNZIONALE DEL SISTEMA DI CONTROLLO POSTURALE E MOTORIO

Anatomia e funzione del sistema muscolo-scheletrico.

Componenti principali: ossa e cartilagine, muscolo, tendini, legamenti, articolazioni.

### 4) CINEMATICA IN BIOMECCANICA DEL MOVIMENTO

Richiami di cinematica lineare ed angolare.

Dal punto materiale al corpo rigido.

Definizione dell'orientamento di un corpo in 2D e 3D: vettore posizione e matrice di rotazione. Convenzioni angolari.

Sistemi di riferimento.

Ricostruzione del movimento.

Le catene cinematiche.

Cinematica articolare.

### 5) ANALISI DEL MOVIMENTO UMANO

Analisi del movimento umano: definizione ed ambiti applicativi.

Problema dinamico inverso.

Ricostruzione della cinematica dei segmenti corporei a partire da marcatori cutanei: la stereo-fotogrammetria.

Protocolli di acquisizione della cinematica dei segmenti corporei. Esempio: il protocollo CAST.

Artefatti e loro propagazione.

Dinamica del movimento.

Forze e momenti di reazione al suolo: la pedana dinamometrica.

L'elettromiografia.

Alcuni esempi di soluzione del problema dinamico inverso.

Applicazioni: l'analisi posturografica, l'analisi del cammino.

### 6) SINTESI DEL MOVIMENTO UMANO

Sintesi del movimento umano: definizione ed ambiti applicativi.

Problema dinamico diretto.

Equazioni del moto: metodi diretti ed indiretti.

Tecniche di simulazione numerica.

Validazione sperimentale.

## Testi / Bibliografia

- 1) Angelo Cappello, Aurelio Cappozzo e Pietro E. di Prampero (eds), "*Bioingegneria della Postura e del Movimento*", Collana del Gruppo Nazionale di Bioingegneria, vol. 22, Patron ed., 2003
- 2) David Winter, "*Biomechanics and Motor Control of Human Movement*", 2nd Edition, Wiley Interscience, 1990
- 3) AA.VV., "*Research Methods in Biomechanics*", Human Kinetics, 2004

## Metodi didattici

Le lezioni frontali riguarderanno l'esposizione di concetti di base, l'applicazione alla biomeccanica del movimento e lo svolgimento di esercitazioni in aula.

Il corso sarà integrato da esercitazioni in laboratorio con l'obiettivo di familiarizzare lo studente con l'uso della strumentazione di laboratorio e degli ambienti di simulazione.

Il corso sarà completato da seminari e visite guidate presso centri di ricovero e cura a carattere scientifico come gli Istituti Ortopedici Rizzoli ed il Centro Protesi INAIL.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta (peso 20/30) da superare positivamente.

Esame orale o attività sperimentale integrativa in laboratorio (peso 10/30).

### Strumenti a supporto della didattica

#### LABORATORIO

L'insegnamento è fortemente integrato con attività di laboratorio, volte a favorire la capacità dello studente di definire e risolvere autonomamente concreti problemi di analisi e sintesi del movimento. In quest'ambito, con diretto riferimento ai sistemi di misura presenti nel laboratorio, saranno presentate le principali tecniche strumentali per la dinamica (pedana di forza), la cinematica (stereofotogrammetria) e la misura dell'attività muscolare (EMG). Esercitazioni al computer consentiranno di analizzare e simulare diversi atti motori.

## 29167 - BIOTECNOLOGIE AMBIENTALI M

<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Mutuato da:</b>	29188 - MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA PER IL DISINQUINAMENTO M (vedi p. 808)

## 29166 - BIOTECNOLOGIE INDUSTRIALI M

<b>Docente:</b>	FAVA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di biochimica applicata e microbiologia applicata necessari per comprendere il ruolo degli agenti biologici nei principali processi biotecnologici di attuale interesse industriale ed ambientale.

### Programma / Contenuti

Generalità sul ruolo e delle potenzialità delle biotecnologie industriali (o bianche) nell'ambito dell'industria chimica, farmaceutica, alimentare, tessile e dei biocombustibili.

Processi biotecnologici di interesse industriale: fasi della messa a punto degli stessi e generalità sui biocatalizzatori, loro miglioramento ed ottimizzazione, materie prime, procedure e reattori impiegati nei processi e sulle operazioni di recupero del prodotto.

Aspetti biochimici, microbiologici e tecnologici legati alla produzione industriale (via fermentazione o mediante bioconversione microbica o enzimatica) di amminoacidi, vitamine, acidi organici, fragranze, antibiotici ed enzimi da materie prime convenzionali. Esempi di bioconversioni microbiche di rilievo per l'industria alimentare e biomedicale e per l'industria chimica e farmaceutica (produzione di composti chirali, etc) da materie prime convenzionali.

Biomasse lignocellulosiche e forestali e sottoprodotti, rifiuti, effluenti e surplus dell'industria agroalimentare quali nuove materie prime per una moderna industria biotecnologica, chimica, farmaceutica, alimentare, tessile, e dei biocombustibili.

Produzione biotecnologica di biocombustibili quali bioetanolo, biometano e biodidrogeno, e biodiesel da biomasse e sottoprodotti e rifiuti agroalimentari.

Produzione di *fine-chemicals* via pretrattamento e/o conversione enzimatico/microbica di biomasse e sottoprodotti e rifiuti agroalimentari.

Produzione di biopolimeri e polimeri microbici da biomasse e sottoprodotti e rifiuti agroalimentari.

Bioraffineria: approcci biotecnologici integrati per la valorizzazione di biomasse agroindustriali e forestali e di sottoprodotti, effluenti, residui e surplus dell'industria agroalimentare.

### Testi / Bibliografia

Madigan *et al.* (2003) *Brock-Biologia dei Microrganismi*. Vols. 1 e 2. Casa Editrice Ambrosiana. Milano.

Glazer & Nikaido (1995) *Microbial Biotechnology*, WH Freeman and Company, New York.

Ratledge & Kristiansen (2001) *Basic Biotechnology*, II Edition, Cambridge University Press, London

R. Ulber, D. Sell (2007) *White Biotechnology*, Vol. 105 of the series *Advances in Biochemical Engineering / Biotechnology*, Springer, EU and USA.

### Metodi didattici

lezioni (+ eventuali esercitazioni in laboratorio)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame finale orale

## 17921 - CALCOLATORI ELETTRONICI L-A

<b>Docente:</b>	DI STEFANO LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire le conoscenze di base sull'architettura hardware/software dei sistemi a microprocessore.

### Programma / Contenuti

1. Modello di Von Neumann Architecture, Architettura dell'Hardware, Prestazioni, Cenni di Storia dei Calcolatori.
2. Complementi di Reti Logiche: ALU, Driver, Transceiver, Latch, Edge Triggered Register, Register File, RAM, EPROM.
3. Architettura del Set di Istruzioni: Architetture Register-Register (DLX) e Memory - Register (IA16 e IA32).
4. Linguaggio Assembler delle CPU IA16.
5. Struttura Interna di una CPU ad esecuzione sequenziale: Controllo e Datapath, Datapath del DLX, Diagramma degli stati dell'unità di controllo del DLX.
6. Struttura Interna di una CPU in Pipeline: Datapath in pipeline del DLX, Dipendenze e Alee, Stalli e Unità di forwarding.
7. Mapping dei Chip di Memoria e delle Periferiche di Ingresso/Uscita, Decodifica degli Indirizzi, Decodifica Semplificata, Decodificatori e PAL.
8. Progetto di semplici sistemi basati su CPU IA16: Cicli di bus, Generazione del Segnale di Ready, Calcolo degli Stati di Wait.
9. Gestione dell'Input/Output: polling ed interrupt.
10. Interfacce per Comunicazioni Seriali e Parallele.

### Testi / Bibliografia

Testi consigliati per approfondimenti:

1. Hennessy, Patterson: "Computer architecture: a quantitative approach" - Morgan Kaufmann pub. Inc., second edition (esiste anche la versione in

italiano edita da Zanichelli)

2. Giacomo Bucci: "Architetture dei calcolatori elettronici" McGraw-Hill.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto strutturato in due prove distinte sostenibili in momenti differenti. Orale integrativo facoltativo.

### Strumenti a supporto della didattica

PC e Videoproiettore

## 17921 - CALCOLATORI ELETTRONICI L-A

**Docente:** SALMON CINOTTI TULLIO

**Corso di Laurea:** 0048 - Ingegneria elettronica

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

#### ESTREMA SINTESI

Architettura dei calcolatori elettronici: Instruction Set Architecture, unità di elaborazione microprogrammate e in pipeline, struttura di un sistema a microprocessore (bus, memorie e interfacce), gestione dell'input/output

#### OBBIETTIVO DELL'INSEGNAMENTO

Obiettivo dell'insegnamento è aiutare lo studente a impadronirsi di un quadro di riferimento che gli consenta di affrontare con consapevolezza la progettazione di semplici sistemi basati su microprocessore

#### CONOSCENZE DA CONSEGUIRE

Il modulo si colloca a valle degli insegnamenti di reti logiche L-A e fondamenti di informatica L-A impartiti nelle lauree della classe 9 (Ingegneria dell'Informazione) dell'Università di Bologna.

L'insegnamento intende trasferire conoscenze elementari di architettura dell'hardware dei calcolatori elettronici (Set di istruzioni Registro-Registro e Memoria-Registro, datapath e unità di controllo, pipeline a cinque stadi per set di istruzioni R-R (RISC), memorie, gestione delle interfacce di ingresso/uscita a interrupt e a controllo di programma, driver)

#### ABILITA' DA CONSEGUIRE

Al di là dei contenuti specifici, il corso si prefigge l'obiettivo di far acquisire allo studente una delle principali abilità che l'industria chiede oggi a un ingegnere dell'informazione, e cioè la capacità di gestire la complessità di un progetto, abituandolo alla pratica dell'astrazione, intesa come attività volta a rappresentare in modo efficace e gerarchico l'essenza del sistema di elaborazione. La prova d'esame mira a verificare sia le conoscenze acquisite, sia il raggiungimento di questo obiettivo.

### Programma / Contenuti

#### IL MODELLO DI RIFERIMENTO

- La Macchina di Von Neumann, architettura dell'hardware, prestazioni, cenni di storia dei calcolatori

#### COMPLEMENTI DI RETI LOGICHE E COMPONENTI

- ALU, Register File, RAM, EPROM, Driver, Tranceiver, Registri Latch, Registri Edge Triggered, PAL

#### ARCHITETTURA DELL'UNITA' DI ELABORAZIONE

- Set di Istruzioni: Architetture Register-Register (DLX) e Memory-Register (IA16 e IA32); il linguaggio assembler delle CPU IA16

- Strutture strettamente sequenziali: Controllo e Datapath, Datapath del DLX, Diagramma degli stati dell'unità di controllo del DLX
- Struttura in Pipeline: Pipeline in Architetture RISC (DLX), Dipendenze e Alee

## PROGETTO

### Introduzione

- Mapping dei dispositivi di memoria e delle interfacce di ingresso/uscita, decodifica degli indirizzi

### Architettura di sistema

- Sistemi con CPU i8088: cicli di bus dell'i8088
- Gestione dell'input/output: polling e interrupt

### Periferiche e sistema delle interruzioni

- Interfacce per comunicazioni seriali e parallele
- Il sistema delle interruzioni e l'Interrupt controller

## Testi / Bibliografia

Il corso si basa sul materiale didattico messo a disposizione sul sito di CALCOLATORI ELETTRONICI L-A, il cui attuale URL è: <http://labvisione.deis.unibo.it/courses/CalcoA/index.html>

Il materiale consiste di: lucidi, datasheet con note applicative, testi di esercizi e di prove d'esame. Di questi ultimi, alcuni sono corredati da traccia di soluzione.

### Bibliografia

Si elencano qui di seguito i testi di riferimento:

- Giacomo Bucci: Architetture e organizzazione dei calcolatori elettronici – McGraw-Hill, 2004
- Patterson-Hennessy "Computer Organization and Design, the hardware/software interface" Morgan Kaufmann - 1994

## Metodi didattici

Il metodo didattico è finalizzato al raggiungimento degli obiettivi indicati in "conoscenze e abilità". Non c'è laboratorio. Il trasferimento di conoscenze si basa sulla presentazione di concetti generali illustrati con esempi quantitativi e schemi logici.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di due prove scritte:

- la prima intende verificare la preparazione dello studente sull'architettura dell'hardware dei calcolatori, si tiene dopo circa quattro settimane di corso, assegna un punteggio massimo di 15 punti ed è considerata superata se si ottiene un punteggio minimo di 8 punti
- la seconda è una prova di progetto, si tiene al termine del corso, assegna un punteggio massimo di 18 punti ed è considerata superata se si ottiene un punteggio minimo di 9 punti
- Entrambe le prove devono essere superate e il voto finale è la somma dei voti ottenuti nelle due prove
- Entrambe le prove vengono riproposte ad ogni appello e la relativa consegna comporta automaticamente l'annullamento del voto ottenuto nella stessa prova in un appello precedente

Per ogni prova scritta lo studente dispone di circa due ore di tempo ed ha libero accesso a tutta la documentazione nonché agli strumenti di calcolo che ha portato con sé.

Sul sito del corso sono disponibili alcuni testi di prove già assegnate con alcune tracce di soluzione.

**Strumenti a supporto della didattica**

A lezione vengono utilizzati la lavagna con gessi bianchi e colorati e un videoproiettore interconnesso a un PC portatile.

**17921 - CALCOLATORI ELETTRONICI L-A**

<b>Docente:</b>	NERI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso ha come scopo l'apprendimento dei fondamenti dell'hardware dei calcolatori elettronici e dei circuiti che ne costituiscono le strutture portanti. Al fine di fornire anche esempi pratici vengono studiati un semplice processore e alcune semplici periferiche integrate. Vengono analizzate sia le metodologie di interfacciamento che la programmazione dei dispositivi. Lo studente, alla fine del corso, acquisisce un insieme di conoscenze di base che gli permettono di realizzare semplici sistemi e/o di programmare sistemi di controllo.

**Programma / Contenuti**

Evoluzione tecnologica dei calcolatori - Moderne metodologie di progetto Organizzazione gerarchica dei calcolatori - Livelli e relazioni - Architetture RISC e CISC - Cenni sulle architetture avanzate - Architetture e linguaggi - Memorie e decodifiche - Unità di controllo sequenziali - Unità di controllo pipelined - Il processore Intel 8088 - Gestione dell'I/O - I dispositivi periferici integrati: UART, Porta parallela, Interrupt controller.

**Testi / Bibliografia**

- Hennessy Patterson - Computer architecture: a quantitative approach - Cap. 1..5  
Morgan Kaufmann pub. Inc.  
Giacomo Bucci - Architettura dei calcolatori elettronici McGraw-Hill - Cap. 1..9  
Giacomo Bucci - Architettura e organizzazione dei calcolatori elettronici

**Metodi didattici**

Il corso viene tenuto in aula con l'ausilio di lucidi proiettati dal PC che sono disponibili sul sito <http://deis48.deis.unibo.it>

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste di due prove scritte di due ore ciascuna (prova 1 e prova 2) che possono essere sostenute nello stesso giorno e che riguardano la prima e seconda parte del corso. La seconda prova è valida (ovvero presa in considerazione) se è stata superata la prima nello stesso giorno o in data precedente. La validità delle prove è di un anno. Durante il corso, per gli studenti in corso, viene effettuata una prova intermedia scritta che corrisponde alla prova 1. E' OBBLIGATORIO iscriversi alle prove via UNIWEX. Non sono ammesse deroghe alla regola.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sul sito <http://deis48.deis.unibo.it> sono disponibili:

- 1) I lucidi del corso
- 2) I testi degli esami scritti e le relative soluzioni
- 3) Le comunicazioni urgenti agli studenti (ad esempio modifica temporanea dell'orario di ricevimento)

## 35009 - CALCOLATORI ELETTRONICI LS

<b>Docente:</b>	NERI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire una panoramica dell'architettura dei moderni processori e delle funzionalità che essi presentano. Al fine di dare concretezza agli argomenti trattati viene utilizzata come riferimento la famiglia dei processori x86. Lo studente al termine delle lezioni è in grado di approfondire gli argomenti trattati e di affrontare l'impiego hardware e software dei processori avanzati.

**Programma / Contenuti**

Analisi di una scheda a microprocessore - Il processore 8086 - Gerarchie di memorie - Cache e loro impiego - Il protocollo MESI - Tecniche di predizione dei branch - Il processore PENTIUM e il suo interfacciamento - Tecniche di protezione della memoria - Gestione della memoria: segmentazione e impaginazione - TLB - La struttura interna del Pentium - Architetture per esecuzione fuori ordine - Cenni sull'architettura del processore Pentium IV

**Testi / Bibliografia**

Hennessy Patterson - Computer architecture: a quantitative approach  
Morgan Kaufmann pub. Inc.  
oppure  
Giacomo Bucci - Architetture dei calcolatori elettronici - McGraw-Hill

**Metodi didattici**

Lezioni in aula. Gli studenti possono trovare i lucidi proiettati sul sito <http://deis48.deis.unibo.it> ove trovano anche i testi e le soluzioni dei compiti scritti precedenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame: una prova scritta e una orale. La prova orale può essere sostenuta solo dopo l'esito positivo della prova scritta. La validità della prova scritta è di un anno. E' OBBLIGATORIO iscriversi alla prova scritta via Uniwex.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lucidi e compiti risolti sul sito <http://deis48.deis.unibo.it>

## 35009 - CALCOLATORI ELETTRONICI LS

<b>Docente:</b>	SALMON CINOTTI TULLIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano fino al 2004-05

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Architettura dei calcolatori elettronici: pipeline nelle unità di elaborazione, gerarchia delle memorie, DMA, gerarchia dei bus, bridge, periferiche e relativa gestione.

**OBIETTIVO DELL'INSEGNAMENTO**

Obiettivo dell'insegnamento è aiutare lo studente a impadronirsi di un quadro di riferimento che gli consenta di affrontare con consapevolezza la progettazione digitale a diversi livelli di astrazione (dal componente al sistema, sia esso su singolo chip o su scheda).

### **CONOSCENZE DA CONSEGUIRE**

Il modulo si colloca a valle degli insegnamenti di reti logiche L-A, calcolatori elettronici L-A, e fondamentali di informatica L-A ed L-B, impartiti nelle lauree della classe 9 (Ingegneria dell'Informazione) dell'Università di Bologna.

L'insegnamento presuppone acquisite le conoscenze elementari di architettura dell'hardware dei calcolatori elettronici (Set di istruzioni Registro-Registro e Memoria-Registro, datapath e unità di controllo, pipeline elementare per set di istruzioni R-R (RISC), memorie, gestione delle interfacce di ingresso/uscita a interrupt e a controllo di programma, driver), e intende trasferire conoscenze più avanzate sull'architettura, sui principi di funzionamento, sulle prestazioni e sulla evoluzione dei calcolatori ad alta integrazione e larga diffusione.

In particolare il corso tratta i seguenti argomenti:

1. architetture di sistema multimaster con DMA controller e architetture multiprocessore a memoria condivisa con accesso uniforme alla memoria (UMA)
2. gerarchia delle memorie
3. set di istruzioni per architetture multitasking protette (architettura Intel a 32 bit, IA32)
4. parallelismo a livello di istruzione, modelli di esecuzione bloccanti e non bloccanti

Il corso si sofferma inoltre su alcune strutture che trovano impiego diffuso all'interno dei calcolatori ad alte prestazioni, come ad esempio le memorie associative.

### **ABILITA' DA CONSEGUIRE**

Al di là dei contenuti specifici, il corso si prefigge l'obiettivo di far acquisire allo studente una delle principali abilità che l'industria chiede oggi a un ingegnere dell'informazione, e cioè la capacità di gestire la complessità di un progetto, abituardolo alla pratica dell'astrazione, intesa come attività volta a rappresentare in modo efficace e gerarchico l'essenza del sistema di elaborazione. La prova d'esame mira a verificare sia le conoscenze acquisite, sia il raggiungimento di questo obiettivo.

## **Programma / Contenuti**

### **Architettura di sistema**

- Bus dati multibyte e organizzazione interleaved della memoria centrale
- sistemi basati su una gerarchia di bus (es.: bus di memoria e bus di input/output separati da bridge)
- gestione dell'input/output in DMA e impiego del DMA Controller
- protocolli di bus; cicli di bus a trasferimento singolo e burst, in pipeline e a fasi separate (split transaction)
- architetture multiprocessore a memoria condivisa (UMA)
- esempi di architetture per applicazioni mobili (il tablet computer e il personal data assistant)

### **Gerarchia delle memorie**

- Obiettivi; modello di riferimento e parametri che influenzano le prestazioni della gerarchia delle memorie
- memoria segmentata, memoria virtuale, memoria centrale e memoria cache
- impiego di strutture associative o pseudo-associative in supporto alla trasformazione degli indirizzi
- gestione della coerenza delle cache in sistemi multimaster; il protocollo MESI e sue diverse realizzazioni

### **Architettura della CPU**

#### *Set di istruzioni*

- Richiami sulla classificazione dei set di istruzioni: ISA M-R e ISA R-R
- il set di istruzioni a lunghezza variabile dell'architettura Memory-Register Intel a 32 bit (IA32); organizzazione segmentata della memoria; modalità di indirizzamento; gestione multitasking; protezione e sua attuazione; registri di sistema, descrittori e tabelle; il supporto del linguaggio macchina al sistema operativo.
- definizione di parallelismo intrinseco del codice (ILP); dipendenze di dato, di nome e di controllo

#### Struttura interna della CPU

- Richiami sulla pipeline a 5 stadi della macchina RISC di riferimento (DLX)
- evoluzione della pipeline: pipeline con stadi che necessitano più periodi di clock; architetture bloccanti superscalari e superpipelined
- la pipeline di un'ISA Memory-Register. L'architettura superscalare del Pentium
- gestione precisa e imprecisa delle eccezioni
- architetture non bloccanti con più unità di esecuzione indipendenti; riconoscimento automatico del parallelismo intrinseco nel codice; modello di esecuzione data flow; algoritmo di Tomasulo con stazioni di prenotazione e scheduling dinamico
- ampliamento del dominio di ricerca del parallelismo nel codice; esecuzione speculativa e reorder buffer

## Testi / Bibliografia

### Materiale didattico

Il corso si basa sul materiale didattico messo a disposizione sul sito del corso, il cui attuale URL è: <http://didattica.arces.unibo.it/index.php?dbName=tsalmon>

Il materiale consiste di: dispense, lucidi, articoli, datasheet con note applicative, testi di esercizi e di prove d'esame. Di questi ultimi, alcuni sono corredati da traccia di soluzione.

Sul sito sono inoltre disponibili lucidi fatti da studenti sulla base di appunti presi a lezione, validati dai docenti e articoli con approfondimenti su temi pertinenti all'insegnamento ma non sviluppati a lezione.

### Bibliografia

Si riporta di seguito una selezione della bibliografia relativa all'insegnamento:

- Hennessy-Patterson: Computer Architecture a quantitative approach - Seconda edizione, 1996 - Morgan Kaufmann Inc
- Giacomo Bucci: Architetture e organizzazione dei calcolatori elettronici - McGraw-Hill, 2004
- Giacomo Bucci: Architetture dei calcolatori elettronici - McGraw-Hill, 2000
- Patterson-Hennessy "Computer Organization and Design, the hardware/software interface" Morgan Kaufmann - 1994
- Stone "High-Performance Computer Architecture" Addison Wesley
- Pentium Pro family Developer's manual (tre volumi-1996)
- PC System Architecture Series, Mindshare Inc., Addison Wesley. Questa è una serie di guide all'architettura e ai più importanti standard utilizzati nei PC. Tra queste, le più pertinenti sono: *Pentium PRO and Pentium II System Architecture*, *The Unabridged Pentium IV: the IA32 processor genealogy* e *HyperTransport System Architecture*
- specifiche dei seguenti standard: *Peripheral Component Interconnect* (bus PCI), *CardBus*, *Small Computer System Interface* (SCSI), *Universal Serial Bus* (USB), *System Management Bus*.

**Metodi didattici**

Il metodo didattico è finalizzato al raggiungimento degli obiettivi indicati in "conoscenze e abilità". Non c'è laboratorio. Il trasferimento di conoscenze si basa sulla presentazione di pochi concetti di massima generalità, illustrati con esempi quantitativi e di progetto.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste di una prova scritta volta a verificare la preparazione dello studente sia sulla progettazione sia sull'architettura dell'hardware dei calcolatori.

La prova comprende uno o due esercizi di progetto con alcune domande di teoria.

Per la prova scritta lo studente dispone di quattro ore di tempo ed ha libero accesso a tutta la documentazione e agli strumenti di calcolo che ha portato con sé.

Sul sito del corso sono disponibili alcuni testi di prove già assegnate con alcune tracce di soluzione.

**Strumenti a supporto della didattica**

A lezione vengono utilizzati la lavagna con gessi bianchi e colorati e il videoproiettore interconnesso a un PC portatile.

**54791 - CALCOLO AUTOMATICO DELLE STRUTTURE LS**

<b>Docente:</b>	UBERTINI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento è una introduzione ai metodi di calcolo delle strutture orientati all'elaborazione automatica, con riguardo agli aspetti concettuali, formali e operativi. Finalità specifica dell'insegnamento è rendere gli allievi idonei a procedere alla modellazione e alla analisi computazionale di problemi strutturali correnti, autonomamente o mediante l'impiego di codici di calcolo esistenti, e a interpretarne criticamente i risultati.

**Programma / Contenuti**

Analisi matriciale dei sistemi di travi in regime elastico lineare. Strutture intelaiate piane e spaziali. Suddivisione e modellazione della struttura. Determinazione delle sollecitazioni. Problemi specifici: nodi di estensione finita, vincoli interni, vincoli elasticamente cedevoli, nodi semirigidi, strutture intelaiate con solai indeformabili nel proprio piano.

Aspetti formali dei problemi strutturali in campo elastico lineare. Le formulazioni agli spostamenti: operatoriale, variazionale (principio dei lavori virtuali) e di minimo (principio della minima energia potenziale totale). Proprietà e applicazioni ai casi dei più comuni modelli strutturali (travi rettilinee, lastre piane caricate nel proprio piano, lastre piane inflesse, gusci).

Metodi variazionali diretti, generalità. Il metodo di Galerkin, il metodo di Rayleigh-Ritz. Il metodo degli elementi finiti agli spostamenti.

La modellazione per elementi finiti delle travi e degli archi, delle lastre piane caricate nel piano, delle lastre inflesse spesse (alla Mindlin) e sottili (alla Kirchhoff), dei gusci e dei solidi tridimensionali. Vari tipi e famiglie di elementi finiti. Applicazioni.

Analisi statica non lineare. Non linearità geometrica e meccanica. Modellazione per elementi finiti, strategie di analisi e algoritmi di risoluzione. Applicazioni.

Analisi dinamica lineare e non lineare. Analisi modale e al passo. Metodi di integrazione nel tempo. Applicazioni.

**Testi / Bibliografia**

- Dispense
  - M. Capurso, *Introduzione al Calcolo Automatico delle Strutture*, Cremonese, Roma, 1977
  - K.J. Bathe, *Finite Element Procedures*, Prentice-Hall Inc., 1996
  - O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, *The Finite Element Method*, 5a edizione, Butterworth-Heinemann, 2000
- Durante lo svolgimento dell'insegnamento vengono indicati articoli su riviste, utili per l'approfondimento degli argomenti trattati.

**Metodi didattici**

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. L'insegnamento è integrato da esercitazioni al calcolatore, comprendenti lo svolgimento di temi assegnati e l'analisi di problemi strutturali mediante codici di calcolo professionali di impiego corrente.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale. La prova verte su alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione e sviluppati nelle esercitazioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa, il videoproiettore e il PC. L'insegnamento è integrato da esercitazioni al calcolatore, presso il Laboratorio di Meccanica Computazionale ([www.lamc.ing.unibo.it](http://www.lamc.ing.unibo.it)).

**55026 - CALCOLO DI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI LS**

<b>Docente:</b>	CRISTOFOLINI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso è destinato a fornire allo studente le metodologie per l'analisi di problemi elettromagnetici. Particolare rilievo assumerà la trattazione delle metodologie numeriche, che sono spesso l'unico strumento in grado di affrontare la complessità di problemi di interesse scientifico e tecnologico.

**Programma / Contenuti**

Equazioni di Maxwell in forma differenziale ed integrale; Potenziali scalari e vettori; Condizioni di interfaccia; Teorema di Poynting; Forze ed energie; Tensore di Maxwell; Funzioni armoniche; Formule di Green; Soluzione dell'equazione di Poisson. Elettrostatica; Magnetostatica. Approssimazione quasistazionaria  
Elementi di Analisi Numerica: Errori numerici, precisione di macchina, propagazione dell'errore; Calcolo degli zeri di una funzione; Interpolazione; Derivazione ed integrazione numerica. Metodi numerici per la soluzione di sistemi di equazioni: Algoritmi diretti; Algoritmi iterativi, Jacobi, Gauss-Siedel, SOR, metodo del gradiente coniugato e biconiugato, GMRES; Soluzione di sistemi non lineari: il metodo di Newton-Raphson. Precondizionamento.

Metodi numerici di analisi per problemi elettromagnetici: introduzione; metodo delle differenze finite; metodo degli elementi finiti; triangolazione del dominio; Metodo dei residui pesati; Problemi magnetostatici ed elettrostatici; Problemi non lineari; Problemi assialsimmetrici; Problemi tempo-dipendenti in approssimazione quasistazionaria; Problemi tridimensionali; metodo degli elementi finiti superficiali; Codici commerciali per l'analisi di campo elettromagnetico.

Ottimizzazione vincolata e non-vincolata: condizioni di ottimo; Metodi di ricerca deterministici e stocastici: Metodo del gradiente, del gradiente coniugato. Algoritmi genetici ed Evolutivi.

**Testi / Bibliografia**

SD Conte, C. De Boor, Elementary numerical analysis, McGraw-Hill

V Comincioli Analisi numerica: metodo, modelli, applicazioni. Mc Graw Hill Italia Ed  
Zienkiewicz, Taylor The Finite Element Method, Mc Graw Hill Altri testi di consultazione:

K. J. Binns, P. J. Lawrenson, C. W. Trowbridge: "The Analytical and Numerical Solution of Electric and Magnetic Fields". J. Wiley and Sons.

**Metodi didattici**

lezioni teoriche, laboratorio: esercitazioni al calcolatore

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Lo studente dovrà sostenere un esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Calcolatori del laboratorio didattico

Materiale didattico è disponibile al sito:

<http://www.die.ing.unibo.it/pers/cristofo/andrea.htm>

**17983 - CALCOLO NUMERICO L-A**

<b>Docente:</b>	SGALLARI FIORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione di semplici problemi dell'ingegneria.

**Programma / Contenuti**

- Numeri finiti, errori di arrotondamento, condizionamento di un problema, stabilità numerica.
- Introduzione all'ambiente MATLAB.
- Equazioni lineari. Metodi diretti: Fattorizzazione LU di una matrice, il metodo di eliminazione di Gauss, strategie di pivoting, algoritmo di Cholesky. Metodi iterativi: Metodo di Jacobi, Gauss-Seidel, SOR. Matrici malcondizionate.
- Equazioni e sistemi non lineari. Metodo di bisezione, metodo di Newton, metodo delle corde, metodo di regula falsi.
- Equazioni differenziali ordinarie: Metodi ad un passo e più passi: metodo di Eulero, Runge-Kutta e Adams. Equazioni stiff.

**Testi / Bibliografia**

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito <http://www.ciram.unibo.it/~sgallari> alla voce teaching.

G.Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico. Ed. CLUT, 1998.

A. Quarteroni, A., F. Saleri, F., Introduzione al Calcolo Scientifico Esercizi e problemi risolti con MATLAB. Springer Verlag, 2002.

**Metodi didattici**

Saranno svolti esercizi e progetti in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste nella realizzazione e discussione di un progetto di laboratorio.

Al termine del corso verrà effettuata una prova di laboratorio sostitutiva del progetto.

**Strumenti a supporto della didattica**

Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante in cui si utilizzerà il software MATLAB.

**17974 - CAMPI ELETTROMAGNETICI L-A**

<b>Docente:</b>	RIZZOLI VITTORIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Sviluppo di una solida comprensione di carattere scientifico-metodologico della propagazione elettromagnetica guidata. Conoscenza delle caratteristiche dei principali mezzi trasmissivi e del loro impiego nei sistemi di telecomunicazione e nei circuiti integrati operanti a frequenze elevate (da alcune centinaia di mhz). Capacità di risoluzione di problemi di analisi e progetto di circuiti e sottosistemi a costanti distribuite. Il corso ha carattere di base e impartisce conoscenze che troveranno prevalente applicazione nei successivi corsi di elettromagnetismo applicato del corso di laurea triennale e del corso di laurea specialistica in ingegneria delle telecomunicazioni.

**Programma / Contenuti**

Le strutture cilindriche come modello dei mezzi trasmissivi. Concetto di modo e completezza degli insiemi di modi. Discretizzazione degli insiemi di modi nelle strutture chiuse; effetto di taglio. Modi radianti e irraggiamento nelle strutture aperte. Ortogonalità dei modi ed eccitazione dei mezzi trasmissivi; discontinuità. Modi ibridi guidati nelle strutture non omogenee chiuse e aperte. Guide con conduttori imperfetti e analisi perturbativa delle perdite. Applicazioni: linee di trasmissione, guide d'onda metalliche, fibre ottiche. Distorsione dei segnali nella trasmissione su portante fisico. Condizioni di non distorsione. Velocità di gruppo. Applicazione alle linee di trasmissione con perdite. Mezzi trasmissivi limitati per distorsione e per attenuazione. Distorsione per propagazione multimodale. Linee di trasmissione multifilari in dielettrico omogeneo e non omogeneo. Modi TEM e quasi-TEM e loro descrizione circuitale. Calcolo dei parametri circuitali primari. Equazioni dei telegrafisti e circuito equivalente. Linee di trasmissione adattate e impedenza caratteristica. Ortogonalità dei modi ed eccitazione dei sistemi multifilari. Linee simmetriche a due conduttori più massa: modi pari e dispari. Scambio di potenza tra i conduttori del sistema. Definizione elettromagnetica di rete elettrica multiporta. Porte fisiche ed elettriche, relazioni tra porte elettriche e modi delle guide afferenti. Matrice di diffusione e sue proprietà. Interconnessione di reti multiporta, livello di impedenza di un sistema. Reti TEM, giustificazione rigorosa della teoria circuitale nell'ambito della teoria elettromagnetica e studio delle sue limitazioni. Matrici impedenza e ammettenza di reti TEM multiporta. Teoremi di Thévenin e di Norton. Casi del due-porte (quadripolo) e del monoporta (bipolo). Adattatori di impedenza senza perdite e loro realizzazione in forma integrata (MIC/MMIC).

**Testi / Bibliografia**

VITTORIO RIZZOLI E ALESSANDRO LIPPARINI, 'PROPAGAZIONE ELETTROMAGNETICA GUIDATA', ESCULAPIO-PROGETTO LEONARDO, 2002. PAOLO BASSI, GAETANO BELLANCA E GIOVANNI TARTARINI, 'PROPAGAZIONE OTTICA LIBERA E GUIDATA', CLUEB, 1999. ROBERT E. COLLIN, 'FIELD THEORY OF GUIDED WAVES', IEEE PRESS, 1991.

**Metodi didattici**

Nelle lezioni vengono sviluppati in prevalenza gli aspetti generali e le metodologie di studio dei mezzi trasmissivi e dei loro impieghi nella tecnica. Le esercitazioni sono dedicate all'analisi di specifici mezzi trasmissivi (linee di trasmissione, guide d'onda, fibre ottiche) e alla risoluzione di esercizi sulla propagazione guidata.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Colloquio orientato ad appurare la comprensione da parte dello studente delle metodologie di analisi e delle proprietà specifiche dei principali mezzi trasmissivi. Risoluzione di esercizi sulla propagazione elettromagnetica guidata.

**Strumenti a supporto della didattica**

SONO DISPONIBILI DISPENSE IN CUI E' SVILUPPATA IN DETTAGLIO LA MATERIA SVOLTA NEL CORSO. DURANTE LE LEZIONI SI FA USO DI DIAPOSITIVE PER SOLLEVARE PARZIALMENTE GLI STUDENTI DALLA NECESSITA' DI PRENDERE APPUNTI, SOPRATTUTTO PER QUANTO RIGUARDA GLI ASPETTI MATEMATICI DELLA TRATTAZIONE. COPIE DELLE DIAPOSITIVE PROIETTATE DURANTE LE LEZIONI SONO DISPONIBILI VIA INTERNET.

**23872 - CAMPIONAMENTI E MISURE NEGLI ACQUIFERI L**

<b>Docente:</b>	BORTOLOTTI VILLIAM
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di sviluppare una solida comprensione di carattere matematico, scientifico e metodologico dei fenomeni - talora piuttosto complessi - che regolano il movimento dei fluidi nei mezzi porosi, con particolare riferimento al moto dei fluidi nei terreni insaturi, nelle falde freatiche e nelle falde artesiane. Il corso è completato con lo studio delle tecniche di campionamento dei mezzi porosi e dei fluidi del sottosuolo, e con l'analisi delle tecniche di laboratorio per la misura sperimentale delle principali caratteristiche petrofisiche dei mezzi porosi stessi.

**Programma / Contenuti**

Introduzione allo studio degli acquiferi e dei mezzi porosi del sottosuolo. Misure e trattazione dei dati sperimentali. Unità di misura. Meccanica dei fluidi del sottosuolo. Caratteristiche petrofisiche: saturazione, porosità, permeabilità, permeabilità relativa, bagnabilità, pressione capillare. Analisi granulometriche e studio delle curve di distribuzione granulometrica. Misura in laboratorio delle caratteristiche petrofisiche dei mezzi porosi. Caratterizzazione degli acquiferi. Studio delle leggi del moto nelle falde freatiche e artesiane: equazioni generali del moto. Cenni al moto dei fluidi nell'insaturo e negli ammassi rocciosi fratturati. Studio del trasporto degli inquinanti solubili negli acquiferi. Generalità sui sondaggi meccanici: studio dei principali metodi di perforazione. Realizzazione di pozzi per acqua e di piezometri. Completamento e sviluppo di pozzi e piezometri di monitoraggio. Strategie di campionamento di acque sotterranee, rocce e suoli. Ottimizzazione dell'ubicazione dei punti d'indagine. Campionatori per il prelievo delle rocce, dei terreni e delle acque sotterranee. Modalità di prelievo, conservazione e trasporto dei campioni. Misure in pozzo: prove di pozzo, log geofisici, soil gas survey attivi e passivi, prove infiltrometriche in sito.

**Testi / Bibliografia**

- Beretta, G.P. (1994). "Linee guida per l'esecuzione di indagini e di prospezioni idrogeologiche per il monitoraggio delle acque sotterranee, Bologna, Pitagora.

- Cerbini, G. (2001). "Monitoraggio e campionamento delle acque sotterranee", Segrate, Geo-Graph.
- Driscoll, F.G. (1986). "Groundwater and wells", St. Paul (Minnesota), Johnston div.
- Fetter, C.W. (1980). "Applied hydrogeology", Columbus, Merrill.
- Castany, G. (1985). "Idrogeologia: principi e metodi", Flaccovio, Palermo.
- Chierici, G. (1994). "Idraulica delle acque di falda", Flaccovio, Palermo.
- Macini, P., Mesini, E. (1998). "Alla ricerca dell'energia: metodi di valutazione delle georisorse fluide", Bologna, CLUEB.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula, esercitazioni di laboratorio in gruppo. Attività seminariali svolte da esperti dell'industria.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale (orale).

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori.

## 58126 - CARTOGRAFIA NUMERICA E SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI I

<b>Docente:</b>	BARBARELLA MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Programma / Contenuti

**Programma Preventivo** AA 2007-2008

#### Infrastruttura geometrica della cartografia

Sistemi Geodetici e Cartografici Nazionali: *Roma 40, ED50, WGS84, Cartografici Gauss-Boaga, UTM\_ED50, UTM\_WGS84.*

**Rappresentazione Cartografica.** *Generalità sul problema della rappresentazione. Moduli di deformazione. Approccio analitico alla rappresentazione cartografica.*

Formulazione analitica delle leggi delle rappresentazioni usate in Italia. Rappresentazione di Cassini Soldner. Cartografia Catastale e sua numerizzazione. Rappresentazioni Flamsteed. *Rappresentazione di Gauss* e di Gauss-Boaga. Coordinate contratte ed espressioni dei moduli

#### Cartografia Italiana.

**Cartografia IGM** Il Sistema Cartografico Nazionale: *impianto, vecchia e nuova serie cartografica.* Taglio cartografico. *Sistema internazionale UTM(ED50).* Il nuovo Sistema UTM(WGS84). Cartografia Serie 25V, 25, 50, 25DB.

**Cartografia Regionale:** Cartografia tecnica (1:10000, 1:5000), taglio, contenuti. Prodotti disponibili in forma grafica e digitale. Cartografie a grande scala (1:2000, 1:1000, 1:500).

*Letture delle coordinate presenti negli elementi cartografici* alle varie scale. Prodotti grafici, vettoriali e digitali dell'IGM e dalla Regione Emilia Romagna.

Enti Cartografici di Stato Funzione di coordinamento dell'Intesa Stato Regioni.

#### Cartografia Numerica

**Informatizzazione della cartografia.** Rappresentazione dati in forma digitale: modalità raster e vettoriale e alcuni formati di scambio. Tavoli Digitalizzatori. Scanner.

Discretizzazione e scannerizzazione di cartografia esistente. Processo di georeferenziazione. Modelli principali di trasformazione e metodo di stima di parametri. Formati georeferenziati.

**Caratteristiche generali della cartografia numerica.** Concetto di scala nominale. Contenuto metrico. Contenuto informativo. Repertorio dei segni convenzionali. Codifica Produzione, Gestione e aggiornamento. **Fotogrammetria Analitica**

Cenni sul metodo fotogrammetrico. Fotogramma e camera metrica. Ricostruzione della proiettività e del modello. Approccio analitico. Certificato di calibrazione. Orientamento interno, esterno, relativo e assoluto. Ricostruzione dei parametri di orientamento e restituzione.

**Processo di produzione di Cartografia Numerica** a grande scala. Uso della fotogrammetria aerea nella produzione di cartografia moderna. Processo di Produzione. Capitolati d'Appalto prescrizioni Amministrative, Tecniche e di Collaudo. Controllo di qualità ed operazioni di collaudo delle fasi della produzione: volo, inquadramento, T.A, restituzione, ricognizione, editing. Sistemi di codifica, congruenze, vestizione, file di trasferimento.

**Immagini satellitari** ad alta risoluzione e loro processamento

Principi fisici del telerilevamento. Immagini digitali, orbite, parametri di acquisizione delle immagini, sistemi di acquisizione. Distorsioni radiometriche e geometriche delle immagini, modelli di correzione (parametrici, non parametrici). Principali sistemi satellitari ad alta risoluzione, applicazioni dell'alta risoluzione. *Rappresentazione del terreno in forma discreta: DTM. Uso del DTM per le correzioni metriche delle immagini.*

**Basi di dati topografici e Sistemi Informativi Territoriali**

Generalità sui database, progettazione concettuale, progettazione logica, modello gerarchico, modello reticolare, introduzione al modello relazionale. Relazioni, forme normali. Regole di integrità, progettazione fisica, SQL. Software Access.

Sistemi informativi Territoriali. Caratteristiche generali. Modello. Funzionalità. Componente geometrica e banca dati alfanumerici. Gestione dei dati cartografici tramite GIS

**Esercitazioni:**

Letture delle coordinate su cartografie alle varie scale.

Esempi di cartografie numeriche e software per la loro gestione.

Esercitazione al computer: realizzazione di un DB Access

Esercitazione al computer: utilizzo di un Software GIS a larga diffusione, vettorializzazione di elementi geometrici su immagini e creazione di Layers.

## Testi / Bibliografia

**Appunti del corso.** Coprono praticamente il contenuto del corso

**Testi di consultazione:**

SELVINI-GUZZETTI, Cartografia generale Tematica e Numerica, UTET

BORROUGHS Geographic Information Systems

MIGLIACCIO Cartografia Tematica e Automatica. Libreria Clup, Milano

FOLLONI Principi di Topografia. Patron, Bologna.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

## 58126 - CARTOGRAFIA NUMERICA E SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI L

<b>Docente:</b>	BITELLI GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone in primo luogo di fornire le conoscenze di base relativamente alla realizzazione ed all'utilizzo di database geografici all'interno di sistemi informativi territoriali (SIT), con particolare enfasi verso le caratteristiche e la qualità dei dati di diversa provenienza. Vengono discussi, anche con esercitazioni pratiche, i principali temi relativi alla produzione ed elaborazione di cartografia numerica ed alle funzionalità proprie dei sistemi GIS, con specifico interesse verso applicazioni legate all'ingegneria civile ed alla gestione del territorio.

### Programma / Contenuti

Il problema della georeferenziazione dei dati. Le reti di riferimento in Italia. Richiami sui sistemi geodetici e cartografici in uso e sulle trasformazioni tra di essi.

Modelli e strutture dei dati per i database geografici: vettoriale, raster, ibrido. Analisi degli aspetti distintivi e dei formati in uso.

Caratteristiche e modalità di acquisizione della cartografia numerica:

- la digitalizzazione manuale e quella automatica o semiautomatica mediante scansione; il problema della georeferenziazione dei dati raster;
- la fotogrammetria aerea, esame di specifiche e capitolati per cartografie a scala nominale diversa. L'uso dell'ortofoto come base metrica alternativa alla cartografia vettoriale;
- i dati topografici classici e GPS;
- il telerilevamento da satellite, generalità e cenni sulla classificazione di immagini multispettrali; le immagini satellitari ad altissima risoluzione;
- i modelli digitali del terreno (DTM): tecniche di interpolazione, elaborazione, prodotti derivati ed applicazioni in campo ambientale.

Rassegna dei principali prodotti di cartografia numerica disponibili sul territorio nazionale, ambiti applicativi e modalità di acquisizione.

I database: aspetti principali delle strutture relazionali applicate nelle banche dati territoriali.

Breve rassegna di prodotti GIS in commercio, funzionalità e modalità operative. Algoritmi e tecniche di elaborazione dei dati geografici all'interno di un GIS. Tecniche di analisi spaziale in ambiente raster e/o vettoriale per applicazioni diverse (allocazione di risorse, gestione di reti stradali o tecnologiche, ecc.).

Problematiche di standardizzazione e di interscambio dei dati.

Dalla progettazione alla organizzazione del Sistema Informativo Territoriale in un Ente pubblico; sviluppo di procedure specialistiche.

### Testi / Bibliografia

- materiale fornito dal docente
- Cambursano C.: *Cartografia Numerica*. Ed. Progetto Leonardo, Bologna, 1997
- Selvini A., Guzzetti F.: *Cartografia generale, tematica e numerica*, UTET, Milano, 1999
- Fondelli M.: *Cartografia numerica I*, Pitagora Ed., 2000
- Burrough P.A. & McDonnell R.A.: *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press, 1998

- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W.: Geographical Information Systems: principles, techniques management and applications. Ed. John Wiley & Sons, New York, 1999
- Laurini R. & Thompson D.: Fundamentals of Spatial Information Systems, Academic Press, 1992

**Metodi didattici**

Alle lezioni teoriche si affiancano esercitazioni al computer con programmi software di tipo specialistico.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiale vario fornito dal docente, sia in forma cartacea che digitale (software di pubblico dominio, dati campione, ecc.). Ricerche tramite Web.

**41470 - CARTOGRAFIA NUMERICA, SIT E CATASTO L**

<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Mutuato da:</b>	58126 - CARTOGRAFIA NUMERICA E SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI L (vedi p. 280)

**17444 - CARTOGRAFIA TEMATICA E AUTOMATICA L**

<b>Docente:</b>	VITTOARI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	5

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze necessarie per:

- Utilizzare correttamente i sistemi di riferimento geografici utilizzati in cartografia
- Comprendere le basi analitiche delle principali rappresentazioni cartografiche
- Realizzare ed utilizzare elaborati cartografici cartacei, vettoriali e digitali alle diverse scale
- Comprendere le funzionalità e le modalità operative dei sistemi GIS

Alcune lezioni monografiche introducono lo studente ad applicazioni pratiche degli argomenti trattati.

**Programma / Contenuti**

La georeferenziazione dei dati: introduzione ai sistemi di riferimento geodetici Roma '40, ED50, WGS84.

Generalità sul problema della rappresentazione cartografica e introduzione analitica alle rappresentazioni cartografiche maggiormente utilizzate in Italia in ambito tecnico.

Moduli di deformazione e introduzione analitica alle leggi delle rappresentazioni, coefficiente di contrazione K e uso dei paralleli standard nelle rappresentazioni coniche e stereografica polare Rappresentazioni: conica conforme di Lambert, Cassini Soldner, Gauss, Gauss-Boaga, UTM(ED50), UTM(WGS84).

Produzione cartografica IGM (vecchia e nuova serie), con approfondimento delle serie 50, 25V, 25, 25DB.

Cartografia tecnica regionale (1:10000, 1:5000), definizione dei reticoli geografici e cartografici adottati.

Rappresentazione dei dati in forma digitale: formato raster e vettoriale. Georeferenziazione di immagini.

Vettorializzazione manuale, automatica e semiautomatica di immagini raster.

Caratteristiche generali della cartografia numerica, struttura relazionale del database, congruenza geometrica-semantica, topologia e introduzione ad alcune tecniche di generalizzazione cartografica.

Introduzione alle funzionalità e modalità operative dei sistemi GIS

**Testi / Bibliografia**

Federica Migliaccio: Cartografia Tematica e Automatica, Libreria Clup, Milano, 2001.

Selvini A., Guzzetti F.: Cartografia generale, tematica e numerica, UTET, Milano, 1999.

### Metodi didattici

Alle lezioni teoriche si affiancano esercitazioni pratiche di lettura della cartografia tradizionale e di produzione mediante software specialistico di elaborati cartografici da parte degli studenti.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale

### Strumenti a supporto della didattica

Materiale didattico fornito dal docente, software cartografico didattico di pubblico dominio.

## 58127 - CATASTO L

<b>Docente:</b>	BRIOLI ROBERTO MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso è finalizzato a fornire le abilità e le competenze necessarie ad operare direttamente sul data base catastale come tecnico "esterno" (libero professionista o dipendente di pubblica amministrazione) e ad utilizzare i dati catastali per l'ingegneria civile e per la gestione del territorio. Vengono trattati i principali elaborati di competenza dei liberi professionisti (Pregeo, Docfa) anche con esercitazioni pratiche e con visite agli uffici dell'Agenzia del Territorio.

### Programma / Contenuti

**Introduzione** : Storia dei catasti dall'antichità ad oggi; la necessità di un catasto efficiente ed efficace.

**Il Catasto Italiano** : Istituzione del catasto italiano. Principali contenuti tecnici e amministrativi del catasto. Il futuro del catasto italiano. L'obbligo del catasto per aderire all'Unione Europea. Confronti con alcuni catasti esteri: catasti "legali" e catasti "fiscali".

**Il Nuovo Catasto Terreni** : Atti del catasto terreni. La formazione, l'attivazione, la conservazione.

**Topografia catastale** : La topografia per la formazione e l'aggiornamento del Catasto. L'istituzione dei punti fiduciali.

**Cartografia catastale** : Richiami di cartografia con particolare riguardo alle problematiche della cartografia catastale. I diversi sistemi di riferimento e le diverse origini: sistema Cassini-Soldner e sistema Gauss-Boaga. Mappe a perimetro aperto e a perimetro chiuso. Problemi di georeferenziazione e trasformazione tra carte.

**Automazione del Catasto Terreni** : Nascita dell'automazione del Catasto. Normativa di riferimento: i formati di dati catastali. I sistemi di interscambio dei dati catastali.

**Il Nuovo Catasto Edilizio Urbano (cenni) ed il Catasto Fabbricati** : Atti del catasto urbano. La formazione, l'attivazione, la conservazione. Il passaggio dal Nuovo Catasto Edilizio Urbano al Catasto dei Fabbricati. Il collegamento con il Catasto terreni.

**I problemi del catasto** : Gli errori più frequenti: come riconoscerli e come correggerli. Le superfici catastali e la superficie reale.

**Le operazioni di aggiornamento d'ufficio** : Aggiornamento amministrativo censuario e aggiornamento topografico. Verifiche ordinarie e verifiche straordinarie. Le "revisioni" (DPR 138/1998).

**Le operazioni di competenza dei tecnici esterni**: Visure, Volture, Variazioni, Tipi di frazionamento, Tipi parcellari, Segnalazioni e correzioni d'errori, Il programma PREGEO (ultime versioni disponibili) - Il programma DOCFA (ultime versioni disponibili).

**Altri utilizzi del Catasto:** consulenze giudiziarie, ricerche storiche, ricerche urbanistiche, ripristino di confini, ...

#### Esercitazioni

**Esercizi di cartografia:** Rappresentazioni cartografiche catastali – Trasformazioni tra sistemi di coordinate – problemi nel trasferimento dei dati dal rilievo sul terreno al data base catastale

**Esercizi di topografia catastale:** i rilievi per i frazionamenti - utilizzo dei punti fiduciali.

**Esercitazioni:** redazione di un tipo mappale con frazionamento, con utilizzo di PREGEO, ed accatastamento urbano con utilizzo di DOCCA.

**Visita ad un ufficio del catasto:** le visure, le certificazioni, accettazione ed approvazione di un tipo di frazionamento

#### Testi / Bibliografia

**Materiale fornito dal docente:** dispense del corso scaricabili dal sito

**Agenzia del Territorio, sito ufficiale** – <http://www.agenziaterritorio.it>

Tani P.D. (2002) – **Catasto terreni e cartografia** – Maggioli Editore

Crescentini G. (2002) – **Catasto dei fabbricati** – Maggioli Editore

#### Metodi didattici

Alle lezioni frontali si affiancano esercitazioni pratiche, con visite agli uffici dell'agenzia del territorio e con la redazione di elaborati catastali di competenza dei professionisti.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame Finale Orale

#### Strumenti a supporto della didattica

Materiale vario fornito dal docente, sia in forma cartacea che digitale (software di pubblico dominio, dispense, direttive e circolari applicative)

## 23864 - CAVE E RECUPERO AMBIENTALE L

<b>Docente:</b>	BOLDINI DANIELA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consentirà di progettare e dirigere o controllare come tecnici della Pubblica Amministrazione Centri estrattivi di minerali di seconda categoria. Saranno in grado di produrre elaborati tecnici conformi alle normative vigenti per la richiesta di autorizzazione all'attività estrattiva. Acquisiranno concetti fondamentali per poter realizzare valutazioni di impatto ambientale, recupero di siti dismessi, pianificazioni a varia scala dell'attività di cava.

#### Programma / Contenuti

L'Insegnamento è riferito alle cave per produzione di minerali industriali, di granulati, blocchi e materiali per le costruzioni ed alle cave di pietre ornamentali.

Fornisce i principi fondamentali per la progettazione, la gestione ed il controllo delle attività estrattive di minerali di seconda categoria alla luce dei principi che tutelano la sicurezza dei lavoratori ed il rispetto dell'ambiente, sottolineando, con esempi ed applicazioni pratiche, l'importanza delle procedure di pianificazione, organizzazione e gestione dei processi e delle azioni elementari e la fattibilità economica, che è analizzata sulla base dei criteri economici, finanziari e di mercato.

Sono esaminati in dettaglio i metodi estrattivi e le tecniche di abbattimento, di movimentazione e di trasporto del minerale abbattuto, ed i metodi di valutazione della stabilità degli scavi minerali.

Con riferimento alla tutela del paesaggio e dell'ambiente ed all'inserimento armonico dell'attività estrattiva nell'assetto territoriale, l'insegnamento tratta gli aspetti relativi alla pianificazione delle attività estrattive ed i processi di valutazione ambientale e di ripristino delle cave esaurite.

Nel dettaglio il programma si sviluppa con lezioni ed esercitazioni sui seguenti temi principali:

- 1) Definizione e caratterizzazione dei giacimenti di minerali di seconda categoria e di rocce ornamentali; richiami sugli aspetti normativi e legislativi che regolano l'attività estrattiva: richiami sugli aspetti economici, finanziari e sulle caratteristiche del mercato; richiami sulla caratterizzazione geomeccanica e strutturale del giacimento;
- 2) Caratterizzazione dei prodotti oggetto di estrazione; normazione della qualità dei materiali;
- 3) Fattori tecnici che condizionano l'attività di scavo;
- 4) Metodi di coltivazione. Progetto di coltivazione alla luce dei principi di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori e del rispetto degli aspetti e delle componenti ambientali. Disegno dello scavo. Articolazione funzionale degli spazi operativi. Impianti e servizi. Recupero delle aree dismesse e gestione degli sterili a sfaldi di lavorazione.
- 5) Criteri di scelta progettuali per l'abbattimento con esplosivo. Taglio al monte nelle cave di roccia ornamentale (pre - splitting). Abbattimento per prodotti informi. Profilature ed abbattimenti in prossimità di edifici e strutture da salvaguardare. Macchine e sistemi di perforazione.
- 6) Tecniche di produzione con scavo meccanizzato.
- 7) Taglio con filo diamantato, con segatrice a catena dentata, con cinghia diamantata, con dischi. Taglio con disgregazione termica. Prospettive di applicazione di tecnologie innovative. Fondamenti sperimentali e risultati industriali nel taglio con tecniche innovative.
- 8) Movimentazione dei blocchi.
- 9) Processi di trattamento delle rocce ornamentali. Tecniche di taglio in lastre. Operazioni di finitura e trattamento delle superfici. Lavorazioni speciali. Criteri di scelta e problemi gestionali.
- 10) Bacini di contenimento degli sterili.
- 11) Procedure di valutazione dell'impatto ambientale.
- 12) Principi di pianificazione dell'attività estrattiva.
- 13) Metodi di ricomposizione ambientale.

### Testi / Bibliografia

- Hustrulid, W. & M. Kuchta. 1995. *Open pit mine planning and design*. Rotterdam: A.A. Balkema
- Benito Soria, A. & C. Lopez Jimeno. 1996. *Manual de Rocas Ornamentales*. Madrid: Entorno
- Per-Anders Persson & R. Holmberg J. Lee. 1994. *Rock blasting and explosives engineering*. CRC Press
- Articoli tecnici e scientifici specialistici
- Appunti redatti dal docente.

### Metodi didattici

Durante le esercitazioni gli studenti vengono coinvolti nella risoluzione delle problematiche proposte che vertono sull'analisi dei temi sviluppati a lezione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in un colloquio nel quale viene valutata la preparazione dello studente anche attraverso la presentazione del lavoro svolto durante il tirocinio pratico e/o di un progetto sviluppato dallo studente individualmente.

Tesi di laurea: Sono prevalentemente a carattere applicativo.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi per lavagna luminosa, power point, VHS

## 44610 - CENTRALI ELETTRICHE LS

<b>Docente:</b>	BORGHETTI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica 0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

- Il corso si propone di approfondire i seguenti temi utili per il progetto e l'esercizio delle centrali elettriche:
- il comportamento dinamico delle centrali elettriche con particolare riguardo ai transistori che maggiormente influenzano il funzionamento dell'intero sistema elettrico;
  - la connessione delle centrali alla rete e l'impianto elettrico di centrale.

**Programma / Contenuti****Connessione delle centrali alla rete di trasmissione e codice di rete**

Schemi d'inserimento. Separazione funzionale fra rete e centrale. Prestazioni richieste alle centrali per la connessione.

**Modelli dinamici e regolazioni delle centrali**

Transitori degli alternatori. Eccitatrici e regolazione della tensione. Transitori negli impianti idroelettrici (funzione di trasferimento fra apertura del distributore e potenza meccanica della turbina, regolatori di velocità, fenomeni propagatori nelle condotte forzate, transistori nelle gallerie e pozzi piezometrici). Transitori nei gruppi termoelettrici a vapore (Modelli dinamici di turbina, sistemi di controllo della velocità, fenomeni dinamici nei generatori di vapore e struttura del sistema di controllo). Comportamento dinamico di gruppi turbogas. Esempio di modello dinamico di un gruppo combinato gas-vapore

**Circuiti elettrici delle centrali**

Montante di macchina. Schemi tipici degli impianti elettrici dei servizi ausiliari. Sequenza delle manovre in fase d'avviamento ed arresto. Trasferimento dei servizi fra due alimentazioni disponibili. Alimentazione dei servizi d'emergenza. Protezioni dei circuiti elettrici principali e dei circuiti elettrici secondari. Protezioni degli alternatori.

**Testi / Bibliografia**

Gli appunti sono a disposizione degli studenti del corso nel sito <http://www.lisep.ing.unibo.it>. Gli appunti contengono i riferimenti per l'approfondimento dei singoli argomenti. Si indica qui anche una lista di alcuni testi.

- D. Zanobetti, Centrali e generatori elettrici, Patron, Bologna, 1952
- C. Genesio, E. Volta, Produzione dell'energia elettrica, Patron, Bologna, 1954
- M. Mainardis, Centrali elettriche, Hoepli, Milano, 1957
- R. Rova, Centrali elettriche, Cleup, Padova, 1978
- C. Zanchi, Centrali elettriche, Masson, Milano, 1979
- F. Gagliardi, V. Mangoni, Produzione della energia elettrica, L'ateneo, Napoli, 1984
- G. Evangelisti, Impianti idroelettrici, Patron, Bologna, 1986
- C. Maffezzoni, Controllo dei generatori di vapore e dinamica dei generatori di vapore, Masson, Milano, 1990
- British electricity international, Modern power station practice, Pergamon press, 1993
- P. Kundur, Power system stability and control, McGraw-Hill, 1994

- A.J. Wood, B. Wolleberg, Power generation, operation, and control, John Wiley & Sons, 1996
- G. Corbellini, Impianti elettrici - parte 3: centrali elettriche di produzione e regolazioni primarie di rete, La goliardica pavese, Pavia, 1998
- V. Mangoni, M. Russo, Impianti di produzione dell'energia elettrica, Edizioni dell'ateneo di Cassino, 2004

#### Metodi didattici

Il corso comprende lezioni, esercitazioni in aula ed al computer.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale.

## 29910 - CHIMICA APPLICATA T

<b>Docente:</b>	TIMELLINI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza delle proprietà e delle prestazioni dei materiali da costruzione, al fine di giungere, in fase di progettazione, alla scelta più adatta ai diversi impieghi.

#### Programma / Contenuti

##### 1. Introduzione al corso

Classificazione dei materiali. Proprietà generali. Introduzione alla scienza dei materiali. Microstruttura e proprietà fisico-meccaniche.

##### 2. I materiali ceramici

Classificazione generale. I ceramici industriali (in particolare, per edilizia): materie prime, ciclo di fabbricazione, proprietà. Cenni sulle ceramiche tecniche avanzate. Materiali ceramici e ambiente

##### 3. Cementi e calcestruzzo

Tipi di cemento. Presa ed indurimento. Composizione, produzione, proprietà e applicazioni del calcestruzzo.

##### 4. I metalli

Gli acciai: microstruttura e proprietà. Classificazione e normativa

##### 5. La combustione ed i combustibili

I combustibili fossili nel quadro generale della produzione di energia. Chimica-fisica della combustione. Inquinamento ambientale dai processi di combustione. Combustibili per autotrazione

##### 6. Le acque

Caratterizzazione chimico-fisica. Acque naturali ed acque industriali di scarico. Requisiti qualitativi per le acque per diversi usi e per le acque di scarico. I trattamenti e la depurazione delle acque. I fanghi di risulta dai processi di depurazione.

#### Testi / Bibliografia

W.F.Smith - Scienza e Tecnologia dei Materiali, 2ª Ed - McGraw-Hill It., Milano, 2004

L.Bertolini - Materiali da costruzione. Vol. I: Struttura, proprietà e tecnologia di produzione. Ed. Città Studi, 2006

G.Rinaldi - Materiali e chimica applicata - Ed. Siderea, 1996

#### Metodi didattici

Lezioni frontali

Esercitazioni: analisi e valutazioni comparative di specifiche tecniche di materiali. Calcoli.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in un'unica prova scritta: "Chimica e Chimica Applicata T.C.I."

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense delle lezioni.

**58130 - CHIMICA DEGLI ALIMENTI L**

<b>Docente:</b>	DI GIOIA DIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di chimica, biochimica e biotecnologia dei principali prodotti alimentari.

**Programma / Contenuti**

Generalità sugli alimenti e sui principi nutritivi: proteine, lipidi, carboidrati e vitamine.

Il latte e i suoi derivati: composizione chimica del latte, la microflora del latte, i microrganismi di interesse nell'industria lattiero-casearia, la produzione di formaggi, la produzione di yogurt.

Le bevande alcoliche: composizione chimica del mosto e del vino, la microflora del vino, impiego di colture selezionate nel processo di vinificazione, composizione chimica della birra e suo processo di produzione.

I prodotti della panificazione: composizione chimica del frumento, le farine, il processo di panificazione e ruolo dei microrganismi nello stesso.

I grassi alimentari: principali trigliceridi presenti negli alimenti, composizione chimica del burro e suo processo di produzione, composizione chimica dell'olio di oliva e suo processo di produzione.

I salumi: generalità con particolari riferimenti agli insaccati fermentati.

Probiotici e prebiotici.

La crescita microbica negli alimenti: l'origine dei microrganismi e la loro moltiplicazione negli alimenti.

Principali gruppi microbici presenti negli alimenti. Agenti e meccanismi di deterioramento degli alimenti.

La conservazione degli alimenti: inibizione dello sviluppo microbico mediante refrigerazione, congelamento e disidratazione. L'eliminazione dei microrganismi dagli alimenti mediante calore e trattamenti chimici. La fermentazione come trattamento di conservazione degli alimenti.

Intossicazioni e tossinfezioni alimentari. Principali microrganismi coinvolti in questi processi: *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter*. Le malattie da prioni.

**Testi / Bibliografia**

Cabras P., Martelli A. (2004) *Chimica degli alimenti* Piccin Nuova Libreria SpA, Padova

Coultate T.P. (2004) *La chimica degli alimenti* Zanichelli, Bologna

Cappelli P., Vannucchi V (2005) *Chimica degli alimenti: conservazione e trasformazioni*. Zanichelli,

Bologna Galli Volonterio A. (2005) *Microbiologia degli alimenti*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

**Metodi didattici**

Lezione frontale

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Copia del materiale didattico proiettato a lezione

## 45224 - CHIMICA DEI PROCESSI DI COMBUSTIONE LS

<b>Docente:</b>	MUNARI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire la conoscenza degli aspetti termodinamici e cinetici delle reazioni chimiche che avvengono nelle macchine a combustione interna e nei dispositivi di produzione dell'energia. Ciò nell'ottica di un'ottimizzazione delle condizioni, tenendo conto anche dell'emissione di inquinanti nell'atmosfera

**Programma / Contenuti****Richiami di Chimica di base.**

Richiami sulle configurazioni elettroniche dei principali elementi della Tavola Periodica e sulle loro proprietà. Richiami sulle principali caratteristiche dei diversi tipi di legame chimico. Spettri di assorbimento di atomi e molecole.

**Termodinamica Chimica.**

Richiami di termochimica: entalpie standard di reazione, di formazione e di combustione. Richiami al secondo principio della termodinamica. Le condizioni per la trasformazione spontanea di un sistema non isolato in condizioni di pressione e temperatura costanti: l'energia libera di Gibbs. Considerazioni sulla spontaneità dei diversi tipi di reazioni. Spontaneità delle reazioni di ossidazione: il diagramma di Ellingham e suo utilizzo. L'equilibrio chimico da un punto di vista termodinamico; espressioni della costante di equilibrio per i sistemi ideali e per quelli non ideali. Reazioni eterogenee. Richiami sull'effetto di temperatura e pressione sull'equilibrio chimico in fase gas. La f.e.m. di una pila e derivazione dell'equazione di Nernst per via termodinamica.

**Cinetica Chimica.**

Richiami sui fondamenti della cinetica chimica. Meccanismi di reazione semplici e complessi. Molecolarità delle reazioni semplici ed ordine di reazione; il caso delle reazioni monomolecolari. Cinetica di alcuni tipi di reazioni complesse: reazioni parallele, convergenti, consecutive. L'approssimazione dello stato stazionario. Reazioni reversibili. Cinetica delle reazioni a catena ed a catena ramificata. L'ipotesi dell'equilibrio parziale. Effetto della temperatura sulla velocità di reazione: la teoria delle collisioni molecolari e l'equazione di Arrhenius; il complesso attivato ed il fattore sterico. Altre espressioni  $k(T)$ . Proprietà generali dei catalizzatori; catalisi omogenea e catalisi eterogenea. Catalisi eterogenea (gas-solido): cinetica dell'adsorbimento con (oppure senza) dissociazione delle molecole dei reagenti.

**Combustione**

Generalità sulle reazioni di combustione: combustibili e comburenti; il fenomeno dell'autoaccensione. Potere calorifico superiore ed inferiore. Temperatura adiabatica di fiamma e suo calcolo nelle diverse condizioni. Le reazioni a catena ramificata e le condizioni di esplosività. Limiti di esplosione e meccanismi di combustione dell'idrogeno, del monossido di carbonio, del metano, degli idrocarburi, ecc. La formazione di ossidi di azoto nella combustione: il meccanismo termico e quello *prompt*. L'effetto della presenza di azoto nei combustibili. Cenni sulla formazione degli ossidi e di altri composti dello zolfo. Il particolato: sua struttura e pericolosità; cenni ai meccanismi di formazione.

**Effetti della combustione sull'ambiente.**

La struttura dell'atmosfera. Il gradiente adiabatico secco nella troposfera e l'andamento di pressione e massa volumica con la quota. La stabilità e le condizioni di inversione termica. L'inquinamento a livello del suolo: lo smog fotochimico. La formazione di ozono, perossido di idrogeno, PAN ed acido nitrico. Le piogge acide e loro effetti sull'ambiente. Sistemi catalitici per la riduzione degli inquinanti: le 'marmitte catalitiche' TWC

e i nuovi sistemi catalitici. Sensori di gas: la 'sonda lambda'. Sistemi per la riduzione del particolato nei gas di scarico dei motori diesel. L'effetto serra ed il riscaldamento planetario: il diossido di carbonio e gli altri gas responsabili dell'effetto serra. Caratteristiche dei combustibili, con particolare riferimento a quelli da fonti rinnovabili: energia e combustibili da biomasse. Metano ed etanolo, biodiesel, idrogeno: vantaggi, svantaggi e prospettive. Metodi di produzione e problematiche relative allo stoccaggio dell'idrogeno.

Chimica della stratosfera: lo strato di ozono. Assorbimento di radiazioni UV da parte di ossigeno ed ozono. Meccanismi di formazione e di scomparsa di quest'ultimo nella stratosfera ed effetti termici connessi. Processi catalitici nella distruzione dell'ozono: l'effetto dei CFC e di altri inquinanti. La formazione stagionale del 'buco' dell'ozono sull'Antartide.

### Testi / Bibliografia

R.A. Michelin, A. Munari - "Fondamenti di Chimica per Ingegneria", CEDAM, IV Ed., 1998.

I. Glassman - "Combustion", Academic Press, III Ed., 1996.

S.R. Turns - "An introduction to combustion", Mc Graw-Hill, II Ed., 2000.

C. Baird - "Chimica Ambientale", Zanichelli, 1997.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale

## 44576 - CHIMICA DELL'AMBIENTE E DEI BENI CULTURALI I

<b>Docente:</b>	MARCHETTI LEONARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulla chimica dell'ambiente nelle sue diverse componenti (atmosfera, idrosfera, geosfera, biosfera, antroposfera) e lo studio dell'inquinamento e delle sue conseguenze sull'ambiente. Saranno illustrate e discusse anche le misure dell'inquinamento e si tratterà della tossicità delle sostanze chimiche e degli agenti fisici, con i principi generali della protezione sanitaria e dei vincoli che l'inquinamento ambientale pone all'uso del territorio. Sono trattati anche gli effetti dell'inquinamento sui Beni Culturali ed i metodi per la prevenzione del loro degrado.

### Programma / Contenuti

#### La Chimica dell'Ambiente

Definizioni di ambiente. La sua importanza e la necessità della sua salvaguardia: - Atmosfera - Idrosfera - Geosfera - Biosfera - Antroposfera.

I cicli naturali dei principali elementi e dell'acqua. Il bilancio termico dell'atmosfera.

L'inquinamento: definizioni, origine, effetti, valutazione qualitativa e misura quantitativa.

La visione ingegneristica e tecnologica del problema ambiente. La lotta all'inquinamento nella sua evoluzione storica. Il disinquinamento e l'importanza della tecnologia. L'etica ambientale.

Le misure dell'inquinamento da sostanze chimiche e da agenti fisici (rumore, radiazioni, Radon, ecc.): criteri generali.

Il campionamento e la sua importanza. I metodi normalizzati di analisi.

La misura dell'inquinamento negli ambienti chiusi (luoghi di lavoro, musei, ecc.), dell'aria, delle acque e dei suoli: tecniche di prelievo, metodologie analitiche e normativa.

I rifiuti: Lo smaltimento: le discariche e la distruzione dei rifiuti - La gestione dei rifiuti.

L'analisi chimica: elementare e strutturale, qualitativa e quantitativa.

I metodi dell'analisi chimica gravimetrica e volumetrica: principi, applicazioni ed esempi.

I metodi dell'analisi strumentale: Caratteristiche, vantaggi e limiti, ed esempi.

Il trattamento dei dati analitici, la valutazione dei risultati, la verifica degli standard di qualità, la definizione degli indici di qualità ambientale e delle modalità di intervento sul territorio.

La tossicità delle sostanze chimiche e degli agenti fisici per l'uomo e per l'ambiente. La classificazione della tossicità, i suoi effetti ed i fattori che la influenzano. La valutazione e la quantificazione della tossicità. Il REACH.

I principi generali della protezione sanitaria. Gli effetti dell'inquinamento atmosferico:

- L'ozono e lo strato di ozono - Lo smog fotochimica - L'effetto serra ed il Protocollo di Kyoto
- Le piogge acide - Le polveri nell'aria - La produzione di energia e le sue conseguenze.

#### La Chimica dei Beni Culturali

I materiali dei Beni Culturali e gli effetti dell'ambiente su di essi, all'aperto ed in locali chiusi.

Il degrado dei Beni Culturali provocato dall'ambiente: cause chimiche, biochimiche e fisiche.

La conservazione dei Beni Culturali e la prevenzione dei Beni Culturali dal degrado.

Il restauro dei Beni Culturali.

### Testi / Bibliografia

- S.E. Manahan - Chimica dell'ambiente - Ed. Piccin, Padova
- P.A. Vesilind, J.J. Peirce e R.F. Weiner - Ingegneria ambientale - Ed. Clueb, Bologna
- L. Bruzzi - Prevenzione e controllo dell'impatto ambientale - Ed. Clueb, Bologna
- Rapporti dell'Istituto Superiore di Sanità: Emissioni Atmosferiche - Qualità dell'aria e dei suoli:  
<http://www.iss.it/publ/rapp/index.php?lang=1&tipo=5>
- IRSA-CNR: Manuale di analisi delle acque: <http://www.irs.cnr.it/Metodi/capitoli/1040.pdf>
- L. Campanella *et al.*, - Chimica per l'Arte - Ed. Zanichelli, Bologna
- Appunti e Schemi su argomenti specifici, distribuiti o indicati a lezione.

### Metodi didattici

Il corso si svolge su 40 ore di didattica frontale. E' previsto l'uso di materiale di supporto (proiezione di slides).

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale. Le liste si trovano presso la portineria del Dipartimento DICASM. E' possibile iscriversi fino all'orario previsto per l'inizio dell'appello.

### Strumenti a supporto della didattica

E' previsto l'uso di materiale di supporto (proiezione di slides, integrazioni al programma mediante appunti e schemi).

## 18564 - CHIMICA E TECNOLOGIA DEL RESTAURO E DELLA CONSERVAZIONE DEI MATERIALI

<b>Docente:</b>	FRANZONI ELISA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire alla figura professionale dell'ingegnere edile-architetto uno strumento operativo unitario per l'impiego corretto dei materiali e delle tecnologie negli interventi di restauro e di conservazione delle costruzioni antiche.

**Programma / Contenuti**

Tecniche diagnostiche (distruttive e non distruttive) per la caratterizzazione dei materiali antichi da costruzione e dei loro prodotti di trasformazione nel tempo. Valutazione dei risultati diagnostici ai fini del restauro e della conservazione dei materiali. Casi ed esperienze. Normativa. I materiali degli edifici storici e l'ambiente. Cenni alla loro evoluzione storica e tecnologica. Classificazione e microstruttura. Inquinanti e meccanismi fisici, chimici e biologici del degrado dei materiali. Ruolo dell'umidità nei processi di degrado. Manutenzione, pulitura delle superfici e principi della conservazione dei materiali antichi nell'architettura. Casi ed esperienze. Normativa. Materiali e tecnologie per il restauro ed il consolidamento superficiale e strutturale. Valutazione della compatibilità fisica, chimica e biologica dei materiali con lo stato edilizio dei manufatti. Materiali protettivi e consolidanti. Tecnologie di applicazione e criteri di valutazione ai fini dell'intervento di restauro. Compatibilità filologica dei materiali nel restauro (anastilosi ricostruttiva razionale). Normativa. Capitolati e collaudi.

**Testi / Bibliografia**

Norme Tecniche NORMAL/UNI

G. G. AMOROSO V. FASSINA, *STONE DECAY AND CONSERVATION: ATMOSPHERIC POLLUTION CLEANING CONSOLIDATION AND PROTECTION*, ELSEVIER 1983.

C. MONTAGNI *MATERIALI PER IL RESTAURO E LA MANUTENZIONE* UTET 2000 U. MENICALI *I MATERIALI DELL'EDILIZIA STORICA*, NIS 1992.

**Metodi didattici**

Laboratorio (60 ore): sperimentazione delle procedure diagnostiche di caratterizzazione in laboratorio o in situ (completate da visite in cantieri); valutazione dei risultati; prove e controlli sui materiali per restauro; compatibilità ecologica; seminari coordinati all'interno del laboratorio progettuale con altri insegnamenti. Tirocini sugli accessi informativi alle fonti bibliografiche pertinenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame: prova orale, preceduta dallo svolgimento di un elaborato tecnico a finalità applicativa assegnato dal docente, la cui valutazione concorre alla valutazione finale. Fogli ufficiali per le liste vengono affissi all'albo del Dipartimento di Chimica applicata e Scienza dei materiali il giorno precedente a quello degli appelli.

Tesi di laurea: su tutti gli argomenti del corso con finalità applicative e pratiche, anche in collaborazione con altri docenti del CdL.

**Strumenti a supporto della didattica**

Vengono segnalate norme e letteratura a supporto delle lezioni e relativi riassunti.

**19229 - CHIMICA FISICA DEI MATERIALI SOLIDI LS-B**

<b>Docente:</b>	COLLE RENATO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso vuole fornire strumenti per lo studio quantomeccanico e la comprensione a livello microscopico delle proprietà elettroniche e di trasporto di devices costituiti da molecole o film molecolari o nanostrutture inseriti tra elettrodi metallici, anche in presenza di campi elettrici aggiuntivi. Il corso vuole essere un'introduzione a quella tematica di ricerca che va sotto il nome di Elettronica Molecolare.

**Programma / Contenuti**

- **RICHIAMI DI MECCANICA QUANTISTICA** : Postulati e principi fondamentali - Formalismo matematico - Teoria della simmetria e dei momenti angolari - Meccanica quantistica ondulatoria di sistemi atomici e molecolari - Tecniche di soluzione approssimata dell'equazione di Schroedinger.
- **ELEMENTI DI TEORIA QUANTISTICA DELLO STATO SOLIDO** : Elettroni in potenziali periodici monodimensionali - Teoria delle bande in cristalli - Esempi semplici di strutture a bande - Quantum wells, wires, dots, nanotubes - Tecniche di soluzione approssimata dell'equazione di Schroedinger - Dinamica di reticoli cristallini.
- **CAPACITANZA** : Hamiltoniano modello - Densità elettronica e matrice densità - Capacità elettrostatica e quantistica.
- **ALLARGAMENTO DEI LIVELLI** : Sistemi aperti - Densità locale degli stati - Tempo di vita - Definizione di contatto o riserva.
- **TRASPORTO COERENTE E INCOERENTE** : Flusso entrante ed uscente - Trasmissione - Esempi.

**Testi / Bibliografia**

- S.Datta, Quantum Transport. Atom to Transistors, ed. Cambridge.
- S.Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems, ed Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering.
- G.Grosso and G.Pastori Parravicini, Solid State Physics, ed. Elsevier Academic Press.
- J.J.Sakurai, Meccanica Quantistica Moderna, ed. Zanichelli.
- C.Cohen-Tannoudji, B.Diu, F.Laloe, Quantum Mechanics, ed.Wiley.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense. Si consiglia di seguire anche il corso **Solid State Physical Chemistry**.

**58133 - CHIMICA INDUSTRIALE L**

<b>Docente:</b>	STRAMIGIOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente, tramite l'analisi ragionata di alcune delle principali linee produttive dell'industria di processo, sarà portato a comprendere le ragioni impiantistiche, economiche e ambientali che hanno determinato le soluzioni realizzate. Questa capacità di analisi permetterà di definire, in altre situazioni, la successione delle operazioni da effettuare al fine di raggiungere lo scopo desiderato.

**Programma / Contenuti****Parte I**

Struttura e caratteristiche dell'industria chimica. Materie prime per l'industria chimica organica e inorganica. Carbochimica e petrolchimica. Gigantismo, integrazione, localizzazione. Chimica primaria, derivata, secondaria.

**Parte II**

1. Gas di sintesi: ossidazione parziale e reforming di idrocarburi, ossidazione del CO, eliminazione della CO<sub>2</sub> e dei composti solforati. Gassificazione di biomasse. Produzione di idrogeno.
2. Sintesi dell'ammoniaca: termodinamica della reazione, catalizzatori, reattori, separazione del prodotto e riciclo dei reagenti.
3. Acido nitrico: ossidazione dell'ammoniaca, assorbimento, concentrazione dell'acido, riduzione degli ossidi di azoto nei gas di coda.
4. Acido solforico: materie prime, arrostimento delle piriti, conversione a SO<sub>3</sub>, assorbimento, riduzione degli ossidi di zolfo nei gas di coda.
5. Acido fosforico: attacco delle fosforiti, filtrazione. Ottenimento dell'acido per ossidazione di fosforo.
6. Fertilizzanti: solfato e nitrato ammonico, urea, superfosfato, sali potassici. Fertilizzanti composti e complessi.
7. Produzione della soda Solvay (carbonato di sodio)
8. Cloro/soda: processi elettrochimici, elettrolisi del cloruro di sodio in celle a diaframma, a catodo di mercurio, a membrana.
9. Frazionamento dell'aria: colonna doppia di Linde, colonne di adsorbimento, uso di membrane. Recupero dei gas rari.

### Testi / Bibliografia

1. I. Pasquon " Chimica Industriale I", CittàStudi, Milano
2. I. Pasquon, G.F. Pregaglia " Principi della chimica industriale 5, Prodotti e processi dell'industria chimica ", CittàStudi, Milano

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno presentate e discusse le varie linee produttive. Durante le esercitazioni verranno effettuati bilanci di materia ed energia per alcune delle linee produttive

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta consistente nella determinazione di portate, temperature e flussi termici per le principali correnti e apparati di una linea produttiva. Prova orale consistente nella discussione di alcune delle linee produttive presentate durante le lezioni. La prova scritta, una volta superata, ha validità illimitata.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa

## 44812 - CHIMICA INDUSTRIALE LS

<b>Docente:</b>	MAGELLI FRANCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso è di fornire un quadro dell'industria petrolchimica e di analizzare alcuni, selezionati processi delle principali filiere. Particolare enfasi viene data agli aspetti metodologici. Lo schema di processo viene analizzato nei vari aspetti termodinamici, cinetici, di scelta degli apparati (reattori chimici e operazioni unitarie).

### Programma / Contenuti

Struttura dell'industria petrolchimica: materie prime e filiere di lavorazione; prodotti di base, intermedi, finali. Aspetti termodinamici (richiami). Cenni su catalisi omogenea ed eterogenea; caratteristiche dei catalizzatori per catalisi eterogenea; aspetti cinetici e trasporto di materia. Principali tipologie di reattori; micromiscelazione; reattori multifunzionali. Richiami ed integrazioni su processi di separazione: distillazione

azeotropica ed estrattiva, treni di colonne di distillazione per la separazione di miscele a molti componenti, distillazione con reazione chimica, estrazione liquido-liquido.

Produzione di gas di sintesi: steam reforming e ossidazione parziale di idrocarburi (richiami), ossidazione parziale di biomasse e carbone. Sintesi del metanolo (processo classico e sviluppi recenti); sintesi di formaldeide e MTBE, processi MTG, MOGD, MTO (cenni). Processo Fischer-Tropsch.

Steam cracking: produzione di alcheni e co-podotti mediante cracking termico, separazione dei prodotti. Alcune utilizzazioni dei prodotti dello steam cracking: ossido di etilene, anidride maleica, processo Wacker, produzione di acrilonitrile, etilbenzene, stirene, acido tereftalico e dimetiltereftalato.

Processi di polimerizzazione: struttura e proprietà dei polimeri (richiami), processi di polimerizzazione, mercato di resine, elastomeri, fibre. Sintesi di polietilene (LDPE, HDPE, LLDPE). Produzione di nylon 6 e 66.

## Testi / Bibliografia

- J.A. Moulijn, M. Makkie, A. van Diepen, 'Chemical Process Technology', Wiley, 2001.
- K. Weissermel, H.J. Arpe, 'Industrial Organic Chemistry', 4<sup>a</sup> ed., Verlag Chemie, Weinheim, 2003.
- I. Pasquon, G.F. Pregaglia, 'Principi della Chimica Industriale. Vol. 5: Prodotti e Processi dell'Industria Chimica'. Città Studi, 1994.

[Si tratta di testi di riferimento consigliati, utili per approfondimenti di varie parti del programma; non sono adottati ufficialmente, né seguiti in modo dettagliato].

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula, secondo l'orario ufficiale.

Gli studenti sono invitati a risolvere semplici esempi numerici in modo attivo; in aula vengono discussi gli aspetti più rilevanti e vengono corretti gli esercizi.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale è costituito da una prova orale, con lo svolgimento seduta stante di semplici esercizi.

## Strumenti a supporto della didattica

Tracce, schemi, schede e testi di esercizi da svolgere: distribuiti a lezione.

# 31012 - CHIMICA T

<b>Docente:</b>	FIORINI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Principi di base della chimica e della stechiometria; caratteristiche chimiche e strutturali della materia; aspetti energetici e cinetici delle trasformazioni chimiche.

## Programma / Contenuti

La struttura atomica, atomi e molecole; la mole ed il numero di Avogadro. Il modello nucleare dell'atomo; gli isotopi. Nuclidi stabili e radionuclidi. L'origine della radioattività.

La struttura elettronica, il sistema periodico e le proprietà periodiche.

Il legame chimico, il legame ionico e l'energia reticolare. Proprietà dei solidi ionici. Il legame covalente, legami di tipo sigma e di tipo pi-greco. Legami covalenti polari. La geometria molecolare. Molecole polari ed apolari.

Il legame metallico: proprietà principali dei solidi metallici; il modello a bande nei solidi. I legami deboli: il legame a idrogeno; interazioni di Van der Waals. Le reazioni chimiche, equazione stechiometrica e il suo

significato. Bilanciamento delle reazioni (senza e con trasferimento di elettroni). Calcoli stechiometrici e rendimento di una reazione. Nomenclatura e classi più importanti di composti inorganici.

Le soluzioni: i diversi modi di esprimere la composizione.

Termochimica: lavoro, calore, il primo principio, l'energia interna e l'entalpia. Calore specifico e calore molare.

Le equazioni termochimiche; entalpie standard di reazione, di formazione e di combustione. La legge di Hess e sue applicazioni.

L'equilibrio chimico, legge dell'azione di massa e la costante di equilibrio K. Il principio di Le Chatelier.

Equilibri ionici in soluzione, la scala del pH. Acidi e basi secondo Arrhenius e Brønsted-Lowry. Le reazioni acido-base.

Cinetica chimica: velocità di reazione e la sua espressione. Ordine parziale e totale di reazione. La costante cinetica. L'equazione di Arrhenius, la teoria delle collisioni molecolari, il complesso attivato e l'energia di attivazione. Catalisi omogenea e catalisi eterogenea

## Testi / Bibliografia

Per la parte teorica è consigliato uno dei testi seguenti:

P.W. ATKINS, L. JONES, PRINCIPI DI CHIMICA, ZANICHELLI, BOLOGNA,

R.A. MICHELIN, A. MUNARI, FONDAMENTI DI CHIMICA PER LE TECNOLOGIE, CEDAM, PADOVA,

M. SILBERBERG, CHIMICA, LA NATURA MOLECOLARE DELLA MATERIA E DELLE SUE TRASFORMAZIONI 2a ed. McGraw Hill

S. ZUMDAHL, CHIMICA, ZANICHELLI, BOLOGNA,

D. W. OXTOBY, H. P. GILLIS, N. H. NACHTRIEB - CHIMICA MODERNA, EDISES, NAPOLI

Per la parte di esercitazioni:

- si possono risolvere i problemi in fondo ai capitoli nei testi sopra indicati (ove presenti)
- nel sito del corso sono a disposizione degli studenti esercizi preparati sulla traccia di quelli svolti nelle esercitazioni in aula;

si possono infine consultare i testi:

• R.A. MICHELIN, M. MOZZON, A. MUNARI, TEST ED ESERCIZI DI CHIMICA, CEDAM, PADOVA,

• P. MANARESI, E. MARIANUCCI, PROBLEMI DI CHIMICA PER INGEGNERIA, ESCULAPIO, BOLOGNA,

[Si tratta di testi di riferimento consigliati, utili per approfondimenti di varie parti del programma; non sono adottati ufficialmente].

## Metodi didattici

Il corso prevede lezioni in aula accompagnate da esercitazioni sull'applicazione dei concetti spiegati nelle lezioni

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste in una prova scritta con domande che spaziano anche sugli argomenti della seconda parte del corso integrato: Chimica Applicata T

## Strumenti a supporto della didattica

Utilizzo di videoproiettore e pc portatile;

software freeware per la visualizzazione di modelli di molecole;

sito web di supporto al corso:

[http://dicasm.ing.unibo.it/fiorini/WEB\\_CHIMICA\\_T/index.htm](http://dicasm.ing.unibo.it/fiorini/WEB_CHIMICA_T/index.htm)

contiene informazioni aggiornate sullo svolgimento del corso, date degli appelli e da cui è possibile scaricare in anticipo parte del materiale utilizzato durante le lezioni

## 31012 - CHIMICA T

<b>Docente:</b>	FINELLI LARA
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente possiede una conoscenza di base di chimica generale per trattare alcuni processi chimici connessi ai problemi dell'Ingegneria civile. E' in grado di razionalizzarne il comportamento degli elementi in relazione alla loro struttura elettronica, di interpretare le proprietà dei composti con particolare riferimento agli stati di aggregazione della materia e alle sue trasformazioni rappresentabili attraverso diagrammi di stato. Lo studente acquisisce anche la capacità di applicare tali conoscenze alla soluzione quantitativa di problemi di chimica.

**Programma / Contenuti**

La struttura atomica della materia. Costituzione dell'atomo. Numero atomico, numero di massa, isotopi. Peso atomico e mole. La struttura elettronica degli atomi. Orbitali atomici e numeri quantici. Le configurazioni elettroniche degli atomi. La classificazione periodica degli elementi e le proprietà periodiche. I vari tipi di legame chimico: legame ionico, covalente e metallico. Legami semplici e multipli. Orbitali ibridi e geometria molecolare. Molecole polari e apolari. I legami deboli. L'equazione stechiometrica e il suo significato. La nomenclatura dei composti inorganici più comuni. Le reazioni di ossidoriduzione e loro bilanciamento. Calcoli stechiometrici. Stati di aggregazione della materia. Lo stato gassoso: l'equazione di stato dei gas perfetti, le miscele di gas ideali. La temperatura critica. Cenni al comportamento dei gas reali. Lo stato liquido: la pressione di vapore e la temperatura di ebollizione. Le soluzioni ed il modo di esprimerne la composizione. Lo stato solido: il reticolo cristallino ed i diversi tipi di celle elementari. Le principali caratteristiche dei solidi metallici, ionici, molecolari e covalenti. Termochimica: la legge di Hess. Equilibri ionici in soluzioni. pH, acidi e basi. La regola delle fasi ed i diagrammi di stato di una sostanza pura. Le proprietà colligative: innalzamento ebullioscopico ed abbassamento crioscopico. Principali tipi di diagrammi di stato a due componenti.

**Testi / Bibliografia**

- R.A. Michelin, A. Munari - *Fondamenti di Chimica per le Tecnologie* - CEDAM, Padova (2002).
- R.A. Michelin, M. Mozzon, A. Munari - *Test ed Esercizi di Chimica* - CEDAM, Padova, IV Ed. (2005).
- Lucidi ed appunti di lezione.

**Metodi didattici**

Il corso prevede lezioni in aula accompagnate da esercitazioni sull'applicazione dei concetti spiegati nelle lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta.

**Strumenti a supporto della didattica**

PC, videoproiettore e lavagna. Il materiale didattico è disponibile sul sito: <http://dicasm.ing.unibo.it/finelli/> ed in formato cartaceo presso il centro fotocopie della facoltà, adiacente alla biblioteca.

## 31012 - CHIMICA T

Docente:	COLLE RENATO
Corso di Laurea:	0919 - Ingegneria civile - [L-Z]
Ciclo:	1
Crediti:	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente possiede una conoscenza di base di chimica generale per trattare alcuni processi chimici connessi ai problemi dell'Ingegneria civile. E' in grado di razionalizzarne il comportamento degli elementi in relazione alla loro struttura elettronica, di interpretare le proprietà dei composti con particolare riferimento agli stati di aggregazione della materia e alle sue trasformazioni rappresentabili attraverso diagrammi di stato. Lo studente acquisisce anche la capacità di applicare tali conoscenze alla soluzione quantitativa di problemi di chimica.

**Programma / Contenuti**

- Stati di aggregazione della materia. Classificazione chimica della materia. Definizione di fase: sistemi omogenei ed eterogenei. Metodi di separazione delle fasi in un sistema eterogeneo e dei componenti di un sistema omogeneo.
- La natura atomica della materia. Leggi fondamentali delle combinazioni chimiche. Simboli degli elementi e formule dei composti. Peso di combinazione. Teoria atomica di Dalton. Determinazione delle masse atomiche e molecolari: ipotesi di Avogadro e metodo di Cannizzaro. Mole, numero di Avogadro, peso molare.
- Tabella periodica degli elementi e struttura elettronica degli atomi. Orbitali atomici e configurazione elettronica. Proprietà atomiche degli elementi e proprietà delle sostanze elementari.
- Legami chimici e orbitali molecolari. Caratterizzazione e classificazione dei legami chimici e loro relazioni con le proprietà chimico fisiche delle sostanze. Formule di struttura di Lewis, cariche formali e numeri di ossidazione. Formule e nomenclatura di sostanze elementari e di composti.
- Proprietà chimiche e capacità di combinazione degli elementi. Reazioni acido-base. Reazioni di ossidazione.
- Equazioni chimiche. Formalismo, bilancio e calcoli stechiometrici.
- Gas ideali e gas reali. Leggi di Boyle, di Charles e di Gay-Lussac. Temperatura assoluta. Equazione di stato dei gas perfetti. Miscele gassose e legge di Dalton. Teoria cinetica dei gas. Comportamento dei gas reali ed equazione di van der Waals.
- Proprietà dei liquidi e delle soluzioni. Struttura dei liquidi. Composizione delle soluzioni. Solubilità e fattori che la influenzano. Legge di ripartizione di un soluto tra due solventi: legge di Henry. Tensione di vapore delle soluzioni ideali: legge di Raoult. Soluzioni di soluti non volatili: proprietà colligative. Soluzioni di soluti volatili. Soluzioni elettrolitiche.
- Solidi cristallini. Proprietà fisiche. Struttura dei cristalli: reticolo cristallino, cella elementare e sistemi cristallografici. Cristalli metallici, molecolari, ionici, covalenti. Polimorfismo, allotropia e isomorfismo.
- Termodinamica chimica. Sistemi e funzioni di stato. Lavoro e calore. Capacità termica. Energia interna e primo principio della termodinamica. Entalpia, stati di riferimento e legge di Hess. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Entropia e secondo principio della termodinamica. Terzo principio della termodinamica. Energia libera, trasformazioni chimiche e costanti di equilibrio.
- Equilibri di fase e diagrammi di stato. Equazione di Clausius-Clapeyron e principio di Le Chatelier-Braun. Diagrammi di stato P,T. Diagrammi di stato P,V. Sistemi a due componenti.

- Equilibrio chimico. Influenza delle variabili intensive. Principio di Le Chatelier-Braun. Equilibri acido-base in soluzione acquosa. Acidi e basi secondo Bronsted e secondo Lewis. Relazioni tra formula di struttura e forza degli acidi.
- Elementi di Elettrochimica e di Cinetica Chimica.

### Testi / Bibliografia

- Sacco, Pasquali, Marchetti "CHIMICA generale ed inorganica", Casa Editrice Ambrosiana.
- Michelin, Munari "Fonamenti di CHIMICA per Ingegneria", CEDAM.
- Michelin, Mozzon, Munari "Test ed Esercizi di CHIMICA", CEDAM.
- Manaresi, Marianucci "Problemi di CHIMICA per ingegneria", Progetto Leonardo Bologna.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense.

## 41635 - CIRCUITI ELETTRICI I

<b>Docente:</b>	GRANDI GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenze dei metodi di analisi, della caratterizzazione e del comportamento energetico dei circuiti in regime stazionario, periodico, transitorio e dei sistemi trifase.

### Programma / Contenuti

#### Parte I - Reti algebriche

L'approssimazione dei circuiti concentrati. Dai campi ai circuiti: Tensione e corrente, leggi di Kirchhoff. Dai circuiti ai grafi: reti di bipoli, nozioni topologiche e proprietà. Matrice di incidenza [A] e matrice degli anelli [B]. Formulazione matriciale delle leggi di Kirchhoff. Teorema di Tellegen e principio di conservazione dell'energia. Albero e coalbero. Matrice dei rami [D] e matrice delle corde [C]. Legame tra le matrici [C] ed [D]. Bipoli elettrici privi di memoria, leggi costitutive, aspetti energetici. Linearità, passività e tempo-invarianza. Collegamenti anomali e proprietà di spostamento dei generatori. Multipoli e multiporta. Analisi di tableau e matrice [T]. Principio di sostituzione. Resistori in serie, partitore di tensione. Resistori in parallelo, partitore di corrente. Trasformazione stella/triangolo. Resistore equivalente di una rete resistiva. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Thevenin e Norton. Generatori reali, massimo trasferimento di potenza. Teorema di Millman e duale. Teorema di Thevenin e Norton con generatori pilotati. Rappresentazione Thevenin e Norton dei Multiporta. Teorema di reciprocità. Doppi bipoli e loro caratterizzazione. Metodi generali per l'analisi dei circuiti: tensioni di nodo e tensioni di ramo, correnti di anello e correnti di corda. Presenza di generatori non trasformabili e di generatori pilotati. Confronto tra i diversi metodi.

#### Parte II - Reti dinamiche

Componenti dinamici: condensatori, induttori ed induttori accoppiati. Relazioni costitutive, potenza ed energia, proprietà di continuità. Connessioni serie/parallelo e partitori. Reti degeneri. Circuiti del I ordine tipo RL ed RC: approccio con Thévenin/Norton. Soluzione generale. Transitori del I ordine con generatori in continua: caratteristiche della forma d'onda esponenziale, formula del tempo trascorso. Formulazione in

termini di equazione di stato, proprietà della variabile di stato. Formula di Lagrange. Presenza di interruttori. Circuiti del II ordine: approccio del doppio bipolo, equazione di stato. Deduzione dell'equazione differenziale del II ordine. Soluzione generale. Modi della risposta con ingresso zero (evoluzione libera). Esempio di circuiti con LC serie ed LC parallelo. Circuiti di ordine superiore: approccio generale con la rappresentazione Thévenin-Norton ed ibrida dei multiporta. Equazione di stato, soluzione generale e formula di Lagrange generalizzata, cenni al calcolo dell'esponenziale di matrice. Equazione differenziale di ordine superiore, integrale generale. Cenni al metodo della trasformata di Laplace.

### Parte III - Regime sinusoidale

Grandezze alternate, periodiche, sinusoidali. Valor medio e valor efficace. Transitorio iniziale e regime sinusoidale. Fasore associato alle grandezze sinusoidali. Operazioni con i fasori e proprietà. Metodo simbolico (trasformata di Steinmetz). Legge di Ohm simbolica: impedenze, reattanze ed ammettenze. Risonanza serie e parallelo. Potenza istantanea. Potenza attiva, reattiva ed apparente. Potenza complessa. Cosfi e fattore di potenza. Teorema di Boucherot ed addittività delle potenze. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Rifasamento. Sistemi trifase a 3 e 4 fili: collegamenti e definizioni. Sistemi simmetrici ed equilibrati. Sistemi dissimmetrici e squilibrati. Connessioni stella/triangolo. Metodi di soluzione e diagrammi vettoriali. Potenza istantanea. Potenza attiva, reattiva e complessa. Cosfi e fattore di potenza. Rifasamento nei sistemi trifase. Rappresentazione Thévenin dei sistemi trifase. Teorema di Fortescue. Approccio ai sistemi trifase con la teoria delle sequenze.

**Nota per gli A.A. 2004/2005 e 2005/2006** : il metodo della trasformata di Laplace per l'analisi dei circuiti dinamici e lo sviluppo in serie di Fourier per le grandezze periodiche non sinusoidali saranno introdotti e trattati approfonditamente nei successivi corsi di "Elementi di Controlli Automatici" e "Circuiti Elettronici di Potenza".

Gli induttori accoppiati ed i circuiti magnetici saranno introdotti ed approfonditi nel corso di "Fondamenti di Elettrotecnica".

### Testi / Bibliografia

#### Per la teoria:

- L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh: "Circuiti lineari e non lineari", Ed. Jackson Libri.
- (oppure: C.A. Desoer, E.S. Kuh: "Fondamenti di teoria dei circuiti", Ed. Franco Angeli.)
- V. Daniele, A. Liberatore ed al.: "Elettrotecnica", Ed. Monduzzi.

#### Per gli esercizi e le applicazioni:

- C. K. Alexander, M. N. O. Sadiku: "Circuiti elettrici", Ed. McGraw-Hill-aw-Hill.

### Metodi didattici

Il corso è suddiviso in lezioni ed esercitazioni in aula, indicativamente nel rapporto 2:1.

Ad ogni argomento di lezione corrispondono dimostrazioni, esempi, ed esercizi applicativi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto ed orale.

La prova scritta consiste in tre temi, uno per ciascuna delle 3 parti del corso. Ogni tema include un esercizio ed una domanda di teoria.

L'ammissione all'orale avviene se sono stati svolti in modo sufficiente almeno 2 dei 3 temi.

L'iscrizione alle prove avviene UNICAMENTE con il sistema Uniwex: <http://uniwex.unibo.it>

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense redatte a cura del docente.

## 34135 - CIRCUITI ELETTRONICI ANALOGICI L-A

<b>Docente:</b>	MASETTI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sull'analisi e sui criteri di progetto dei circuiti elettronici analogici a parametri concentrati e costanti.

**Programma / Contenuti**

Approssimazione e cifre significative di un dato numerico, notazione scientifica e notazione ingegneristica, sottomultipli e multipli delle unità di misura. Richiami e complementi sull'uso dei metodi trasformazionali nell'analisi dei circuiti lineari, sulle funzioni di trasferimento, sulle curve di risposta. Circuiti elettronici. Circuiti fisici, modelli matematici, progetto e analisi, componenti. Descrizioni dei modelli di circuiti: grafica (schemi elettrici) e alfanumerica (netlist). Nodo di riferimento, equazioni nodali dei circuiti. Bipoli, bipoli notevoli: generatori indipendenti, resistori, condensatori, induttori, generatori dipendenti. Segnali e piccoli segnali, valori di riferimento o di polarizzazione, polarizzazioni costanti, stati di riposo. Linearizzazione delle relazioni costitutive dei bipoli notevoli, parametri differenziali. Modelli del diodo a giunzione come resistore anomalo, proprietà e applicazioni ai principali circuiti raddrizzatori. Amplificazione, doppi bipoli autonomi e loro relazioni costitutive, principali matrici dei doppi bipoli autonomi lineari; doppi bipoli notevoli: amplificatore ideale di tensione, amplificatore ideale di corrente, transistor ideale, transistor ideale, caso particolare dei componenti tripolari. Connessioni notevoli di transistori tripolari: connessione a diodo, specchi di corrente, coppia differenziale, stadi amplificatori differenziali. Amplificatore operazionale ideale. Principali connessioni degli amplificatori operazionali. Esempi di dispositivi elettronici tripolari (BJT, MOST) e loro modelli elementari. Stadi amplificatori elementari con componenti tripolari ed esempi con i dispositivi noti. Accoppiamenti di stadi in cascata ed esempi. Il problema della stabilità degli stati di riposo, polinomio caratteristico, equazione caratteristica.

**Testi / Bibliografia**

TESTI CONSIGLIATI PER EVENTUALE CONSULTAZIONE:

- \* Dorf-Svoboda: Circuiti elettrici, Apogeo.
- \* Monssen: Laboratorio di circuiti elettrici con OrCAD PSpice, Apogeo.
- \* Sergio Callegari: Elettronica analogica di base, Pitagora Editrice Bologna.
- \* Gray, Hurst, Lewis, Meyer: Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, Wiley.
- \* Gray, Meyer: Circuiti integrati analogici, McGraw-Hill.
- \* Mario Vascon: Complementi ed esercizi di elettronica, McGraw-Hill.
- \* Calzolari, Graffi: Elementi di Elettronica, Zanichelli.
- \* Kovács Vajna, Leone: Introduzione all'Elettronica analogica in 50 esercizi, Patron.
- \* Kovács Vajna: Raccolta di Esercizi d'esame di Elettronica analogica, Patron.
- \* Calzolari, Graffi: 100 esercizi di Elettronica applicata, Esculapio.
- \* Muhammad H. Rashid: Fondamenti di elettronica, Apogeo. Neamen: Electronic Circuit Analysis and Design, Irwin.
- \* Thomas, Rosa: The Analysis and Design of Linear Circuits, Prentice-Hall
- \* Tuinenga: A Guide to Circuit Simulation & Analysis Using PSpice, Prentice Hall.
- \* Banzhaf: ComputerAided Circuit Analysis Using Spice, Prentice-Hall.
- \* Massobrio, Antognetti: Modelli dei dispositivi a semiconduttore in SPICE, Franco Angeli.
- \* SPICE2G User's Guide, C. I. U. P.
- \* Supporti didattici vari reperibili nelle pagine web del D.E.I.S.

**Metodi didattici**

Lezioni e svolgimento di esercizi in aula, esercitazioni facoltative nel laboratorio LAB1 rivolte prevalentemente alla simulazione di circuiti con l'uso di pacchetti software della 'famiglia SPICE'.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prove scritte della durata di ore 2 o 2,30 e consistenti in esercizi di analisi di semplici circuiti elettronici analogici.

Per la sufficienza si richiede che venga risposto correttamente ad almeno metà delle domande.

Vedere anche la pagina web

<http://www-micro.deis.unibo.it/~graffi/Altre/index.htm>

**Strumenti a supporto della didattica**

Vedere la pagina web

<http://www-micro.deis.unibo.it/~graffi/Altre/index.htm>

**34135 - CIRCUITI ELETTRONICI ANALOGICI L-A**

<b>Docente:</b>	GNUDI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire le conoscenze di base sull'analisi e sui criteri di progetto dei circuiti elettronici analogici.

**Programma / Contenuti**

- Segnali e loro elaborazione tramite circuiti elettrici: generalità, metodi matematici per l'analisi dei circuiti lineari tempo-invarianti, funzioni di trasferimento, stabilità.
- Componenti dei circuiti lineari: bipoli, doppi bipoli, funzioni di rete, doppi bipoli amplificatori e loro connessione.
- Dispositivi elettronici come componenti non lineari: diodo a giunzione, transistor bipolare a giunzione, descrizione del comportamento elettrico e modelli compatti elementari.
- Analisi di circuiti non lineari: applicazione ad alcuni esempi notevoli, specchi di corrente, generatori di corrente, coppia differenziale.
- Il regime di piccoli segnali: linearizzazione e circuiti equivalenti per piccoli segnali dei dispositivi elettronici introdotti.
- Stadi amplificatori elementari, amplificatori a più stadi, amplificatori differenziali.
- Retroazione nei circuiti elettronici: amplificatori operazionali e circuiti operazionali.

**Testi / Bibliografia**

1. P.U. CALZOLARI, S. GRAFFI, 'ELEMENTI DI ELETTRONICA', ED. ZANICHELLI.
2. P.R. GRAY, R.G. MEYER, 'CIRCUITI INTEGRATI ANALOGICI', ED. MCGRAW-HILL.

**Metodi didattici**

Il corso prevede esercitazioni in aula fondamentali per l'apprendimento dei contenuti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame di norma solo scritto comprendente domande ed esercizi volti a verificare la capacità di applicare i concetti appresi a circuiti del tipo (non identici) di quelli visti a lezione.

**Strumenti a supporto della didattica**

Tracce di esercitazioni con PSPICE, testi e soluzioni d'esame disponibili sul sito docente sotto indicato.

**17993 - CIRCUITI ELETTRONICI DI POTENZA L**

<b>Docente:</b>	GRANDI GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire gli elementi di base dei circuiti elettronici di potenza impiegati in ambiente civile ed industriale. In particolare, vengono evidenziati gli aspetti applicativi delle diverse tipologie di convertitori, i criteri di scelta e la procedura per il loro dimensionamento di massima.

**Programma / Contenuti**

Introduzione alle apparecchiature elettroniche per la conversione statica dell'energia elettrica. Generalità sui raddrizzatori e sui convertitori switching, bilanci di potenza. Commutazione naturale e commutazione forzata. Interruttori ideali ed interruttori reali, perdite di conduzione e di commutazione. Dispositivi elettronici di potenza: diodi, tiristori (SCR), GTO, transistor bipolari (BJT), MOSFET, IGBT, nuove tecnologie. Rete termica dei componenti. Elementi per il progetto e la verifica termica. Grandezze periodiche, sviluppo in serie di Fourier. Distorsione armonica. Convertitori AC/DC: raddrizzatori non controllati e raddrizzatori controllati. Ponti monofase e ponti trifase. Convertitori switching: la cella base di commutazione (chopper). La modulazione a larghezza di impulso (PWM). Implementazione analogica e digitale. Convertitori DC/DC: abbassatori (buck), innalzatori (boost), configurazioni buck-boost. Funzionamento ad 1, 2 e 4 quadranti. Ponte ad 'H'. Convertitori DC/AC: inverter monofase, inverter trifase. Calcolo delle perdite e del rendimento. Controllo della corrente con convertitori a tensione impressa: ad anello aperto, in retroazione, regolazione ad isteresi. Cenni sui convertitori risonanti.

**Testi / Bibliografia**

**Titolo: ELETTRONICA DI POTENZA Convertitori e applicazioni**

**Autori: MOHAN; UNDELAND; ROBBINS**

**Editore: HOEPLI, 2005**

**ISBN: 8820334283 (prezzo copertina: 34 €)**

Testi in inglese:

- N.Mohan, T.Undeland, W.P.Robbins:  
"POWER ELECTRONICS"  
2nd Ed. J.WILEY & SONS, 1995
- M. Rashid:  
"POWER ELECTRONICS: CIRCUITS DEVICES AND APPLICATIONS"  
2nd Ed. PRENTICE HALL, 1995
- J.G.Kassakian, M.F. Schlecht, G.C.Verrghese:  
"PRINCIPLES OF POWER ELECTRONICS"  
MIT ADDISON-WESLEY, 1992

**Metodi didattici**

Il corso è suddiviso in lezioni ed esercitazioni numeriche in aula, indicativamente nel rapporto 2:1.

Ad ogni argomento di lezione corrispondono dimostrazioni, esempi applicativi ed esercitazioni numeriche.

E' consigliabile aver (almeno) seguito gli insegnamenti di *Circuiti Elettrici*, *Elettronica* e *Controlli Automatici*, dei quali il Corso di Circuiti Elettronici di Potenza costituisce una consequenziale estensione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

#### Esame orale.

La prova orale consiste dapprima nella discussione di una breve relazioncina redatta a cura dello studente, avente per oggetto un argomento del corso a sua scelta, ed in due ulteriori domande inerenti i restanti argomenti trattati nel corso.

Iscrizione all'esame UNICAMENTE con il sistema Uniwex: <http://uniwex.unibo.it>

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense redatte a cura del Docente.

Nel corso delle esercitazioni viene utilizzato il programma di simulazione circuitale PSpice. Agli studenti è fornita una versione 'demo' del programma.

## 42149 - CIRCUITI ELETTRONICI DI POTENZA L (5 CFU)

**Corso di Laurea:** 0047 - Ingegneria elettrica

**Mutuato da:** 17993 - CIRCUITI ELETTRONICI DI POTENZA L (vedi p. 302)

## 34134 - CIRCUITI ELETTRONICI DIGITALI L-A

**Docente:** SPECIALE NICOLO' ATTILIO

**Corso di Laurea:** 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di affrontare lo studio e l'analisi dei circuiti elettronici digitali elementari. Esso rappresenta la naturale prosecuzione del corso di Elettronica LA e fornisce gli elementi di base necessari per poter studiare le applicazioni dei circuiti digitali CMOS.

### Programma / Contenuti

Il programma si articola nei seguenti argomenti principali:

- 1. Introduzione.** Definizione di famiglia logica e sue principali proprietà. Caratteristiche dell'invertitore.
- 2. Il transistor MOS.** Struttura e funzionamento del transistor MOS: modelli per grandi e piccoli segnali. Cenni sulla realizzazione dei componenti su silicio.
- 3. Circuiti logici.** Logiche a rapporto. Famiglia logica CMOS statica pienamente complementare: criteri di progetto e calcolo dei parametri caratteristici. I transistori MOS come transfer-gate. Cenni alle logiche dinamiche.
- 4. Interfacciamento.** Buffer MOS e CMOS. Buffer tri-state.
- 5. Circuiti sequenziali.** Classificazione, esempi di circuiti sequenziali statici e dinamici. Trigger di Schmitt, circuiti non bistabili.
- 6. Memorie a semiconduttore** Classificazione ed organizzazione generale; RAM statiche e dinamiche, Memorie non volatili (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH). Decoder. Sense Amplifier.

**Testi / Bibliografia**

- J. M. Rabaey, A. P. Chandrakasan, B. Nikolic, "Digital Integrated Circuits. A design perspective" Second Edition, Prentice Hall 2003.
- J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, "Circuiti Integrati Digitali", Pearson Education Italia.
- E. Franchi Scarselli, L. Selmi "Esercizi d'esame di elettronica digitale", Patron Editore, Bologna 1998

**Metodi didattici**

Il corso si basa su lezioni in aula, integrate da esempi ed esercitazioni al calcolatore mirate alla simulazione e progettazione di circuiti logici elementari.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante lo svolgimento del corso sono previste una prova intermedia e una prova finale. L'esame consiste in una prova scritta volta a dimostrare la padronanza dei concetti necessari per effettuare l'analisi delle caratteristiche dei circuiti digitali.

**Strumenti a supporto della didattica**

Esercitazioni: simulazione circuitale di semplici circuiti digitali mediante l'uso del simulatore PSPICE la cui versione per studenti può essere reperita nel sito del Prof. S.Graffi. Consente di simulare circuiti con un limite al numero massimo di dispositivi (circa 10).

**34134 - CIRCUITI ELETTRONICI DIGITALI L-A**

<b>Docente:</b>	RICCO' BRUNO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso intende fornire gli elementi di base per comprendere il funzionamento dei circuiti elettronici digitali, con particolare riferimento a quelli realizzati in tecnologia CMOS. Inoltre, fornisce le conoscenze fondamentali per la progettazione a livello elettrico.

Le principali conoscenze acquisite con il corso sono le seguenti:

- a) comprensione del funzionamento dei circuiti a livello elettrico
- b) valutazione quantitativa delle prestazioni e del consumo dei circuiti
- c) valutazione comparativa di costi e prestazioni
- d) elementi di progettazione a livello transistorore

**Programma / Contenuti**

Introduzione all'elettronica digitale

Fondamenti di microelettronica

Elementi di progettazione

Metriche dei circuiti digitali

Il transistorore MOS

Tecnologia CMOS

Blocchi fondamentali di tipo combinatorio in tecnologia FCMOS

Tecnologia CMOS non pienamente complementare

Tecnologia BiCMOS

Circuiti di tipo rigenerativo

Flip Flop

Multivibratori astabili e monostabili

Generatori di Clock  
Fondamenti sulle memorie a semiconduttore

### Testi / Bibliografia

Appunti di lezione  
Testi di esercizi  
Sedra- Smith: Microelectronic Circuits (anche in versione italiana)

### Metodi didattici

Lezioni in aula  
Esercitazioni in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto, con uno o due esercizi di tipo numerico e domande sul programma "tipo orale"

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa  
Video-proiettore  
PC

## 41637 - COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA E LABORATORIO L

<b>Docente:</b>	SANDROLINI LEONARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire agli Studenti gli elementi di base della compatibilità elettromagnetica, con riferimento ai disturbi condotti ed irradiati, alle modalità di accoppiamento ed alle linee guida per il progetto di sistemi elettromagneticamente compatibili nel quadro normativo nazionale ed internazionale.

### Programma / Contenuti

#### Introduzione alla compatibilità elettromagnetica (EMC)

Esempi di problemi EMC. Principali sorgenti di disturbi elettromagnetici. Emissione ed immunità. Disturbi condotti e disturbi irradiati. Unità di misura tipiche della EMC.

#### Emissioni condotte.

Disturbi condotti di modo comune (CM) e di modo differenziale (DM). Esempi di sorgenti di disturbi condotti. Normativa. Metodi e strumenti di misura. Rete stabilizzatrice dell'impedenza di linea (LISN). Risoluzione problemi: filtri, alimentatore, posizionamento dei componenti all'interno dell'apparecchiatura. Filtri di rete: attenuazione di inserzione, blocco dei disturbi di CM, blocco dei disturbi di DM, blocco di entrambi i disturbi di CM e DM, problemi nell'uso dei filtri.

#### Comportamento non ideale dei componenti elettrici

Modello reale di condensatori, induttori, resistori. Risposta in frequenza dell'impedenza di condensatori, induttori e resistori reali.

#### Emissioni irradiate

Modello di emissione per correnti di DM. Modello di emissione per correnti di CM. Normativa. Metodi e strumenti di misura. Siti di misura. Risoluzione problemi.

#### Immunità condotta

Problematiche. Risultati delle prove di immunità. Disturbi nella rete di distribuzione. Disturbi impulsivi: burst, surge e sistemi di prova. Variazione di tensione. Sistemi di prova per disturbi di variazione di tensione. Norme sull'immunità.

#### Immunità radiata

Problematiche. Tensioni ai terminali di una linea bifilare illuminata da un'onda piana uniforme. Normativa. Metodi, strumenti e siti di misura. Risoluzione problemi.

#### Antenne EMC

Generalità. Esempi di antenne EMC: fattore d'antenna, balun, antenna biconica, antenna logperiodica e antenna bilog.

#### Direttiva 89/336/CEE

Obiettivi e definizioni. Procedure per la valutazione della conformità alla Direttiva di apparecchiature elettriche ed elettroniche. Analisi EMC e relativo diagramma a blocchi.

### Testi / Bibliografia

C. R. Paul, *Compatibilità Elettromagnetica*, Hoepli, Milano, 1995.

### Metodi didattici

Le lezioni sono integrate da esercitazioni pratiche di laboratorio, indicativamente nel rapporto 2:1.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Tracce delle lezioni del corso.

## 44902 - COMPATIBILITA ELETTRICITÀ LS

**Corso di Laurea:** 0531 - Ingegneria dell'automazione

**Mutuato da:** 41637 - COMPATIBILITA' ELETTRICITÀ E LABORATORIO L (vedi p. 305)

## 44902 - COMPATIBILITA ELETTRICITÀ LS

**Docente:** BARBIROLI MARINA

**Corso di Laurea:** 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire i principi fondamentali della generazione, propagazione e interazione dei campi elettromagnetici con l'ambiente ed i sistemi biologici.

In particolare il corso si propone di fornire agli studenti strumenti di base per il calcolo delle interferenze negli apparati elettronici e per la mitigazione delle interferenze condotte e radiate.

Al termine del corso lo studente avrà acquisito sia la capacità di individuare le caratteristiche di emissione elettromagnetica delle più importanti sorgenti presenti sul territorio, negli ambienti industriale e residenziali (elettrodotti, antenne per la radio diffusione, antenne per sistemi radiomobili, elettrodomestici, macchine industriali etc.) sia i principali meccanismi dell'interazione bioelettromagnetica. Avrà acquisito anche la capacità di poter scegliere i metodi e gli strumenti di misura adeguati ai fini del rilevamento, della valutazione e della mitigazione dell'esposizione elettromagnetica.

Il corso si propone infine di fornire elementi per la pianificazione frequenziale dei sistemi radio e l'ottimizzazione dell'uso dello spettro radioelettrico.

### Programma / Contenuti

*Sorgenti di campo elettromagnetico e loro caratterizzazione.*

*Compatibilità tra strumenti e relativa normativa.*

*Esposizione elettromagnetica in spazio libero e in ambienti reali.*

*Metodi di misura e strumentazione per il rilevamento e il monitoraggio ambientale e personale dell'esposizione elettromagnetica.*

*Metodi di misura e strumentazione per verifica della compatibilità tra strumenti.*

*Legislazione e normativa sulla tutela ambientale e sulla esposizione della popolazione e dei lavoratori.*

*Interazione campi e sistemi biologici.* Meccanismi d'azione ed effetti; sistemi di esposizione in vitro e in vivo; cenni ai sistemi epidemiologici.

Esempi applicativi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale finale

### Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede esercitazioni in laboratorio:

1. misure a banda larga e a banda stretta dei valori di campo elettromagnetico
2. interfacciamento dei programmi di simulazione del campo elettromagnetico prodotto da impianti di telecomunicazione con la cartografia: acquisizione dei dati di input, validazione e presentazione dei risultati
3. attivazione delle centraline di misura per il monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici a larga banda: modalità di misura e validazione dei risultati

## 31586 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA ED ELEMENTI DI CALCOLO DELLE PROBABILITÀ T

<b>Docente:</b>	ANCONA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 31586 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA ED ELEMENTI DI CALCOLO DELLE PROBABILITÀ T

<b>Docente:</b>	MANFREDINI MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 23012 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA LS

<b>Docente:</b>	CITTI GIOVANNA
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo del corso è consolidare la preparazione matematica degli studenti.

Saranno fornite conoscenze specifiche riguardo alle equazioni differenziali ordinarie lineari e non lineari e alle equazioni a derivate parziali lineari del primo e del secondo ordine, illustrando le più significative condizioni ai limiti per i vari tipi di equazioni. Saranno sviluppati alcuni strumenti necessari per tale studio e che presentano anche un autonomo interesse, quali le serie di Fourier e le trasformate di Fourier e di Laplace. Gli studenti conseguiranno l'abilità necessaria a modellare con questi sofisticati strumenti, problemi di ingegneria.

**Programma / Contenuti****Problemi ai limiti per equazioni differenziali ordinarie:**

*Equazioni omogenee:* Problemi di Sturm Liouville, Definizione di autovalori e autovettori.

*Equazioni non omogenee:* esistenza ed unicità della soluzione, Funzione di Green.

**Elementi di analisi funzionale**

*Spazi vettoriali:* definizione, definizione di norma, ed esempi di norme nello spazio delle funzioni continue.

Definizione di prodotto scalare.

*Proiezioni ortogonali:* Teorema sull'esistenza della proiezione ortogonale, Disuguaglianza di Bessel

**Serie di Fourier**

*Polinomi di Fourier:* Polinomi trigonometrici, di Fourier, Serie di Fourier, disuguaglianza di Bessel

*Serie di Fourier, convergenza puntuale:* Calcolo di coefficienti di Fourier, per funzioni pari dispari, criterio di Dini per la convergenza puntuale delle serie

Altre condizioni di convergenza

**Esercizi di applicazioni alle equazioni differenziali**

*Il metodo di separazione delle variabili*

*Il laplaciano in due dimensioni:* L'equazione di Laplace sul rettangolo, Il problema di Dirichlet sul cerchio, Il principio di massimo per l'equazione di Laplace, unicità del problema di Dirichlet.

*L'equazione del calore in una dimensione:* L'equazione del calore su una sbarra limitata, principio di massimo per il problema ai dati iniziali.

*L'equazione delle onde:* L'equazione delle onde su un intervallo limitato, Il metodo di d'Alambert

**Funzioni di variabile complessa**

*Funzioni olomorfe:* derivata, condizioni di Cauchy Riemann,

*Integrazione in campo complesso:* teorema di Cauchy, formula di Cauchy

*Punti singolari residui,* teorema dei residui, ed esercizi relativi.

**Trasformata di Laplace**

*Introduzione alla trasformata:* definizione

*Proprietà della trasformata*

*Applicazione alla soluzione di equazioni differenziali ordinarie.*

**Trasformata di Fourier**

*Introduzione alla trasformata:* Definizione di trasformata, trasformate di funzioni pari e di funzioni dispari reali, inversione della trasformata, formula di dualità

*Proprietà della trasformata di Fourier,* derivata della trasformata, trasformata della derivata, convoluzione.



Applicazione alla soluzione dell' equazione del calore su una retta.

#### **Derivazioni nel senso delle distribuzioni**

Definizione di derivata distribuzionale, delta di Dirac,

Soluzione fondamentale dell' equazioni del calore e di Laplace.

Soluzione dell'equazione di Laplace su tutto lo spazio e problema di Cauchy per l'equazione del calore su tutto lo spazio

#### **Testi / Bibliografia**

Barozzi: Matematica per l' ingegneria, Zanichelli ed.

#### **Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno presentati aspetti teorici dei problemi legati alle equazioni a derivate parziali, e alle trasformate di Laplace e Fourier, Saranno inoltre svolte esercitazioni, per fornire agli studenti la possibilità di impraticarsi con gli strumenti e i metodi delineati.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame di Analisi Matematica LS consta di due prove, una scritta ed una orale La prima è costituita da alcuni esercizi e ha la durata di 2 ore.

Gli studenti che superano la prova scritta dovranno altresì superare la prova orale.

#### **Strumenti a supporto della didattica**

Tutto il materiale fornito dal docente con supporto alla didattica si trova alla pagina <http://www.dm.unibo.it/~citti/>. In particolare sono pubblicati in questo sito esercizi su ciascuna parte del programma, ed esemplificazioni delle prove intermedie, e della prova finale.

## **23012 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA LS**

<b>Docente:</b>	ARCOZZI NICOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

#### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Scopo principale del corso è l'esposizione -corredata da esercizi- alle equazioni alle derivate parziali e ad alcuni metodi matematici per il loro studio.

#### **Programma / Contenuti**

Nozioni di convergenza per le funzioni e spazi funzionali.

Equazioni differenziali ordinarie.

Serie di Fourier.

Trasformate di Fourier (cenni).

Teorema della divergenza e formula di Green.

Equazioni alle derivate parziali: equazione di Laplace, equazione del calore, equazione delle onde.

#### **Testi / Bibliografia**

Equazioni a Derivate Parziali, S. Salsa, Springer. Altre letture verranno consigliate durante il corso.

#### **Metodi didattici**

Lezione frontale in aula ed esercitazioni.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta (alcuni esercizi a risposta multipla, altri che prevedono lo svolgimento completo); prova orale che consiste nella risposta ad alcuni quesiti di teoria e nella discussione

delle risposte con la commissione d'esame.

La prova scritta può essere rimpiazzata da due prove scritte parziali da tenersi a metà e alla fine del corso, che danno la possibilità di sostenere la prova orale nel corso del primo appello.

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti del corso.

## 23012 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA LS

<b>Docente:</b>	FERRARI FAUSTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscere e saper usare i concetti e le tecniche delle equazioni differenziali ordinarie, delle serie di Fourier e della trasformata di Fourier. Conoscere le definizioni e gli strumenti elementari dell'analisi funzionale. Conoscere le equazioni lineari alle derivate parziali più semplici. Conoscere le proprietà principali delle funzioni armoniche e i metodi classici per risolvere l'equazione del calore delle onde e di Laplace (metodo separazione di variabili). Infine conoscere la nozione di soluzione variazionale (debole) per le più semplici equazioni alle derivate parziali lineari ellittiche del secondo ordine e le proprietà elementari degli spazi in cui sono definite tali soluzioni.

### Programma / Contenuti

#### Equazioni differenziali ordinarie

I teoremi principali delle equazioni differenziali ordinarie. Problemi ai limiti per equazioni differenziali lineari del secondo ordine. Sistemi autonomi e stabilità secondo Lyapunov (cenni).

#### Elementi di analisi reale

Successioni e serie di funzioni. Convergenza puntuale e uniforme. Teorema di Gauss. Integrale di Lebesgue (cenni).

#### Serie di Fourier. Trasformata di Fourier.

#### Equazioni alle derivate parziali.

Equazioni differenziali del primo ordine e metodo delle caratteristiche. Classificazione dell'equazioni alle derivate parziali lineari del secondo ordine. Generalità ed esempi di equazioni alle derivate parziali. Equazione di Laplace, equazione delle onde e equazione del calore. Il principio del massimo per l'operatore di Laplace e per l'operatore del calore. I classici problemi associati alle equazioni alle derivate parziali.

Equazione di Laplace. Formule di rappresentazione di funzioni  $C^2$  mediante formule di media integrale. La soluzione fondamentale e la funzione di Green nel caso dell'operatore di Laplace.

#### Funzioni armoniche.

Proprietà principali, principio del massimo. Equazione di Poisson e soluzioni classiche del problema di Dirichlet. Metodo della separazione delle variabili. Secondo e terzo problema al contorno per l'equazione di Laplace in domini limitati.

#### Elementi di analisi funzionale.

Spazi metrici. Spazi di Banach. Spazi di Hilbert. Lo spazio  $L^2$  (cenni). Operatori lineari e spazio duale. Basi ortonormali. Teorema di rappresentazione di Riesz.

#### Problemi variazionali astratti.

Forme bilineari, teorema di Lax-Milgram, forme bilineari simmetriche, approssimazione e metodo di Galerkin. Distribuzioni. Spazi di Sobolev  $H^1$  e  $H^1_0$  (cenni). Formulazione variazionale di problemi ellittici e nozione di soluzione debole.

#### Trasformata di Laplace

**Leggi di conservazione ed equazioni del primo ordine****Testi / Bibliografia**

Equazioni a Derivate Parziali, S. Salsa, Springer

Serie di Funzioni ed equazioni differenziali (estratto da Analisi Matematica 2)

C.D. Pagani, S. Salsa, Zanichelli

Fritz John, Partial differential equations, Springer

Altri testi:

Mathematical Analysis, T.A. Apostol, Addison-Wesley Publishing Company

Method of Applied Mathematics with a MATLAB Overview, J. H. Davis, Birkhauser

Partial Differential Equations, V.P. Mikhailov, MIR Publishers

Partial Differential Equations for Scientist and Engineers, S.J. Farlow, Publications

Partial Differential Equations, L. C. Evans, GSM 19 of American Mathematical Society

Esercizi:

Analisi di Fourier, M.R. Spiegel, ETAS Libri

Equazioni a Derivate Parziali, S. Salsa. G. Verzini, Springer

**Metodi didattici**

Il corso prevede lo svolgimento di lezioni di carattere teorico (in cui vengono presentati saranno introdotti i primi elementi di analisi funzionale e le problematiche inerenti la risoluzione delle equazioni differenziali e delle equazioni alle derivate parziali), affiancate da esercitazioni che hanno lo scopo di aiutare lo studente ad acquisire familiarità e padronanza con gli strumenti e metodi matematici introdotti durante le lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta preliminare e prova orale. La prova scritta preliminare può essere sostituita da due prove parziali superate durante lo svolgimento del corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Saranno disponibili esercizi tratti dalle prove degli anni precedenti al seguente indirizzo web:  
[www.dm.unibo.it/~ferrari](http://www.dm.unibo.it/~ferrari)

**29145 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA M****Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo**Mutuato da:** 23012 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA LS (vedi p. 310)**45217 - COMPLEMENTI DI GEOMETRIA LS****Docente:** FERRI MASSIMO**Corso di Laurea:** 0454 - Ingegneria meccanica**Ciclo:** 1**Crediti:** 6**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza dell'impostazione vettoriale della geometria proiettiva.

Conoscenza della geometria analitica e differenziale elementare di curve e superfici del piano e dello spazio ordinario.

**Programma / Contenuti**

Teoria

Geometria proiettiva

Motivazioni. Spazi proiettivi. Esempi. Dipendenza e sottospazi. Riferimenti. Proiettività. Prospettività. Dualità. Collegamento affine-proiettivo. Punti impropri. Iperquadriche. Polarità. Iperquadriche nell'affine e nell'euclideo. Fasci di coniche. Complementi di algebra. Molteplicità di radici. Risultante. Discriminante. Geometria differenziale

**Curve piane:** intersezione, forme parametriche, tangente e normale; curve piane notevoli.

**Superfici e curve dello spazio:** intersezione, forme parametriche, tangenza; curve e superfici notevoli.

**Contatto fra curve piane:** punti singolari, flessi; cerchio osculatore; curvatura; punti multipli; asintoti.

**Contatto fra curve dello spazio:** punti singolari, flessi; triedro principale; cerchio osculatore; flessione e torsione; formule di Frenet.

**Superfici:** punti singolari; tangenti asintotiche; classificazione dei punti semplici ordinari; punti multipli; tangenti principali; forme quadratiche fondamentali.

**Varietà differenziabili:** cenni.

#### Esercitazioni

Determinazione di sottospazi proiettivi e di proiettività. Ricerca di punti impropri. Calcolo di polo, polare, vertice, centro, iperpiani principali.

Calcolo di risultanti e discriminanti.

Costruzione di curve piane come luoghi geometrici. Costruzione di coni, cilindri, superfici di rotazione, sfere.

Determinazione di: punti singolari, tangenti, asintoti; curvatura e cerchi osculatori di curve piane.

Determinazione di: triedri principali, flessione e torsione di curve dello spazio. Determinazione di: punti singolari, piani e coni tangenti, tangenti asintotiche, forme fondamentali di superfici.

## Testi / Bibliografia

### Testo utilizzato

Dispense distribuite dal docente.

### Testi di riferimento

- M. Barnabei, F. Bonetti, *Sistemi lineari e matrici*, Ed. Pitagora, 1992 (per un ripasso di algebra lineare).
- M. Barnabei, F. Bonetti, *Spazi vettoriali e trasformazioni lineari*, Ed. Pitagora, 1993 (per un ripasso di algebra lineare).
- C. Gagliardi, L. Grasselli, *Algebra lineare e geometria*, vol. 1-3, coll. Leonardo, ed. Esculapio, 1993 (in particolare: vol. 1 per un ripasso di algebra lineare, vol. 3 per gli spazi proiettivi).
- M.R. Casali, C. Gagliardi, L. Grasselli, *Geometria*, Progetto Leonardo, Bologna, 2002 (manuale più snello).
- R. Caddeo, A. Gray, *Curve e superfici*, CLUEC, 2002, vol. 1-2 (trattato esauriente di geometria differenziale).
- M. Villa, *Lezioni di Geometria per gli studenti dei Corsi di Laurea in Fisica ed Ingegneria*, CEDAM, 1972 (vecchio libro di pratica consultazione per la geometria di curve e superfici).

Per gli esercizi, può andare bene qualunque libro, purché, ovviamente, copra la materia in questione. Non è facile trovare esercizi moderni che trattino la parte differenziale. Anche qui un vecchio libro può servire allo scopo:

- M. Villa, *Esercizi di geometria: per gli studenti dei Corsi di Laurea in Fisica ed Ingegneria*, Patron, 1970.

## Metodi didattici

Lezione tradizionale.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta (esercizi) di due ore e mezza e prova orale.

## Strumenti a supporto della didattica

Si possono scaricare le prove d'esame degli A.A. 2006-2007 e 2007-2008 risolte.

## 25679 - COMPLEMENTI DI GESTIONE DELL'ENERGIA LS (6 CFU)

<b>Docente:</b>	LORENZINI ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di approfondire i temi specialistici della trasmissione del calore e più in generale dell'energia, affrontando ulteriormente lo studio dell'uso razionale dell'energia secondo le metodologie moderne. I concetti illustrati verranno applicati ad impianti specifici e saranno trattati studi di politica energetica ed economica.

### Programma / Contenuti

Ebollizione. Processi di cambiamento di fase. Trasporto di calore in presenza di un cambiamento di fase. Regimi di ebollizione e curva di Nukiyama. Crisi termica dell'ebollizione e burn-out. Flussi bifase: titolo e frazione di vuoto. Determinazione della caduta di pressione per attrito in un canale percorso da fluido bifase. Concetti e approfondimenti di politica energetica. Applicazioni energetiche all'edilizia alla luce delle nuove disposizioni legislative in materia.

Cicli inversi.

Macchine frigorifere: generalità, ciclo frigorifero a semplice compressione di vapore, cicli frigoriferi a compressione multipla di vapore. Macchine frigorifere ad assorbimento.

Pompa di calore: generalità, pompa di calore ad azionamento elettrico, pompa di calore ad azionamento meccanico. Bilanci energetici ed exergetici, COP.

Psicrometria.

Miscela di aria e vapor d'acqua. Trasformazioni dell'aria umida. Diagramma psicrometrico. Principali configurazioni di impianti di climatizzazione. Esempio di dimensionamento.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale con discussione

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti e dispense

Il corso sarà affiancato da esercitazioni

## 35010 - COMPONENTI E CIRCUITI A RADIOFREQUENZA LS

<b>Docente:</b>	LIPPARINI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza dei principi di funzionamento e di progetto dei componenti e dei circuiti a microonde utilizzati nei sistemi a radiofrequenza. Conoscenza dell'evoluzione della tecnologia dei circuiti per alte frequenze.

Capacità di modellare componenti e circuiti sia con metodi tradizionali, sia con tecniche più avanzate basate sulla risoluzione numerica delle equazioni dell'elettromagnetismo. Conoscenza dei principi di modellistica mediante reti neurali. Abilità ad applicare queste tecniche al progetto con l'ausilio del calcolatore. Conoscenza specifica dei principali sottosistemi passivi utilizzati nei moderni sistemi di telecomunicazione operanti a radiofrequenza e a microonde.

## Programma / Contenuti

Le microonde e le loro applicazioni nei sistemi di telecomunicazione. Il front-end. Evoluzione dei circuiti per alte frequenze e cenni sulle tecnologie realizzative. Strutture planari. Circuiti ibridi su substrato dielettrico e monolitici su substrato di silicio o di arseniuro di gallio. Approcci alla simulazione: analisi circuitale e analisi elettromagnetica. Scomposizione dei circuiti in componenti e dei componenti in strutture elementari. Il problema della modellistica. Esempi di strutture guidanti: la stripline (dielettrico omogeneo) e la microstriscia (dielettrico non omogeneo). Loro caratterizzazione in regime TEM e quasi-TEM rispettivamente. Calcolo del modello capacitivo: il metodo delle sottosezioni. Valutazione della funzione di Green. Simulazione di strutture guidanti planari alle alte frequenze: lo Spectral Domain Approach (SDA). Applicazioni: accoppiatori direzionali, filtri, risonatori e loro impieghi nella tecnica. Discontinuità. Circuiti equivalenti e loro determinazione: metodi statici e dinamici. Metodo del mode-matching. Analisi elettromagnetica: vantaggi e problematiche. Metodo delle differenze finite nel dominio dei tempi (FD-TD). Metodo degli elementi finiti (FEM). Applicazione ai componenti per alte frequenze e confronto con i risultati dell'analisi circuitale. Reti neurali artificiali e loro addestramento.

## Testi / Bibliografia

Vittorio Rizzoli e Alessandro Lipparini, 'Propagazione Elettromagnetica guidata', Esculapio-Progetto Leonardo, 2002.  
 Richard C. Booton Jr., 'Computational Methods for Electromagnetics and Microwaves', John Wiley & Sons, 1992.  
 Daniel G. Swanson Jr. e Wolfgang J. R. Hofer, 'Microwave Circuit Modeling Using Electromagnetic Field Simulation', Artech House, 2003.  
 Robert E. Collin, 'Foundations for Microwave Engineering', John Wiley & Sons-IEEE Press, 2000.

## Metodi didattici

Nelle lezioni vengono trattate in dettaglio le metodologie di simulazione sia dei componenti sia dei circuiti per alte frequenze. Le esercitazioni sono dedicate allo sviluppo di esempi applicativi.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orientato ad appurare la comprensione da parte dello studente delle metodologie trattate e la sua capacità di applicarle a concreti problemi ingegneristici.

## Strumenti a supporto della didattica

Per molti degli argomenti trattati sono disponibili un testo o dispense prodotte dal docente. Per i rimanenti vengono distribuiti fogli contenenti schemi sintetici delle lezioni e tutte le figure.

# 18004 - COMPONENTI E TECNOLOGIE ELETTRICHE L

<b>Docente:</b>	MONTANARI GIAN CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire agli studenti la conoscenza dei principi di funzionamento, del dimensionamento e delle problematiche di alcuni importanti componenti elettrici, in particolare dei sistemi isolanti elettrici (ad es. cavi e condensatori). Inoltre vengono studiati le proprietà dei principali materiali di

largo uso nell'industria elettromeccanica (isolanti, magnetici, conduttori e superconduttori) con particolare attenzione allo studio dell'invecchiamento dei materiali isolanti elettrici.

## Programma / Contenuti

Il corso è strutturato in sette parti:

### Parte 1

- Introduzione, problematiche relative ai materiali nell'Ingegneria.
- Tipologia e campi di impiego, in particolare nell'ingegneria elettrica. Proprietà e specifiche tecniche.
- Problematiche generali dei materiali.

### Parte 2

- Materiali conduttori, proprietà.
- Principali tipi di conduttori. Conduzione non ohmica. Materiali superconduttivi e crioresistivi. Criteri di dimensionamento.
- Conoscenza dei materiali conduttori e dei criteri di progettazione.

### Parte 3

- Materiali isolanti elettrici, proprietà.
- La scarica negli isolamenti gassosi, liquidi e solidi. Rigidità dielettrica. Scariche parziali. Analisi termofisiche.
- Presentazione dei principali fenomeni relativi agli isolamenti elettrici.

### Parte 4

- Invecchiamento dei materiali. Modelli e prove accelerate.
- Diversi meccanismi di invecchiamento. Stime di vita di materiali e sistemi di isolamento elettrici.
- Conoscenza dei meccanismi di invecchiamento dei materiali organici e delle tecniche per stimare la vita di materiali e componenti.

### Parte 5

- Materiali e sistemi di isolamento di maggiore interesse.
- Dimensionamento degli isolamenti basato su criteri deterministici e probabilistici, distribuzione di Weibull.
- Conoscenza degli isolamenti più importanti, conoscenza delle metodologie di progettazione.

### Parte 6

- Materiali magnetici.
- Modellizzazione e caratterizzazione, materiali dolci e duri. Principali materiali magnetici. Magneti permanenti.
- Dimensionamento dei circuiti magnetici
- Conoscenza dei materiali ferromagnetici e dei criteri di progettazione.

### Parte 7

- Problematiche di affidabilità e diagnostica dei sistemi elettrici

## Testi / Bibliografia

I testi consigliati, editi dalla CLUEB, sono:

- L. Simoni, *Proprietà dielettriche e scarica dei materiali isolanti elettrici*
- L. Simoni, *Resistenza alle sollecitazioni dei materiali isolanti solidi*

## Metodi didattici

Il corso si compone di lezioni in aula ed esercitazioni in laboratorio

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## Strumenti a supporto della didattica

I lucidi delle lezioni sono disponibili sul sito web del corso:

[http://www.limat.ing.unibo.it/didattica/comp\\_tecn\\_elet\\_L.htm](http://www.limat.ing.unibo.it/didattica/comp_tecn_elet_L.htm)

## 17382 - COMPORTAMENTO MECCANICO DEI MATERIALI I

<b>Docente:</b>	MINAK GIANGIACOMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano (Inglese e Portoghese se necessario)

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli allievi dovranno conoscere la risposta dei materiali di interesse strutturale a carichi statici ed affaticanti. Dovranno essere in grado di risolvere semplici strutture dal punto di vista statico.

**Programma / Contenuti**

Comportamento meccanico dei materiali:

1. carico statico e prova di trazione
2. carichi di fatica e prove di flessione rotante
3. meccanica della frattura lineare elastica e determinazione della tenacità a frattura.

Meccanica dei solidi

1. tensioni e deformazioni
2. sforzo normale, taglio, flessione, torsione
3. cerchi di Mohr
4. criteri di resistenza

Elementi di statica e geometria delle masse applicata alle travi ed agli alberi

1. reazioni vincolari
2. baricentro
3. momenti di inerzia
4. diagrammi di taglio e momento
5. deformata di una trave

**Testi / Bibliografia**

1. Comportamento meccanico dei materiali  
Piermaria Davoli, Andrea Bernasconi, Mauro Filippini, Stefano Foletti
2. Meccanica dei solidi 3/ed - Elementi di scienza delle costruzioni  
Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr., John T. DeWolf

**Metodi didattici**

Lezioni, esercitazioni in classe ed in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto per l'ammissione all'orale ed esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Il corso sarà svolto in maniera classica alla lavagna

## 17382 - COMPORTAMENTO MECCANICO DEI MATERIALI I

<b>Docente:</b>	MORELLI PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente dovrà conseguire le conoscenze necessarie a calcolare la deformazione e lo stato di cimento di una struttura, al seguito dell'applicazione di carichi di tipo sia meccanico che termico, in funzione della geometria, del tipo di vincolamento e delle caratteristiche dei materiali dei quali è costituita. Dovrà essere in grado di confrontare i risultati del calcolo strutturale con gli adeguati criteri di resistenza, operandone la scelta in ragione del tipo di cedimento e delle caratteristiche di duttilità, fragilità e di resistenza a carichi quasi statici piuttosto che affaticanti dei materiali.

**Programma / Contenuti**

Concetto di deformazione e di tensione. Carico assiale, torsione e flessione semplice. Instabilità da carico di punta. Analisi e progetto di strutture trapeziformi inflesse. Taglio, tensioni tangenziali in elementi con parete sottile. Trasformazioni di tensioni e deformazioni, cerchi di Mohr. Tensioni principali e criteri di resistenza. Equazione della linea elastica. Flessione deviata. Metodi energetici. Elementi di fatica dei materiali metallici e meccanica della frattura.

**Testi / Bibliografia**

- 1) "Meccanica dei solidi", F.P. Beer, E.R. Johnston, J.T. DeWolf 2) "Résistance des materiaux", V. Féodosiev
- 3) "Scienza delle costruzioni, vol. 1", O. Belluzzi

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto ed orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Uso del sistema di calcolo simbolico e gratuito "maxima", disponibile su internet

## 45160 - COMPORTAMENTO ORGANIZZATIVO LS

<b>Docente:</b>	TAGLIAVENTI MARIA RITA
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire***Obiettivo del corso*

Obiettivo di questo corso è quello di sviluppare in una prospettiva manageriale i concetti di base utili per la comprensione del comportamento umano all'interno delle organizzazioni. Le lezioni, le discussioni di casi aziendali e le esercitazioni verteranno su temi inerenti gli individui, i gruppi e i processi organizzativi nei contesti di lavoro. Più specificamente il corso si prefigge di fornire concetti e strumenti operativi per: a) comprendere e utilizzare le fondamentali teorie di comportamento organizzativo; b) sviluppare capacità critiche analizzando come le teorie di comportamento organizzativo si applichino alle scelte manageriali; c) individuare approcci alla risoluzione di problemi aziendale attraverso la discussione in aula di casi rilevanti e l'incontro con esperti di gestione delle risorse umane in imprese e società di consulenza.

## Programma / Contenuti

**Struttura e contenuti del corso****1. Introduzione al comportamento organizzativo****1.1. Che cos'è il comportamento organizzativo**

- 1.2. I diversi livelli di analisi dell'azione organizzativa
- 1.3. Le discipline che orientano il comportamento organizzativo
- 1.4. Ruoli e funzioni dei manager

**2. L'individuo nelle organizzazioni:****2.1. Le differenze individuali: la personalità e l'abilità**

- 2.1.1. La natura della personalità
- 2.1.2. Il modello dei *Big Five*
- 2.1.3. Altri tratti rilevanti della personalità
- 2.1.4. La valutazione della personalità
- 2.1.5. La natura dell'abilità: l'abilità cognitiva e l'abilità fisica
- 2.1.6. Origine e valutazione dell'abilità
- 2.1.7. L'intelligenza emotiva
- 2.1.8. La gestione dell'abilità nelle organizzazioni: selezione, posizionamento e formazione

**2.2. Valori, attitudini e stati d'animo verso il proprio lavoro:**

- 2.2.1. La natura di valori, attitudini e stati d'animo
- 2.2.2. La relazione tra valori, attitudini e stati d'animo
- 2.2.3. La soddisfazione del proprio lavoro
- 2.2.4. Le principali teorie di soddisfazione del lavoro
- 2.2.5. La valutazione della soddisfazione del lavoro
- 2.2.6. Le conseguenze potenziali della soddisfazione del lavoro
- 2.2.7. Il coinvolgimento nell'organizzazione (*organizational commitment*): il coinvolgimento affettivo e le sue conseguenze potenziali

**2.3. Percezioni e attribuzioni**

- 2.3.1. La natura della percezione
- 2.3.2. Caratteristiche del percettore, dell'obiettivo e della situazione
- 2.3.3. Distorsioni e problemi delle percezioni
- 2.3.4. La teoria delle attribuzioni

**2.4. L'apprendimento nelle organizzazioni**

- 2.4.1. La natura dell'apprendimento
- 2.4.2. Come aumentare la probabilità di comportamenti desiderati e ridurre la probabilità di comportamenti indesiderati
- 2.4.3. La teoria dell'apprendimento sociale

**2.5. La motivazione al lavoro**

- 2.5.1. Che cos'è la motivazione al lavoro: motivazione intrinseca ed estrinseca
- 2.5.2. Perché le persone operano in un certo modo: le teorie motivazionali
- 2.5.3. La teoria dei bisogni
- 2.5.4. La teoria delle aspettative
- 2.5.5. La teoria dell'equità
- 2.5.6. La teoria della giustizia procedurale

**2.6. Il disegno del compito e la definizione degli obiettivi come strumenti motivazionali**

- 2.6.1. Il modello delle caratteristiche del compito
- 2.6.2. Il modello dell'elaborazione delle informazioni sociali
- 2.6.3. La definizione degli obiettivi

**2.7. La valutazione delle performance, la retribuzione e la gestione della carriera come strumenti motivazionali**

### 3. I gruppi e i processi organizzativi

#### 3.1. I gruppi di lavoro

3.1.1. I diversi tipi di gruppi di lavoro e il modello dei cinque stadi di sviluppo

3.1.2. Caratteristiche dei gruppi di lavoro

3.1.3. Regole, norme e ruoli come modalità di controllo

3.1.4. I processi di socializzazione

3.2. L'efficacia dei gruppi di lavoro

3.2.1. Le dimensioni di valutazione delle prestazioni

3.2.2. I processi disfunzionali

3.2.3. La relazione tra caratteristiche dei compiti e prestazioni

3.2.4. La relazione tra coesione e prestazioni

3.2.5. I principali gruppi operanti nelle organizzazioni

#### 3.3. La leadership

3.3.1. Teorie dei tratti personali e approcci comportamentali

3.3.2. La teoria contingente di Fiedler

3.3.3. La teoria del percorso-obiettivo

3.3.4. La teoria di Vroom e Yetton

3.3.5. La teoria degli scambi tra capo e membri del gruppo

3.3.6. Fattori sostituitivi e attenuanti della leadership

### 4. La gestione delle Risorse Umane

#### 4.1. Introduzione alla gestione delle risorse umane

4.2. Il rapporto fra strategia e gestione delle persone

4.3. Il ciclo delle risorse umane

4.3.1. La pianificazione

4.3.2. Il reclutamento e la selezione

4.3.3. Il collocamento e lo sviluppo della carriera

4.3.4. La formazione

4.3.5. La valutazione di posizione, competenze, prestazioni e potenziale

4.3.6. La retribuzione e i diversi tipi di benefici

4.3.7. La cessazione del rapporto di lavoro

### Testi / Bibliografia

#### Materiale didattico

· Il testo di riferimento è: Robert Kreitner, Angelo Kinicki. (2004). *Comportamento Organizzativo*. Milano: Apogeo. (Capp. 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 17).

· Casi aziendali, ulteriori letture integrative (capitoli di libri e articoli pubblicati su riviste nazionali e internazionali) e materiale disponibile su Internet saranno resi disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <https://www.universibo.unibo.it>, distribuiti o segnalati durante lo svolgimento del corso.

#### Bibliografia consigliata per approfondimenti

- Tosi, H.L., Pilati, M., Mero, N.P., Rizzo, J.R. (2002). *Comportamento Organizzativo. Persone, gruppi e organizzazione*. Milano: Egea.
- Grandori, A., (1999). *Organizzazione e Comportamento Economico*, Bologna: Il Mulino.
- Brown, R., (2000). *Psicologia sociale dei gruppi*, Bologna: Il Mulino.
- Daft, R. L., (2000). *Management*, 5nd edition, : The Dryden Press.
- Daft, R. L. (2001). *Organizzazione aziendale*, Milano: Apogeo.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame finale prevede unicamente una prova scritta, composta da una sezione di domande a scelta multipla e da una sezione con domande aperte e/o discussione di un caso aziendale. Le date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio UNIWEX (<https://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione alla prova d'esame avviene esclusivamente attraverso il servizio UNIWEX.

**Strumenti a supporto della didattica**

Casi aziendali, ulteriori letture integrative (capitoli di libri e articoli pubblicati su riviste nazionali e internazionali) e materiale disponibile su Internet sono resi disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <https://www.universibo.unibo.it>, distribuiti o segnalati durante lo svolgimento del corso.

**45160 - COMPORTAMENTO ORGANIZZATIVO LS**

<b>Docente:</b>	TAGLIAVENTI MARIA RITA
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire***Obiettivo del corso*

*Obiettivo di questo corso è quello di sviluppare in una prospettiva manageriale i concetti di base utili per la comprensione del comportamento umano all'interno delle organizzazioni. Le lezioni, le discussioni di casi aziendali e le esercitazioni verteranno su temi inerenti gli individui, i gruppi e i processi organizzativi nei contesti di lavoro. Più specificamente il corso si prefigge di fornire concetti e strumenti operativi per: a) comprendere e utilizzare le fondamentali teorie di comportamento organizzativo; b) sviluppare capacità critiche analizzando come le teorie di comportamento organizzativo si applichino alle scelte manageriali; c) individuare approcci alla risoluzione di problemi aziendale attraverso la discussione in aula di casi rilevanti e l'incontro con esperti di gestione delle risorse umane in imprese e società di consulenza.*

**Programma / Contenuti***Struttura e contenuti del corso***1. Introduzione al comportamento organizzativo**

- 1.1. Che cos'è il comportamento organizzativo
- 1.2. I diversi livelli di analisi dell'azione organizzativa
- 1.3. Le discipline che orientano il comportamento organizzativo
- 1.4. Ruoli e funzioni dei manager

**2. L'individuo nelle organizzazioni:****2.1. Le differenze individuali: la personalità e l'abilità**

- 2.1.1. La natura della personalità
- 2.1.2. Il modello dei *Big Five*
- 2.1.3. Altri tratti rilevanti della personalità
- 2.1.4. La valutazione della personalità
- 2.1.5. La natura dell'abilità: l'abilità cognitiva e l'abilità fisica
- 2.1.6. Origine e valutazione dell'abilità
- 2.1.7. L'intelligenza emotiva

**2.1.8. La gestione dell'abilità nelle organizzazioni: selezione, posizionamento e formazione****2.2. Valori, attitudini e stati d'animo verso il proprio lavoro:**

- 2.2.1. La natura di valori, attitudini e stati d'animo
- 2.2.2. La relazione tra valori, attitudini e stati d'animo
- 2.2.3. La soddisfazione del proprio lavoro
- 2.2.4. Le principali teorie di soddisfazione del lavoro

- 2.2.5. La valutazione della soddisfazione del lavoro
- 2.2.6. Le conseguenze potenziali della soddisfazione del lavoro
- 2.2.7. Il coinvolgimento nell'organizzazione (*organizational commitment*): il coinvolgimento affettivo e le sue conseguenze potenziali
- 2.3. Percezioni e attribuzioni
- 2.3.1. La natura della percezione
- 2.3.2. Caratteristiche del percettore, dell'obiettivo e della situazione
- 2.3.3. Distorsioni e problemi delle percezioni
- 2.3.4. La teoria delle attribuzioni
- 2.4. L'apprendimento nelle organizzazioni
- 2.4.1. La natura dell'apprendimento
- 2.4.2. Come aumentare la probabilità di comportamenti desiderati e ridurre la probabilità di comportamenti indesiderati
- 2.4.3. La teoria dell'apprendimento sociale
- 2.5. La motivazione al lavoro
- 2.5.1. Che cos'è la motivazione al lavoro: motivazione intrinseca ed estrinseca
- 2.5.2. Perché le persone operano in un certo modo: le teorie motivazionali
- 2.5.3. La teoria dei bisogni
- 2.5.4. La teoria delle aspettative
- 2.5.5. La teoria dell'equità
- 2.5.6. La teoria della giustizia procedurale
- 2.6. Il disegno del compito e la definizione degli obiettivi come strumenti motivazionali
- 2.6.1. Il modello delle caratteristiche del compito
- 2.6.2. Il modello dell'elaborazione delle informazioni sociali
- 2.6.3. La definizione degli obiettivi
- 2.7. La valutazione delle performance, la retribuzione e la gestione della carriera come strumenti motivazionali
- 3. I gruppi e i processi organizzativi**
- 3.1. I gruppi di lavoro**
- 3.1.1. I diversi tipi di gruppi di lavoro e il modello dei cinque stadi di sviluppo
- 3.1.2. Caratteristiche dei gruppi di lavoro
- 3.1.3. Regole, norme e ruoli come modalità di controllo
- 3.1.4. I processi di socializzazione
- 3.2. L'efficacia dei gruppi di lavoro
- 3.2.1. Le dimensioni di valutazione delle prestazioni
- 3.2.2. I processi disfunzionali
- 3.2.3. La relazione tra caratteristiche dei compiti e prestazioni
- 3.2.4. La relazione tra coesione e prestazioni
- 3.2.5. I principali gruppi operanti nelle organizzazioni
- 3.3. La *leadership*
- 3.3.1. Teorie dei tratti personali e approcci comportamentali
- 3.3.2. La teoria contingente di Fiedler
- 3.3.3. La teoria del percorso-obiettivo
- 3.3.4. La teoria di Vroom e Yetton
- 3.3.5. La teoria degli scambi tra capo e membri del gruppo
- 3.3.6. Fattori sostituitivi e attenuanti della leadership
- 4. La gestione delle Risorse Umane**
- 4.1. Introduzione alla gestione delle risorse umane
- 4.2. Il rapporto fra strategia e gestione delle persone

- 4.3. Il ciclo delle risorse umane
  - 4.3.1. La pianificazione
  - 4.3.2. Il reclutamento e la selezione
  - 4.3.3. Il collocamento e lo sviluppo della carriera
  - 4.3.4. La formazione
  - 4.3.5. La valutazione di posizione, competenze, prestazioni e potenziale
  - 4.3.6. La retribuzione e i diversi tipi di benefici
  - 4.3.7. La cessazione del rapporto di lavoro

## Testi / Bibliografia

### *Materiale didattico*

· Il testo di riferimento è: Robert Kreitner, Angelo Kinicki. (2004). *Comportamento Organizzativo*. Milano: Apogeo. (Capp. 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 17).

· Casi aziendali, ulteriori letture integrative (capitoli di libri e articoli pubblicati su riviste nazionali e internazionali) e materiale disponibile su Internet saranno resi disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <https://www.universibo.unibo.it>, distribuiti o segnalati durante lo svolgimento del corso.

### *Bibliografia consigliata per approfondimenti*

- Tosi, H.L., Pilati, M., Mero, N.P., Rizzo, J.R. (2002). *Comportamento Organizzativo. Persone, gruppi e organizzazione*. Milano: Egea.
- Grandori, A., (1999). *Organizzazione e Comportamento Economico*, Bologna: Il Mulino.
- Brown, R., (2000). *Psicologia sociale dei gruppi*, Bologna: Il Mulino.
- Daft, R. L., (2000). *Management*, 5nd edition, : The Dryden Press.
- Daft, R. L. (2001). *Organizzazione aziendale*, Milano: Apogeo.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede unicamente una prova scritta, composta da una sezione di domande a scelta multipla e da una sezione con domande aperte e/o discussione di un caso aziendale. Le date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio UNIWEX (<https://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione alla prova d'esame avviene esclusivamente attraverso il servizio UNIWEX.

## Strumenti a supporto della didattica

· Casi aziendali, ulteriori letture integrative (capitoli di libri e articoli pubblicati su riviste nazionali e internazionali) e materiale disponibile su Internet sono resi disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <https://www.universibo.unibo.it>, distribuiti o segnalati durante lo svolgimento del corso.

# 17447 - COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA L

<b>Docente:</b>	BONINI GIANLUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	5

## 17924 - COMUNICAZIONI ELETTRICHE L-A

<b>Docente:</b>	PASOLINI GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Capacità di analisi di segnali determinati tempo-continui e tempo-discreti e di sistemi lineari tempo invarianti.

**Programma / Contenuti**

Analisi dei segnali determinati tempo-continui e tempo-discreti nel dominio delle frequenze (analisi di Fourier) e nel dominio dei tempi (mediante funzioni impulsive). Loro applicazioni allo studio dei sistemi lineari.

Segnali ad energia finita, a potenza finita. Spettro di energia, Spettro di potenza.

Campionamento nel dominio del tempo e delle frequenze.

Segnali analogici e segnali numerici in banda base.

**Testi / Bibliografia**

Leonardo Calandrino, Marco Chiani: Lezioni di comunicazioni elettriche, Pitagora Editrice, Bologna, 2004

**Metodi didattici**

Lezioni in aula ed esperienze pratiche in laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta seguita da prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Strumentazione di laboratorio

## 17924 - COMUNICAZIONI ELETTRICHE L-A

<b>Docente:</b>	CAINI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire****Finalità del corso**

L'insegnamento ha lo scopo di fornire alcuni concetti di base delle Comunicazioni Elettriche agli studenti del Corso di Laurea in Ingegneria Informatica. Data la provenienza degli studenti, la trattazione teorica, di tipo classico, sarà accompagnata da una particolare attenzione verso le applicazioni e verso i relativi aspetti economici, in modo che gli studenti alla fine del corso sappiano orientarsi in modo adeguato nel mondo delle telecomunicazioni. E' inoltre previsto un largo uso di strumenti informatici per l'approfondimento in aula ed in laboratorio dei temi trattati.

**Programma / Contenuti****Lezioni**

Il mondo delle Telecomunicazioni: pietre miliari nello sviluppo della tecnologia, applicazioni e relativi aspetti economici.

Analisi di Fourier: funzioni deterministiche tempo-continue e tempo-discrete nel dominio delle frequenze; sviluppi in serie e trasformate di Fourier, Delta di Dirac, trasformate di segnali periodici, FFT.

Analisi di Fourier generalizzata: funzioni di autocorrelazione, spettri di energia e di potenza

Reti lineari: funzioni di trasferimento e risposta impulsiva.

Condizioni di non distorsione, filtri ideali, reali e FIR.

Rappresentazione numerica dei segnali: campionamento, tecniche di codifica PCM, quantizzazione uniforme e logaritmica, tecniche ADPCM, vocoder, tecniche percettive, principi di funzionamento delle tecniche MPEG audio e video.

Teoria della modulazione: definizioni generali e descrizione delle principali modulazioni analogiche (AM, PM, FM, a prodotto, QAM), inviluppi complessi, spettri, cenni sulle principali modulazioni digitali.

**Esercitazioni in laboratorio:**

- 1) Analisi di un circuito RC;
- 2) campionamento, spettri e filtri ideali.; tecniche di conversione A/D (GoldWave);
- 3) modulazione AM, visualizzazione nel dominio dei tempi e nel dominio delle frequenze.

### Testi / Bibliografia

L. Calandrino, G. Immovilli, Schemi delle lezioni di Comunicazioni Elettriche, Pitagora Ed., Bologna.

L. Calandrino, M.Chiani, Lezioni di Comunicazioni Elettriche, Pitagora Ed., Bologna (più recente e più ampio, in alternativa al precedente).

C. Caini, G.Tazzari, Comunicazioni Elettriche e segnali audio, Esculapio Ed., Bologna. (laboratorio software)

C. Caini, C. Raffaelli, Laboratorio di Comunicazioni Elettriche, Pitagora Ed., Bologna (laboratorio hardware).

Altro materiale scaricabile dal sito Internet del docente

### Metodi didattici

Lezione in aula con vari strumenti didattici a seconda delle esigenze: con gesso alla lavagna, con PC e videoproiettore, multimediali, in laboratorio con strumentazione hardware.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale. Non sono previste prove intermedie.

### Strumenti a supporto della didattica

Programma GoldWave, scaricabile dal sito:

[www.godwave.com](http://www.godwave.com)

Altri programmi di supporto scaricabili dal sito Internet del corso:

<http://www3.deis.unibo.it/Staff/Research/CCaini/corsoCEA/HomeCEA.htm>

## 17970 - COMUNICAZIONI ELETTRICHE L-B

<b>Docente:</b>	DARDARI DAVIDE
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Elementi base sui processi aleatori, teoria della modulazione e trasmissione

### Programma / Contenuti

Processi aleatori. Stazionarietà, ergodicità. Processi gaussiani. Ciclostazionarietà e cicloergodicità. Processi PAM aleatori. Teoria della modulazione (segnali e sistemi passa-banda). Diversi schemi di modulazione di una portante sinusoidale. Il rumore di fondo negli apparati. Il canale AWGN. Effetti del rumore sulla qualità

del segnale ricevuto. Introduzione ai sistemi di trasmissione in banda base e passa-banda. Elementi di Teoria dell'Informazione: entropia di sorgente, capacità di canale, codifica di sorgente e di canale.

### Testi / Bibliografia

Leonardo Calandrino, Marco Chiani: *Lezioni di Comunicazioni Elettriche*, Pitagora Editrice, Bologna, 2004

### Metodi didattici

Lezioni in aula.

Sono previste inoltre esercitazioni di laboratorio sulla caratterizzazione di schemi di modulazione con uso di strumenti di misura quali oscilloscopio, generatore di funzioni, analizzatore di spettro.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta intermedia durante il corso più un esame finale. L'esame consta di una prova scritta (per chi non ha sostenuto o superato la prova intermedia) ed una prova orale, da sostenere entro il medesimo appello. La prova scritta ha durata massima di due ore; non è consentito l'uso di strumenti oltre i fogli consegnati dal docente, la/le biro e la calcolatrice.

### Strumenti a supporto della didattica

PC, Videoproiettore, Laboratorio Hardware (Circuiti elementari, Generatore di Funzioni, Oscilloscopio, Analizzatore di Spettro)

## 17436 - CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI L

**Corso di Laurea:** 0445 - Ingegneria edile  
**Mutuato da:** 23255 - CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI L (4 CFU)  
 (vedi p. 325)

## 23255 - CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI L (4 CFU)

**Docente:** LANDI LUCA  
**Corso di Laurea:** 0445 - Ingegneria edile  
**Ciclo:** 2  
**Crediti:** 4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire una formazione di base sulle problematiche strutturali degli edifici con particolare attenzione al tema del consolidamento, nonché spunti per approfondire aspetti utili anche dal punto di vista professionale. Esso è costituito da una prima parte volta a completare il percorso formativo di tecnica delle costruzioni, con riferimento alle strutture in acciaio e in muratura, e da una seconda parte finalizzata all'analisi degli interventi di consolidamento. La trattazione è svolta esaminando casi concreti, evidenziando di volta in volta le motivazioni che consentono di scegliere la strategia operativa più efficiente per il caso in esame.

### Programma / Contenuti

#### 1. Strutture in acciaio

Caratteristiche meccaniche degli acciai. Tipi di profili. Verifiche di sicurezza. Stabilità degli elementi strutturali: aste compresse e presso-inflesse. Strutture reticolari. Collegamenti saldati e bullonati. Riferimenti normativi.

#### 2. Edifici in muratura

Proprietà meccaniche della muratura, modelli costitutivi. Comportamento a compressione, trazione, resistenza a taglio. Effetti geometrici del secondo ordine. Modelli d'insieme, analisi strutturale e verifiche di sicurezza. Riferimenti normativi. Edifici in muratura soggetti all'azione sismica. Tipologie delle murature moderne e delle murature storiche. Archi e volte, solai e coperture in legno.

### 3. Interventi di consolidamento

Evidenze di stato di sofferenza della costruzione: quadri fessurativi, cedimenti, danno strutturale e interpretazione delle cause. I sistemi di monitoraggio delle costruzioni: determinazione della geometria, dei parametri meccanici, dello stato di sforzo, ed evoluzione nel tempo. Il quadro concettuale per la scelta di un sistema di eliminazione dello stato di danneggiamento e di ricostituzione della forma e resistenza dell'organismo strutturale. Metodi per la riparazione, modificazione dell'organismo strutturale ed interventi connessi. Incremento della capacità resistente di una struttura: consolidamento statico, miglioramento e adeguamento sismico. Cenni sulle tecniche di rinforzo basate sull'impiego di materiali compositi fibrorinforzati.

### Testi / Bibliografia

- R. Antonucci, *Restauro e recupero degli edifici a struttura muraria*. Maggioli.  
 Consorzio CREA, *L'acciaio nel Recupero Edilizio e nel Restauro*, Massa.  
 G. Croci, *Conservazione e restauro strutturale dei beni architettonici*. UTET.  
 G. Sara', *Restauro Strutturale*. Liguori.  
 V. Nunziata, *Teoria e pratica delle strutture in acciaio*. Dario Flaccovio Editore.  
 T. Tassios, *Meccanica delle Murature*. Liguori.

### Metodi didattici

Il corso si articola prevalentemente in lezioni frontali che saranno svolte sia alla lavagna, sia tramite lucidi e presentazioni Powerpoint.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense, normative di riferimento, esempi di calcolo e progettazione.

## 44720 - CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI LS

<b>Docente:</b>	GOTTARDI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire gli elementi per la selezione ed il progetto dei metodi di intervento sul territorio per il miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terreno, con particolare riferimento alle analisi di stabilità e agli interventi di consolidamento dei versanti.

### Programma / Contenuti

Richiami di geotecnica: moti di filtrazione nei mezzi porosi, processi di consolidazione, resistenza al taglio delle terre. Indagini, prove e misure geotecniche in sito. Scelta dei parametri operativi nelle analisi di stabilità. Interventi di stabilizzazione dei versanti: classificazione dei movimenti franosi, glossario internazionale per le frane, analisi di stabilità dei pendii, principi e metodi di intervento. Classificazione dei metodi di consolidamento dei terreni. Interventi di tipo meccanico: compattazione superficiale e addensamento in profondità, vibroflottazione. Interventi di tipo idraulico: preconsolidazione mediante precarichi, con e senza dreni verticali, teoria della consolidazione radiale, consolidamento elettro-osmotico, abbassamento di falda (interventi di *dewatering*). Interventi di tipo chimico-fisico: miscelatura con additivi, stabilizzazione superficiale e profonda, iniezioni, stabilizzazione termica mediante cottura e

congelamento. Interventi di rinforzo per inclusione: interazione terreno-rinforzi, terre armate, geosintetici con funzione di rinforzo, metodi di progetto delle opere di sostegno in terra rinforzata.

### Testi / Bibliografia

Appunti e dispense delle lezioni.

P. COLOMBO e F. COLLESELLI: *Elementi di geotecnica*, Zanichelli, 2004.

M.R. HAUSMANN: *Engineering principles of ground modification*, McGraw-Hill, 1990.

A.K. TURNER e R.L. SCHUSTER: *Landslides: investigation and mitigation*, TRB Special Report 247, 1996.

### Metodi didattici

Sono previste esercitazioni pratiche e visite tecniche, sia in laboratorio sia in sito.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

## 17998 - CONTROLLI AUTOMATICI L

<b>Docente:</b>	BERTONI GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire i principi fondamentali di funzionamento dei sistemi di controllo automatico in catena aperta ed in catena chiusa.

Vengono introdotte le tecniche elementari per:

- l'analisi delle proprietà dei sistemi dinamici lineari stazionari SISO
- la sintesi dei sistemi di controllo in retroazione
- le modalità di utilizzo dei principali componenti (attuatori e sensori) nelle catene di controllo.

### Programma / Contenuti

#### 1 Generalità:

- Cenni storici. Che cos'è l'automazione
- Concetti di manipolazione materiale e manipolazione simbolica
- I sistemi automatici di controllo: il controllo in catena aperta ed il controllo in retroazione
- Esempi di sistemi automatici di controllo: asservimenti di posizione, velocità, livello e temperatura.

#### 2 Modelli matematici:

- Il problema dell'identificazione
- Tecniche di identificazione parametrica e non parametrica
- Equazioni (e sistemi di equazioni) differenziali; trasformate ed antitrasformate di Laplace
- Funzione di trasferimento e funzione di risposta impulsiva
- Modelli matematici dei sistemi lineari e stazionari di tipo ingresso-uscita e di tipo ingresso-stato-uscita

#### 3 Analisi nel dominio dei tempi:

- Stabilità: criteri di Lyapunov e di Routh
- Controllabilità e osservabilità
- Tecniche di riduzione dell'ordine del modello
- Errori a regime
- Insensibilità ai disturbi ed alle variazioni dei parametri.
- Parametri della risposta ad un ingresso a gradino

#### 4 Sintesi nel dominio dei tempi:

- Osservatori dello stato: l'osservatore identità e l'osservatore di ordine ridotto

- Assegnamento dei poli
- Luogo delle radici; esempi
- Regolatori standard: sintesi analitica, tecniche di Ziegler e Nicols.

5 La funzione di risposta armonica:

- Definizione; legame con la funzione di risposta impulsiva
- Rappresentazioni: diagrammi polari e diagrammi di Bode; esempi

6 Analisi armonica:

- Il criterio di stabilità di Nyquist per la stabilità dei sistemi in retroazione
- I margini di ampiezza e di fase per l'analisi del comportamento dinamico
- Luoghi a M e a N costante, picco di risonanza e larghezza di banda.

7 Componenti dei sistemi di controllo:

- Motori elettrici in c.c. a collettore con eccitazione indipendente e con eccitazione in serie
- Motori elettrici in c.c. a commutazione elettronica di tipo brushless e passo-passo
- Dispositivi di trasduzione:

Trasduttori di posizione e velocità per il controllo della meccanica di un solido

Trasduttori di portata e velocità per il controllo della meccanica di un fluido

Traduttori di temperatura

### Testi / Bibliografia

- 1) G. Bertoni, M.E. Penati, S. Simonini: *I componenti dell'automazione*. Esculapio, Bologna, 2001
- 2) M.E. Penati, G. Bertoni: *Automazione e sistemi di controllo - Vol.I, II*. Esculapio, Bologna, 2000
- 3) M.E.: *Controlli automatici. Esercizi e test commentati e risolti*. Esculapio, Bologna, 2000

### Metodi didattici

Lezioni frontali con individuazione degli argomenti fondamentali del corso.  
Esercitazioni inserite nello svolgimento delle parti teoriche cui si riferiscono.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa e PC

## 17998 - CONTROLLI AUTOMATICI L

<b>Docente:</b>	PENATI MARIA ELISABETTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [I.-Z]
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire i principi fondamentali di funzionamento dei sistemi di controllo automatico in catena aperta ed in catena chiusa.

Vengono introdotte le tecniche elementari per:

- l'analisi delle proprietà dei sistemi dinamici lineari stazionari SISO
- la sintesi dei sistemi di controllo in retroazione
- le modalità di utilizzo dei principali componenti (attuatori e sensori) nelle catene di controllo.

### Programma / Contenuti

1 Generalità:

- Cenni storici. Che cos'è l'automazione
- Concetti di manipolazione materiale e manipolazione simbolica

- I sistemi automatici di controllo: il controllo in catena aperta ed il controllo in retroazione
- Esempi di sistemi automatici di controllo: asservimenti di posizione, velocità, livello e temperatura.
- 2 Modelli matematici:
  - Il problema dell'identificazione
  - Tecniche di identificazione parametrica e non parametrica
  - Equazioni (e sistemi di equazioni) differenziali; trasformate ed antitrasformate di Laplace
  - Funzione di tra sferimento e funzione di risposta impulsiva
  - Modelli matematici dei sistemi lineari e stazionari di tipo ingresso-uscita e di tipo ingresso-stato-uscita.
- 3 Analisi nel dominio dei tempi:
  - Stabilità: criteri di Lyapunov e di Routh
  - Controllabilità e osservabilità
  - Tecniche di riduzione dell'ordine del modello
  - Errori a regime
  - Insensibilità ai disturbi ed alle variazioni dei parametri
  - Parametri della risposta ad un ingresso a gradino.
- 4 Sintesi nel dominio dei tempi:
  - Osservatori dello stato: l'osservatore identità e l'osservatore di ordine ridotto
  - Assegnamento dei poli
  - Luogo delle radici; esempi
  - Regolatori standard: sintesi analitica, tecniche di Ziegler e Nichols.
- 5 La funzione di risposta armonica:
  - Definizione; legame con la funzione di risposta impulsiva
  - Rappresentazioni: diagrammi polari, diagrammi di Bode. Esempi.
- 6 Analisi armonica:
  - Il criterio di stabilità di Nyquist per la stabilità dei sistemi in retroazione
  - I margini di ampiezza e di fase per l'analisi del comportamento dinamico
  - Luoghi a M e a N costante, picco di risonanza e larghezza di banda.
- 7 Componenti dei sistemi di controllo:
  - Motori elettrici in c.c. a collettore con eccitazione indipendente e con eccitazione in serie
  - Motori elettrici in c.c. a commutazione elettronica di tipo brushless e passo-passo
  - Dispositivi di trasduzione:
    - trasduttori di posizione e velocità per il controllo della meccanica di un solido
    - trasduttori di portata e velocità per il controllo della meccanica di un fluido
    - trasduttori di temperatura.

## Testi / Bibliografia

- 1) G. Bertoni, M.E. Penati, S. Simonini: *I componenti dell'automazione*. Esculapio, Bologna, 2001
- 2) M.E. Penati, G. Bertoni: *Automazione e sistemi di controllo - Vol.I, II*. Esculapio, Bologna, 2000
- 3) M.E.: *Controlli automatici. Esercizi e test commentati e risolti*. Esculapio, Bologna, 2000

## Metodi didattici

- Lezioni frontali con individuazione degli argomenti fondamentali del corso.
- Esercitazioni inserite nello svolgimento delle parti teoriche cui si riferiscono.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

- Prova scritta e orale. La prova scritta è costituita da domande di cui alcune a scelta multipla e uno o due esercizi simili a quelli svolti durante le ore di esercitazione del corso. La prova orale generalmente consiste in una discussione della prova scritta.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna luminosa e PC

**17998 - CONTROLLI AUTOMATICI L**

<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**17918 - CONTROLLI AUTOMATICI L-A**

<b>Docente:</b>	ZATTONI ELENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di presentare i fondamenti della teoria del controllo, specificamente le tecniche di analisi e sintesi sulle quali si basa la progettazione dei sistemi di controllo in retroazione ad una sola variabile controllata.

**Programma / Contenuti**

Concetti fondamentali: sistema; sistema orientato; sistema inizialmente in quiete; modello matematico statico e dinamico; linearizzazione locale dei modelli statici; definizione di linearità e di stazionarietà; schemi a blocchi; le otto regole di riduzione; controlli ad azione diretta e in retroazione; vantaggi della retroazione in rapporto alla robustezza; modelli dinamici; l'operatore D; esempi di modelli dinamici; le equazioni del motore elettrico in corrente continua con riduttore.

Metodi di analisi dei sistemi dinamici lineari: l'equazione differenziale lineare a coefficienti costanti; condizione di realizzabilità fisica; moto libero e moto forzato; trasformata di Laplace; condizioni per la trasformabilità di una funzione del tempo; teorema di convergenza; linearità della trasformata di Laplace; trasformate di Laplace notevoli; teoremi sulle trasformate; soluzione delle equazioni differenziali con condizioni iniziali; funzione di trasferimento; esempio: gruppo Ward-Leonard; antitrasformazione di funzioni razionali: poli semplici (reali o complessi) e poli multipli; valutazione grafica dei residui; modi; risposte canoniche; impulso di Dirac; integrali di convoluzione o di Duhamel; esempi relativi a sistemi a costanti distribuite e a sistemi non stazionari; parametri della risposta al gradino del sistema del secondo ordine; coefficiente di smorzamento e pulsazione naturale e loro dipendenza dalla posizione dei poli; calcolo della massima sovraclonazione della risposta al gradino e del tempo di assestamento.

Analisi armonica: funzione di risposta armonica e suo legame con la funzione di trasferimento; risposta all'impulso dalla risposta armonica; diagrammi di Bode; costruzione dei diagrammi di Bode per somma di diagrammi elementari; approssimazioni asintotiche dei termini del primo e del secondo ordine; pulsazione di risonanza e picco di risonanza dei sistemi del secondo ordine; valutazione grafica della funzione di risposta armonica; formula di Bode e sua applicazione ai diagrammi approssimati con una spezzata; esempi di sistemi ai quali essa non si può applicare; diagrammi polari e loro comportamento asintotico; diagrammi di Nichols. Stabilità e sistemi in retroazione: stabilità a seguito di perturbazioni; stabilità ingresso limitato / uscita limitata; condizione necessaria e sufficiente per tale stabilità; equivalenza alla stabilità asintotica; criterio di Routh; procedure per trattare i casi singolari; deduzione dei campi di stabilità in K; sistemi in retroazione: sensibilità alle variazioni parametriche, sensibilità ai disturbi e banda passante; errori a regime in risposta ai segnali tipici per sistemi con retroazione unitaria e con retroazione dinamica generica; criterio di Nyquist: enunciato per

sistemi stabili ad anello aperto e per sistemi instabili ad anello aperto; sistemi a stabilità condizionata; margini di ampiezza e di fase e loro determinazione nei diagrammi di Nyquist, nei diagrammi di Bode e nei diagrammi di Nichols; sistemi con ritardi finiti: studio della stabilità con il criterio di Nyquist; regolatore per sistema con ritardo finito predominante sulle costanti di tempo; luoghi ad  $M$  costante e ad  $N$  costante nei diagrammi di Nyquist; estensione al caso di sistemi con retroazione non unitaria; determinazione della pulsazione e del picco di risonanza e della banda passante (sistemi di tipo 1 e di tipo 0).

Luogo delle radici. Contorno delle radici. Teorema del baricentro del luogo delle radici.

Sintesi indiretta: dati di specifica e loro compatibilità; compensazioni ad azione diretta; reti correttrici: integratrice, derivatrice, ritardatrice, anticipatrice, a ritardo e anticipo, a  $T$  ponticellato: diagrammi di Bode e diagrammi polari; diagrammi polari a forma di circonferenza; compensazione con reti ritardatrici: diagrammi di Bode, diagrammi di Nichols (formule di inversione); compensazione con reti anticipatrici: diagrammi di Bode, diagrammi di Nichols (formule di inversione), cancellazione polo-zero; formule di inversione; uso della rete a ritardo e anticipo; uso della rete a  $T$  ponticellato; regolatori standard: parametri per la sintesi semiempirica di Ziegler-Nichols; retroazione tachimetrica: progetto con ripresa del guadagno statico per mantenere invariata la costante di velocità; uso delle formule di inversione con i diagrammi di Bode.

### Testi / Bibliografia

G. MARRO, CONTROLLI AUTOMATICI, QUINTA EDIZIONE CON CD-ROM, ZANICHELLI, BOLOGNA, 2006

E. ZATTONI, CONTROLLI AUTOMATICI: RACCOLTA DI PROVE SCRITTE CON SOLUZIONE in G. MARRO, CONTROLLI AUTOMATICI, QUINTA EDIZIONE CON CD-ROM, ZANICHELLI, BOLOGNA, 2006

E. ZATTONI, CONTROLLI AUTOMATICI: RACCOLTA DI ESERCITAZIONI RISOLTE CON TFI in G. MARRO, CONTROLLI AUTOMATICI, QUINTA EDIZIONE CON CD-ROM, ZANICHELLI, BOLOGNA, 2006

G. Franklin, J.D. Powell, Abbas Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems: 5/E, Int'l edition, pearson-prentice hall, upper saddle river, nj, 2006, ISBN: 0131499300

R. C. Dorf, R.H. Bishop, Modern Control Systems: 10/E, Prentice Hall, 2005, ISBN: 0-13-145733-0

B. Kuo, Automatic control systems: 7/e, Prentice Hall, cliffs, nj, 1995

### Metodi didattici

Le lezioni in aula sono integrate da esercitazioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni al computer

Le esercitazioni al computer, suggerite in aula e da condurre in maniera autonoma da parte degli studenti, vertono sulla progettazione assistita di sistemi di controllo in retroazione a una sola variabile controllata. In particolare, l'utilizzo di TFI, che consiste in una raccolta di programmi in Matlab, consente un'agevole elaborazione delle funzioni di trasferimento e rende accessibile le principali procedure matematiche e grafiche per lo studio dei sistemi di controllo.

## 17918 - CONTROLLI AUTOMATICI L-A

<b>Docente:</b>	ROSSI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 17918 - CONTROLLI AUTOMATICI L-A

<b>Docente:</b>	MARCONI LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge l'insegnamento di strumenti basilari per progetto di sistemi controllo. Particolare enfasi sarà data a strumenti nel dominio della frequenza propedeutici per la sintesi di regolatori in retroazione.

Conoscenze richieste e corsi propedeutici: **Si richiede la conoscenza di concetti basilari di fisica e matematica acquisiti nel corso del primo anno di ingegneria.**

**Programma / Contenuti****1. Introduzione al controllo in retroazione****2. Sistemi dinamici a tempo continuo**

Introduzione ai sistemi dinamici (modello nello spazio degli stati). Considerazioni energetiche. Movimento-equilibrio. Linearizzazione. Stabilità.

**3. Trasformata di Laplace e funzione di trasferimento**

Trasformata di Laplace e funzione di trasferimento. Equivalenza rappresentazione di stato / funzione di trasferimento. Antitrasformata di Laplace. Definizione di modi del sistema. Composizione schemi a blocchi.

**4. Stabilità e risposte di sistemi elementari**

Stabilità. Analisi temporale di sistemi elementari (primo e secondo ordine). Influenza degli zeri nella risposta temporale.

**5. Analisi Armonica**

Serie e Trasformate di Fourier. Teorema del regime permanente e funzione di risposta armonica.

Identificazione funzione di risposta armonica. Diagrammi di Bode: regole di tracciamento di sistemi elementari e complessi. Approssimanti di Padé. Classificazione sistemi (passa basso, alto, banda, ecc.). Spettri segnali filtrati

**6. Introduzione al Controllo**

Luogo delle radici. Funzioni di Sensitività.

**Testi / Bibliografia**

- [1] P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "fondamenti di controlli automatici", McGraw Hill.
- [2] G. Marro, "Controlli Automatici", Zanichelli.
- [3] Dispense del docente

**Metodi didattici**

Durante le lezioni sarà fatto un uso intenso di strumenti quali Matlab Simulink per la simulazione di sistemi dinamici. Le esercitazioni saranno effettuate mediante l'uso della lavagna e della lavagna luminosa.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta con domande di teoria ed esercizi.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore, lavagna e lavagna luminosa.

Uso del PC per esercitazioni mediante Matlab-Simulink

## 17919 - CONTROLLI AUTOMATICI L-B

<b>Docente:</b>	MARCONI LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge l'insegnamento delle tecniche di controllo elementari per sistemi lineari a singolo ingresso e singola uscita. Particolare enfasi è data a metodologie di progetto nel dominio della frequenza.

Conoscenze richieste e corsi propedeutici: si richiedono le conoscenze delle nozioni acquisite nel corso Controlli Automatici LA e di concetti basilari di fisica e matematica acquisiti nel corso del primo anno di ingegneria.

**Programma / Contenuti****1. Introduzione al controllo****2. Progetto nel dominio della frequenza**

Analisi delle specifiche. Progetto del regolatore a due stadi. Soddisfacimento specifiche statiche e principio del modello interno. Esempi di progetto per tentativi. Analisi degli scenari. Analisi delle strutture di controllo.

**3. Progetto di reti correttive**

Reti ritardatrici e anticipatrici. Tuning pratico della rete. Tuning mediante inversione. Code di assestamento e tuning per cancellazione. Reti anticipatrici. Tuning pratico della rete.

**4. Controllori standard**

Regolatori PID. Taratura di regolatori PI con e senza cancellazione. Taratura di regolatori PID con e senza cancellazione. Metodi di taratura mediante tabelle. Metodo in anello chiuso. Metodo in anello aperto (metodi mediante tabelle, metodi di ottimizzazione)

**5. Schemi di controllo "avanzati"**

Controllo in cascata. Prefiltraggio segnale di riferimento. Schemi di controllo Feedforward/Feedback. Progetto analitico per imposizione del polinomio caratteristico. Desaturazione dell'azione integrale. Predittore di Smith.

**6. Discretizzazione e implementazione dell'algoritmo di controllo**

Campionamento e spettro del segnale campionato. Teorema di Shannon. Discretizzazione di algoritmi tempo continui. Implementazione di algoritmi tempo discreti.

**Testi / Bibliografia**

- [1] P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "fondamenti di controlli automatici", McGraw Hill.
- [2] G. Marro, "Controlli Automatici", Zanichelli.
- [3] Dispense del docente.

**Metodi didattici**

Le lezioni teoriche saranno supportate da esercitazioni in aula mediante l'uso di PC e strumenti di simulazione quali Marlab-Simulink.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Breve prova scritta con domande di teoria a risposta multipla. Sviluppo di una tesina con progetto di un sistema di controllo mediante l'uso di Matlab Simulink. Prova orale di verifica.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore, PC, lavagna e lavagna luminosa.

## 17919 - CONTROLLI AUTOMATICI L-B

<b>Docente:</b>	ROSSI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 35012 - CONTROLLI AUTOMATICI LS

<b>Docente:</b>	MARCONI LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivi formativi: Il corso si prefigge l'insegnamento di metodologie di controllo avanzate per sistemi multivariabili lineari e non lineari. L'obiettivo prioritario è l'acquisizione di tecniche di controllo ottimo in ambiente deterministico e stocastico e l'introduzione di concetti basilari di controllo robusto per sistemi non lineari nello spazio degli stati.

Conoscenze richieste: si richiede la conoscenza di concetti basilari di controlli automatici e teoria dei sistemi acquisite nei corsi precedenti quali Controlli Automatici LA, Controlli Automatici LB e Teoria dei Sistemi LS.

## Programma / Contenuti

## 1. Introduzione

Introduzione alla teoria moderna del controllo. Esempi di controlli automatici avanzati. Teoria moderna e classica del controllo.

## 2. Richiami di teoria dei sistemi

Modello nello spazio degli stati. Relazione tra modello nello spazio degli stati e funzione di Trasferimento. Controllabilità (Stabilizzabilità) e Osservabilità (Rivelabilità). Trasformazioni di stato. Forme minime e problema della realizzazione. Formula di Eulero, moto forzato e libero. Forme canoniche di Jordan, di osservabilità, di controllabilità. Assegnamento poli mediante retroazione di stato. Problema duale. Progetto di osservatori identità Osservatori di ordine ridotto. Retroazione dinamica delle uscite (principio di separazione). Stabilità di sistemi dinamici (lineari e non) mediante Lyapunov. Relazione tra autovalori della matrice di stato e stabilità per sistemi lineari. Criterio di Lyapunov per la stabilità. Criterio di

## 3. Controllo ottimo in ambiente deterministico

Introduzione al problema di controllo ottimo. Funzione Hamiltoniana ed equazioni di Eulero Lagrange. Principio del minimo di Pontryagin. Problema di controllo ottimo LQ. Controllo ottimo in retroazione (principio di ottimalità di Bellman). Soluzione del problema a tempo finito. Problema di inseguimento ottimo. Regolatore Stazionario a tempo infinito. Set point control. Controllo ottimo con specifiche frequenziali. Esempi.

## 3. Controllo ottimo in ambiente stocastico

Cenni di linearizzazione mediante feedback ("feedback linearization") e linearizzazione ingresso-uscita. Esempi di stabilizzazione e inseguimento di traiettorie mediante retroazione dello stato. Progetto di regolatori basati su funzioni di Lyapunov. Esempi di stabilizzazione robusta. Controllo "Set Point" robusto mediante azione integrale. Cenni di controllo adattativo mediante esempi. Cenni di teoria della regolazione mediante esempi.

## Testi / Bibliografia

[1] P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "fondamenti di controlli automatici", McGraw Hill

[2] M. Tibaldi, "Progetto di sistemi di controllo", Pitagora editrice Bologna.

[3] A. Isidori, "Nonlinear control systems", Springer Verlag.

[4] H. Khalil, "Nonlinear systems", Prentice Hall.

### Metodi didattici

Le lezioni di carattere metodologiche saranno abbinate ad esercitazioni su problemi ingegneristici significativi mediante l'uso di calcolatore e Matlab-Simulink. Sono previste attività in laboratorio supervisionate.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

E' previsto lo svolgimento di un progetto di un sistema di controllo (tesina) e una prova orale di verifica

### Strumenti a supporto della didattica

Strumenti usati: Videoproiettore, PC e lavagna. Sarà condotta una intensa attività in aula mediante strumenti di simulazione quali Matlab-Simulink

## 35012 - CONTROLLI AUTOMATICI LS

<b>Docente:</b>	MELCHIORRI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso ha come obiettivo principale quello di far acquisire le conoscenze necessarie per il progetto di sistemi ed algoritmi di controllo per sistemi dinamici complessi, come ad esempio sistemi a più ingressi e più uscite, sistemi a dati campionati, ecc. Il tutto viene presentato con riferimento a rappresentazioni nello spazio degli stati, e si fanno accenni anche a sistemi dinamici di tipo non lineare.

### Programma / Contenuti

- Modelli di sistemi dinamici: il modello nello spazio degli stati
- Analisi modale
- Stabilità di sistemi dinamici. Definizioni e criteri. Lyapunov
- Proprietà strutturali dei sistemi dinamici.
- Controllo in retroazione
- Controllo ottimo
- Sistemi a dati campionati

### Testi / Bibliografia

1. Dispense del docente
2. M. Tibaldi: "Problemi di controllo", Progetto Leonardo, Bologna.
3. R. Guidorzi, "Teoria dei Sistemi: Esercizi e Applicazioni", Zanichelli Editore, Bologna

### Metodi didattici

Le lezioni si svolgono in aula e in laboratorio. In aula viene sviluppata la parte teorica, mentre in laboratorio, con l'impiego di appositi strumenti di simulazione, vengono sviluppati semplici esercizi di progetto.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta.

### Strumenti a supporto della didattica

PC e proiettore. I lucidi di lezione sono disponibili a:

**44595 - CONTROLLI AUTOMATICI LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	SOVERINI UMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento ha lo scopo di estendere la conoscenza delle procedure di analisi e sintesi dei sistemi di controllo in retroazione ai sistemi a dati campionati e ai sistemi non lineari. Al progetto dei regolatori nel dominio delle frequenze, già introdotto durante il precedente corso di Elementi di Controlli Automatici I, viene affiancato il progetto nel dominio dei tempi.

**Programma / Contenuti****Lezioni:**

- 1. Introduzione.** Richiami sulle metodologie di base introdotte nel corso di Elementi di Controlli Automatici I e sul progetto delle reti correttive e dei regolatori standard eseguito nel dominio delle frequenze.
- 2. Il metodo del luogo delle radici.** Definizione del luogo delle radici. Proprietà del luogo delle radici. Alcuni esempi di luoghi delle radici. Il contorno delle radici.
- 3. Il progetto analitico dei regolatori.** La sintesi diretta. I filtri di Butterworth e di Bessel come modelli di riferimento. Estensioni della sintesi diretta: sistemi a fase non minima, instabili e con ritardi finiti. Progetto per allocazione dei poli. Regolatori a due gradi di libertà.
- 4. Sistemi in retroazione non lineari.** Stati di equilibrio e stabilità. Il metodo della funzione descrittiva. Estensioni del metodo della funzione descrittiva. I criteri del cerchio e di Popov. Metodo grafico per l'analisi dei sistemi a relè. Linearizzazione dei sistemi a relè mediante vibrazione imposta (parzializzazione).
- 5. Sistemi di controllo digitali.** Generalità sul controllo digitale. La trasformata Z. Antitrasformazione Z delle funzioni razionali. Corrispondenza fra il piano s e il piano z - aliasing. La funzione di trasferimento discreta  $G(z)$ . Conversione dal tempo continuo al tempo discreto. La funzione di risposta armonica discreta. Progetto dei regolatori digitali. La sintesi diretta di regolatori digitali. Scelta della frequenza di campionamento e progetto del filtro antialiasing.

**Esercitazioni :**

Soluzione di esercizi in aula ed esercitazioni al calcolatore in ambiente Matlab.

**Testi / Bibliografia**

**G. MARRO, Controlli automatici - 5a edizione**, Zanichelli, 2004.

**G. MARRO, TFI: insegnare ed apprendere i controlli automatici di base con Matlab**, Zanichelli 1998.

Una raccolta di esercizi commentati e risolti con TFI è contenuta nel CD-ROM allegato al primo dei precedenti volumi.

**Di consultazione:**

**G.F. Franklin, J.D. Powell. A. Emami-Naeini, Feedback Control od Dynamic Systems - 3rd edition**, Addison-Wesley.

**G.F. Franklin, J.D. Powell. M.L. Workman, Digital Control od Dynamic Systems**, Addison-Wesley.

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni. Le esercitazioni si terranno in parte in aula e in parte in laboratorio informatico. Propedeuticità consigliate: *Elementi di Controlli automatici I*.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale con utilizzo del calcolatore.

**Strumenti a supporto della didattica**

Matlab e TFI, un particolare ambiente di progettazione assistita per i sistemi di controllo in retroazione sia a tempo continuo sia a tempo discreto.

**45164 - CONTROLLO DEI PROCESSI INDUSTRIALI LS**

<b>Docente:</b>	BONIVENTO CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso è volto ad illustrare le principali problematiche dei moderni sistemi di automazione industriale. Dopo una introduzione generale sul moderno concetto di automazione industriale e sulle architetture più comuni, il corso si sviluppa in tre macro argomenti: la Computer Integrated Manufacturing (CIM), il controllo logico mediante PLC e la modellazione e l'analisi dei sistemi di produzione mediante reti di Petri.

**Programma / Contenuti**

Architetture di controllo industriale  
 L'automazione dei processi industriali  
 Storia dell'automazione moderna  
 Computer Integrated Manufacturing (CIM)  
 Gerarchie di controllo  
 Sistemi di controllo real time  
 Reti informatiche per l'Automazione  
 Il controllore logico programmabile (PLC)  
 Cenni storici  
 Architettura hardware e software  
 La norma IEC 61131-3  
 Il linguaggio a contatti  
 Programmazione tramite Sequential Functional Chart (SFC)  
 Il GEMMA  
 Modellistica di processi mediante reti di Petri  
 Introduzione ai sistemi ad eventi discreti: modelli e rappresentazioni  
 Definizione e proprietà delle Reti di Petri: raggiungibilità, limitatezza e liveness  
 Analisi mediante rappresentazione matriciale  
 Analisi mediante grafo di raggiungibilità

**Testi / Bibliografia**

Claudio Bonivento, Luca Gentili, Andrea Paoli, Sistemi di automazione industriale - Architetture e controllo, McGraw-Hill, ISBN 8838664404, 2006.

**Metodi didattici**

Lezioni, esercitazioni

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova scritta riguardante la scrittura di un programma di controllo logico per PLC, la modellazione ed analisi con reti di Petri di un sistema di produzione ed una o più domande di teoria.

Chi volesse può effettuare anche una prova orale consistente nella discussione di un progetto (presentato a lezione) di software per PLC.

**Strumenti a supporto della didattica**

- PC e videoproiettore.
- Lavagna luminosa.
- Programmi di simulazione.

**45164 - CONTROLLO DEI PROCESSI INDUSTRIALI LS**

<b>Docente:</b>	BONIVENTO CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso è volto ad illustrare le principali problematiche dei moderni sistemi di automazione industriale. Dopo una introduzione generale sul moderno concetto di automazione industriale e sulle architetture più comuni, il corso si sviluppa in tre macro argomenti: la Computer Integrated Manufacturing (CIM), il controllo logico mediante PLC e la modellazione e l'analisi dei sistemi di produzione mediante reti di Petri.

**Programma / Contenuti**

- Architetture di controllo industriale
- L'automazione dei processi industriali
- Storia dell'automazione moderna
- Computer Integrated Manufacturing (CIM)
- Gerarchie di controllo
- Sistemi di controllo real time
- Reti informatiche per l'Automazione
- Il controllore logico programmabile (PLC)
- Cenni storici
- Architettura hardware e software
- La norma IEC 61131-3
- Il linguaggio a contatti
- Programmazione tramite Sequential Functional Chart (SFC)
- Il GEMMA
- Modellistica di processi mediante reti di Petri
- Introduzione ai sistemi ad eventi discreti: modelli e rappresentazioni
- Definizione e proprietà delle Reti di Petri: raggiungibilità, limitatezza e liveness
- Analisi mediante rappresentazione matriciale
- Analisi mediante grafo di raggiungibilità

**Testi / Bibliografia**

Claudio Bonivento, Luca Gentili, Andrea Paoli, Sistemi di automazione industriale - Architetture e controllo, McGraw-Hill, ISBN 8838664404, 2006.

**Metodi didattici**

- Lezioni, esercitazioni

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova scritta riguardante la scrittura di un programma di controllo logico per PLC, la modellazione ed analisi con reti di Petri di un sistema di produzione ed una o più domande di teoria. Chi volesse può effettuare anche una prova orale consistente nella discussione di un progetto (presentato a lezione) di software per PLC.

**Strumenti a supporto della didattica**

- PC e videoproiettore.
- Lavagna luminosa.
- Programmi di simulazione.

**41540 - CONVERSIONE ELETTROMECCANICA DELL'ENERGIA**

L

<b>Docente:</b>	FILIPPETTI FIORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**47667 - CONVERSIONE STATICA DELL'ENERGIA LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	TANI ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

- Principi di base della conversione statica.
- Strutture elementari di convertitori statici AC/DC, DC/DC, DC/AC per applicazioni civili ed industriali.
- Tecniche di controllo per convertitori statici in commutazione.
- Applicazioni dell'elettronica di potenza in collegamento alla rete elettrica.

**Programma / Contenuti*****Ponti raddrizzatori monofase e trifase***

- Effetti prodotti dall'impedenza di rete
- Carichi di tipo ohmico-capacitivo.
- Impatto sulla rete di alimentazione
- Funzionamento come inverter

***Inverter a tensione impressa (VSI)***

- Topologia
- Modulazione PWM sinusoidale e ad onda quadra
- Forme d'onda
- Ripple di corrente

***Trasformazioni Trifase/Bifase***

- Definizioni
- Proprietà

***Tecniche di controllo per VSI***

- Limiti della tecnica di modulazione PWM sinusoidale
- Tecnica di modulazione SVM
- Ottimizzazione del ripple di corrente

***Tecniche di controllo dei convertitori DC/DC***

- Regolatori di tensione e di corrente

***Tecniche di controllo dei convertitori DC/AC***

- Regolazione in corrente dell'inverter

- Regolatori ad isteresi
- Regolatori PWM su assi fissi e assi rotanti
- Regolatore digitale predittivo

#### **Sistemi di conversione statica dell'energia elettrica**

- Inverter per azionamenti elettrici
- UPS

#### **Sistemi per il condizionamento della potenza**

- Filtri attivi
- Tecniche di controllo dei filtri attivi
- Raddrizzatore "sinusoidale"

#### **Connessione a sistemi per la produzione dell'energia**

- Turbine
- Eolica
- Fotovoltaico
- Cella a combustibile

#### **Connessione a sistemi per l'accumulo dell'energia**

- SMES
- Supercondensatori
- Batterie di accumulatori
- Volani

#### **Sistemi di interfaccia controllo/potenza**

- Dispositivi Driver

#### **Esercitazioni in Laboratorio:**

Introduzione all'uso di MATLAB e SIMULINK

Ponte raddrizzatore con rete reale e carico RL, RC, RLC

Ponte non controllato

Ponte controllato

Esercitazioni sulle trasformate in ambiente MATLAB

Convertitori DC/DC, tecniche di controllo

Convertitori DC/AC, mono e trifase, tecniche di controllo, su assi fissi e assi rotanti.

### **Testi / Bibliografia**

Le diapositive proiettate durante le lezioni sono disponibili.

Titolo: Elettronica di potenza. Convertitori e applicazioni

Autori: Mohan Ned, Undeland Tore M., Robbins William P.

Curato da Castelli Dezza F.

Editore: Hoepli

Data di Pubblicazione: 2005

ISBN: 8820334283

Pagine: XIV-482

### **Metodi didattici**

Le lezioni sono integrate con esercitazioni al calcolatore nella aula didattica del DIE.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Relazione sul progetto di un convertitore statico e sua simulazione.

Colloquio orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni sono svolte con l'ausilio di PC e videoproiettore (Power Point). Dei PC sono disponibili presso la sala didattica del DIE per la simulazione di convertitori statici.

**44811 - CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI LS**

<b>Docente:</b>	BIGNOZZI MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze sui processi di corrosione e degrado dei materiali (metallici, polimerici, etc.) e sulla progettazione dei sistemi di protezione nei settori dell'Ingegneria.

**Programma / Contenuti**

Concetti base della corrosione nei materiali metallici: morfologia dei fenomeni corrosivi, velocità ed intensità dell'attacco corrosivo, tipologie di corrosione. Corrosione umida. Aspetti termodinamici: equazione di Nerst, tensioni d'elettrodo, diagrammi potenziale-pH (diagrammi di Pourbaix). Aspetti cinetici: curve caratteristiche tensione/corrente, la polarizzazione. Sovratensioni catodiche ed anodiche. Fenomeni di passivazione e condizioni di passività. Forme di corrosione localizzata: selettiva, sotto sforzo e a fatica, per contatto galvanico, per turbolenza, abrasione, cavitazione, etc. Metodi di protezione dei materiali metallici dalla corrosione. Pretrattamenti (termici, meccanici e chimici) della superficie e protezione mediante rivestimenti superficiali: organici ed inorganici (metallici e non). Protezione elettrica: protezione catodica ed anodica. Inibitori di corrosione. Corrosione secca: aspetti termodinamici e cinetici. Degrado di materiali non metallici: meccanismi e sistemi di protezione. Materiali resistenti alla corrosione ad alte temperature. Ambienti corrosivi e modalità di scelta dei materiali più idonei.

**Testi / Bibliografia**

P. Pedferri - Corrosione e protezione dei materiali metallici - Clup Editore; G. Bianchi, F. Mazza - Corrosione e protezione dei metalli - AIM 2000

**Metodi didattici**

Lezioni frontali. Alcune ore saranno dedicate ad esercitazioni pratiche che verranno svolte in laboratorio. Durante il corso verrà svolta una visita di istruzione presso un'azienda del settore metallurgico specializzata nei trattamenti protettivi dell'acciaio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna luminosa, lavagna

**29182 - COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE M**

<b>Docente:</b>	MORELLI PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire nozioni specialistiche sul calcolo a normativa di serbatoi e recipienti a pressione con particolare riguardo a saldature, bocchelli, flange e gonne.

**Programma / Contenuti**

Dimensionamento del fasciame di recipienti cilindrici e sferici. Dimensionamento di fondi ellittici, conici e toro-sferici. Dimensionamento dei rinforzi in fori, bocchelli e passi d'uomo. Dimensionamento di flange ed accoppiamenti flangiati. Scambiatori di calore. Rinforzi contro instabilità da sovrappressioni esterne. Calcolo delle saldature. Elementi di meccanica della frattura.

**Testi / Bibliografia**

1) Norma Europea EN 13445 "Unfired Pressure Vessels" 2) Harvey "Pressure Vessel Design"

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto

**17492 - COSTRUZIONE DI MACCHINE AUTOMATICHE E ROBOT LS**

<b>Docente:</b>	ZUCHELLI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**58139 - COSTRUZIONE DI MACCHINE L**

<b>Docente:</b>	MOLARI PIER GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Studio e applicazione dei metodi per il progetto e la costruzione delle macchine

**Propedeuticità consigliate:**

Disegno Tecnico Industriale, Meccanica delle macchine, Tecnologia meccanica

**Programma / Contenuti**

La macchina e l'ingegnere

Metodi per il calcolo di stati tensionali e deformativi

Proprietà dei materiali da costruzione

L'importanza della tecnologia nella costruzione delle macchine

I metodi di rappresentazione delle macchine

Criteri di crisi a carichi statici e variabili nel tempo

Come stendere un fascicolo tecnico

Dimensionamento di organi di macchina e uso di pezzi commerciali

Normative per la carpenteria metallica e per gli organi di sollevamento

Come stendere una relazione su di un pezzo andato in avaria.

**Testi / Bibliografia**

- Shigley J. E., Mischke C. R., Budynas R.G.  
*Progetto e costruzione di macchine* McGraw-Hill Companies Milano 2004
- Juvinall R., Marshek K.M.  
*Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine*  
 Edizioni ETS, 2001, Pisa
- Hall A.S., Holowenko A.R., Laughlin H.G.  
*Theory and Problems of Machine Design*  
*Costruzione di Macchine*  
 Schaum's Outline series  
 McGraw-Hill Book Co. 1961

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Scritto e orale

**45213 - COSTRUZIONE DI MACCHINE LS**

<b>Docente:</b>	MOLARI PIER GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Avviare a progettare macchine semplici

**Programma / Contenuti**

- Complementi su stati tensionali e deformativi
- Complementi sui criteri di crisi a carichi statici e variabili nel tempo
- Rassegna critica dei metodi per la progettazione
- L'ufficio tecnico e l'azienda meccanica
- L'ingegnere meccanico costruttore di macchine
- Il progetto di una macchina semplice

**Testi / Bibliografia**

- Shigley J. E., Mischke C. R., Budynas R.G.  
*Progetto e costruzione di macchine* McGraw-Hill Companies Milano 2004
- Juvinall R., Marshek K.M.  
*Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine*  
 Edizioni ETS, 2001, Pisa
- Hall A.S., Holowenko A.R., Laughlin H.G.  
*Theory and Problems of Machine Design*  
*Costruzione di Macchine*  
 Schaum's Outline series  
 McGraw-Hill Book Co. 1961

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Valutazione degli elaborati e prova orale

## 55821 - COSTRUZIONE DI MACCHINE PER INGEGNERIA DI PROCESSO L

<b>Docente:</b>	MINAK GIANGIACOMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti al termine del corso conosceranno le problematiche inerenti il progetto e la costruzione di recipienti a pressione.

### Programma / Contenuti

Richiami di teoria dell'elasticità

Tensioni residue

Teoria membranale dei gusci a pressione:

- caso generale
- cilindro
- sfera
- fondo conico
- recipiente toroidale
- fondo ellittico

Teoria flessionale con esercizi

Tecnologie di costruzione dei recipienti a pressione

- saldatura
- forgiatura
- calandratura

### Testi / Bibliografia

VINCENZO DAL RE

- LEZIONI DEL CORSO DI COSTRUZIONI DI MACCHINE PER INGEGNERIA CHIMICA
- ESERCIZI DEL CORSO DI COSTRUZIONI DI MACCHINE PER INGEGNERIA CHIMICA  
ISBN: 88-85040-50-0, Progetto Leonardo

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto sulla teoria flessionale e orale sul resto del programma.

La sufficienza allo scritto è necessaria per passare all'orale, ma il voto è deciso interamente dalla prova orale.

## 44867 - COSTRUZIONE DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI LS

<b>Docente:</b>	DONDI GIULIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Dopo aver acquisito le nozioni riguardanti i materiali, le tecnologie ed i metodi di progetto, si deve acquisire la capacità di affrontare problemi progettuali, anche complessi, mediante idonei strumenti di calcolo.

**Programma / Contenuti****Il progetto stradale**

I gradi di progettazione successiva alla luce della Normativa vigente. Composizione di un progetto stradale ai livelli preliminare, definitivo ed esecutivo. Progettazione geometrica assistita: definizione e caratteristiche del modello digitale del terreno (DTM) su base raster e vettoriale. Progettazione mediante poligonale d'asse e per elementi. Illustrazione delle caratteristiche dei principali strumenti di progettazione stradale.

Diagramma delle velocità, distanze di visibilità, caratteristiche dei raccordi planimetrici.

Coordinazione plano-altimetrica del tracciato e criteri di Lamm.

**Costruzione dei rilevati e delle trincee**

Stabilità del piano di posa: carichi di rottura e di plasticizzazione; cedimenti immediati e differiti.

Stabilità delle scarpate: tecniche di discretizzazione e verifica, analisi comparativa dei metodi di Fellenius e Bishop, determinazione del miglioramento della stabilità mediante berlinesi tirantate e verifica degli ancoraggi.

Consolidamento dei piani di posa e delle scarpate. Problemi di addensamento: tecniche di campionamento e prove Proctor e C.B.R.

**I sottofondi stradali.**

Definizione della portanza; prova di carico con piastra (PLT): a ciclo unico ed a cicli ripetuti, definizione del coefficiente di costipamento; metodo HRB. Metodo CBR e FAA. Determinazione di K e Md ed E.

**Impiego dei Geosintetici**

Generalità sui geosintetici: geotessili tessuti e nontessuti, geogriglie, georeti, geocompositi, geocelle, geomembrane. Funzioni ed applicazioni dei geosintetici: separazione, rinforzo, filtrazione, drenaggio, rinforzo superficiale ed impermeabilizzazione. Caratteristiche fisico-chimiche dei principali geosintetici e dei polimeri; creep e creep apparente, durabilità e metodo dei coefficienti di sicurezza parziali. Riconoscimento pratico dei principali geosintetici. Prove di accettazione e caratterizzazione.

**Tecniche speciali**

Rilevati alleggeriti per terreni compressibili: impiego dell'argilla espansa, di polistirene espanso sinterizzato (EPS).

Tecniche di preconsolidamento con microdreni verticali (dreni a nastro) per cedimenti differiti;

Materie prime secondarie: reimpiego di materiali di scarto: il ROSE, ceneri volanti e loppe d'altoforno.

Stabilizzazioni delle terre con leganti idraulici: miscele binarie e ternarie.

**Sovrastrutture stradali****Superpave**

Il metodo SHRP-SUPERPAVE per il mix design dei conglomerati bituminosi con pressa giratoria. Prove sui leganti: RTFOT, pressure aging vessel, viscosimetro rotazionale, bending beam rehometer, DSR e DTT. Reologia dei conglomerati bituminosi: prove dinamiche, prove di creep, modulo complesso, influenza della temperatura e della frequenza.

**Metodi di Calcolo**

Calcolo a fatica delle sovrastrutture stradale flessibili. Individuazione della vita utile di progetto della sovrastruttura: rilievi di traffico, composizione del traffico di progetto, fattori di equivalenza dei veicoli, individuazione del traffico in ESA (equivalent standard axle). Metodi semiempirici; Road Note 29, AASHO (PSI, IS), esempi di calcolo. Metodi razionali: Bisar, leggi di fatica, esempi di calcolo. I Cataloghi delle sovrastrutture stradali. Pavimentazioni cementizie: Westergaard, Burmister-Peltier, Hogg. Influenza della temperatura: variazioni stagionali, variazioni giornaliere.

Tecniche di controllo: falling weight deflectometer, trave di Benkelman.

**Opere d'arte**

**Opere tradizionali**

Spinta delle terre in regime rigido-plastico: Rankine, Columb, Muller-Breslau. Condizioni al contorno: geometria dell'estradosso e attrito struttura-terreno, grafici di progetto NAV-FAC. Opere tradizionali: muri in c.a. in condizioni particolari: terreno a tergo stratificato, presenza di battente idraulico. Muri in zona sismica: metodi di Mononobe-Okabe e Normativa Italiana (D.M. 16-1-1996).

**Opere speciali**

Spinta delle terre in regime elasto-plastico ed interazione terreno-struttura: influenza dell'OCR del terreno e della profondità secondo Janbu sul coeff. (kj) di spinta delle terre. Opere speciali: berlinesi a più livelli di ancoraggio.

**Terre rinforzate**

Caratteristiche delle terre rinforzate. Definizioni di macrorinforzo e microrinforzo. Criteri di calcolo: verifiche di stabilità esterne ed interne, cuneo attivo e passivo, altezza limite, lunghezza minima dei rinforzi. Esempi applicativi: tecnica "wrap-around", Terre Armate, Textomur, Conwall. Modalità di messa in opera

**Sottovia scatolari a spinta**

Campi d'impiego. Caratteristiche geometriche e strutturali: scatolare, platea di varo, muro reggispinta. Criteri di calcolo: spinta in fase di varo e di esercizio.

**Gallerie**

Indagini preliminari: sismica a rifrazione, cross-hole, down-hole, sondaggi a carotaggio dalla superficie e dal fronte di scavo, cunicolo pilota. Le tecniche di scavo. Determinazione della spinta del terreno: teoria dell'effetto arco secondo terzaghi, classifica dell'ammasso roccioso secondo Bieniawski e metodo del rock mass rating (RMR).

Rivestimenti: rivestimento provvisorio e definitivo, criteri di calcolo mediante le curve caratteristiche ed i modelli FEM, tipologie costruttive. Gallerie sotto falda. Consolidamenti del fronte di scavo in condizioni difficili. Impianti di ventilazione. Controlli in fase di realizzazione.

**Sicurezza stradale**

Caratteristiche della rete stradale nazionale, classificazione e caratteristiche geometriche delle strade. L'incidentalità: cause e politiche europee per la sicurezza stradale. Fattori che influenzano la sicurezza stradale: aderenza e regolarità. Sistemi di gestione delle strade: il Catasto stradale, costituzione, gestione ed aggiornamento. Il GPS nella costituzione del Catasto stradale.

**Pavimentazioni ad elevata aderenza**

Conglomerati bituminosi drenanti e fonoassorbenti. Conglomerati bituminosi antiskid. Conglomerati bituminosi tipo splintmastixasphalt.

**Barriere di Sicurezza**

Evoluzione della Normativa Italiana ed Europea. Criteri di classificazione delle barriere. Livelli di Contenimento ed Indici di Severità. Limiti di accettazione: parametri ASI, THIV, e PHD. Criteri di posizionamento ed ancoraggio. Prove di inpatto (crash tests).

**Aeroporti**

Caratteristiche geometriche dell'"Air side". Piste di volo, Taxiways, e Piazzali di sosta: dimensioni, pendenze e segnaletica. Calcolo della sovrastruttura: metodi FAA e STBA. Prove di carico. Zone critiche e giunti tra pavimentazioni diverse. Gambe di forza e carico equivalente su ruota singola. Numero PCN dell'aerostazione e dell'aeromobile. Calcolo delle sovrastrutture flessibili e rigide.

Drenaggio delle piste e dei piazzali.

**Ferrovie**

Armamento ferroviario: armamento per alta velocità, piastre di armamento in c.a. Composizione della sovrastruttura ferroviaria.

Normativa ferroviaria.

Opere di sostegno delle terre: Tipologie tradizionali e con leganti modificati. Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Inerti granulari: composizione granulometrica a fuso continuo e discontinuo; inerti

granulari stabilizzati. Misti cementati. Progettazione e mix-design dei conglomerati bituminosi: metodo francese. Prova Marshall: % di bitume, granulometria, indice dei vuoti, percentuale di filler. Sovrastrutture rigide: progettazione dei conglomerati cementizi: % di cemento, inerti, acqua: Resistenza, confezione, posa e giunti.

### Testi / Bibliografia

- G. TESORIERE, *Costruzioni di Strade, Ferrovie ed Aeroporti*.
- F. GIANNINI e P. FERRARI, *Costruzioni stradali e ferroviarie*.
- A. GOMES CORREIA, *Flexible Pavements*, Balkema, 1996, ISBN 90 5410 523 2

### Metodi didattici

Le lezioni teoriche saranno integrate da esercitazioni pratiche di gruppo.

Esercitazioni.

Le esercitazioni consistono nella progettazione, assistita mediante elaboratore, della parte geometrica di un tronco stradale. Ad ogni gruppo di tre studenti vengono forniti, in comodato temporaneo gratuito:

- cartografia numerica; software di progettazione CivilDesign (DIGICORP) con relativo manuale d'uso in formato .pdf su CD;
- chiave hardware di protezione per la porta parallela del PC.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

lavagna luminosa, presentazioni con proiettore digitale

## 50944 - COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI

<b>Docente:</b>	DONDI GIULIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Acquisire le nozioni fondamentali riguardanti i materiali, le tecnologie ed i metodi di progetto delle infrastrutture stradali, ferroviarie ed aeroportuali.

### Programma / Contenuti

Problematiche di progettazione delle infrastrutture viarie. Problemi della sicurezza e dell'ambiente. Il rapporto veicolo-uomo-strada. Sinistrosità. Analisi del rischio. Nuovo approccio metodologico progettuale.

Traffico: Indici di traffico. Capacità. Flussi. Velocità.

Progetto stradale: Nuova normativa. La filosofia della progettazione integrata.

La Geometria del tracciato stradale.

Il Corpo stradale.

La Spinta delle terre e le opere di sostegno. Equilibrio delle terre. Coulomb. Rankine. Spinta attiva e passiva.

Ferrovie: Le grandi problematiche italiane ed europee. Sovrastruttura: elementi compositivi e materiali.

Scartamento. Rotaie. Traversine. Stazioni. Alta Velocità: scelta progettuale e attuali realizzazioni.

Sovrastrutture stradali: Problematiche. Tipologie. Strati superficiali. Strati di base. Strati di fondazione.

Pavimentazioni rigide. Trattamenti superficiali. Microtappeti a freddo. Conglomerati drenanti. Reologia dei

conglomerati bituminosi. Bitumi modificati. Controlli sulla pavimentazione (capacità portante, aderenza, regolarità). Prove sui materiali stradali in opera. Materiali lapidei. Bitumi. Emulsioni bituminose.

### Testi / Bibliografia

Giuseppe Tesoriere, Strade, ferrovie ed aeroporti, Torino, UTET.

Paolo Ferrari, Franco Giannini, Geometria e progetto di strade, Milano, Isedi, 1977.

Tommaso Esposito, Raffaele Mauro, Fondamenti di Infrastrutture viarie: 1 - La geometria stradale, Benevento, Hevelius, 2001.

Tommaso Esposito, Raffaele Mauro, Fondamenti di Infrastrutture viarie: 2 - La progettazione funzionale delle strade, Benevento, Hevelius, 2003.

### Metodi didattici

Le lezioni teoriche saranno integrate da esercitazioni pratiche di gruppo.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

### Strumenti a supporto della didattica

presentazioni con proiettore digitale

## 58537 - COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE L (3 CFU)

**Docente:** FILIPPETTI FIORENZO

**Corso di Laurea:** 0047 - Ingegneria elettrica

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire agli allievi una metodologia generale per il progetto di macchine elettriche. Si assumono come casi pratici di progetto i trasformatori di potenza ed i motori ad induzione.

### Programma / Contenuti

#### *Richiami sui circuiti magnetici*

Circuito magnetico. Materiali magnetici. Tensione magnetica e riluttanza. Utilizzo dei materiali magnetici, traferri. Leggi dei circuiti magnetici. Caratteristica di magnetizzazione. Analisi e progetto di reti magnetiche.

#### *Progetto*

Logica di progetto di un dispositivo: progetto di massima e calcolo di verifica; le grandezze di specifica e le relative tolleranze; Grandezze a scelta progettuale fissa e grandezze a scelta progettuale possibile in un determinato intervallo di fattibilità. Il progetto fattibile. Il progetto ottimizzato. Verifica e criteri di correzione delle scelte progettuali.

#### *Questioni generali sul dimensionamento delle macchine elettriche*

Formule per il progetto di massima. Coefficienti di utilizzazione. Macchine simili. Normalizzazione delle dimensioni e delle potenze. Tipi di raffreddamento e tipi di servizio. Progetto di massima del trasformatore. Progetto di massima del motore ad induzione. Cenni sul progetto di massima di altri tipi di macchine.

#### *Progetto del trasformatore*

Dati di specifica e scelte progettuali. Dimensionamento del circuito magnetico e calcolo del numero di spire. Dimensionamento degli avvolgimenti. Calcolo degli spessori isolanti e degli ingombri assiali e radiali. Calcoli di verifica per rendimento, rapporto perdite e caduta di tensione. Calcolo della tensione di corto circuito e delle corrente a vuoto. Dimensionamento del contenitore. Calcoli di verifica termica.

#### *Elementi di progetto automatico*

Il progetto automatico di una macchina elettrica. Formule di progetto: il caso del trasformatore, il caso del motore ad induzione. Algoritmi automatici di correzione delle scelte progettuali: il metodo della funzione pilota; il metodo della dispersione; cenni su altri algoritmi di correzione automatica. Flow-chart logica di un programma di progetto automatico. Ambienti di calcolo adatti per il progetto automatico.

### Testi / Bibliografia

- R. Sacchetti: Calcolo delle macchine elettriche, Pitagora Editrice, Bologna  
 E. Pagano, A. Perfetto: Costruzioni elettromeccaniche, Editrice Massimo, Napoli  
 G. Someda: Costruzione delle macchine elettriche, Editrice Patron, Bologna

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni con l'uso del computer

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede una parte scritta ed una parte orale

### Strumenti a supporto della didattica

Ambienti software di lavoro per il progetto di macchine

## 44878 - COSTRUZIONI FERROVIARIE E AEREOPORTUALI LS

<b>Docente:</b>	VOLTA BECCADELLI GRIMALDI ETTORE
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 44700 - COSTRUZIONI IDRAULICHE E PROTEZIONE IDRAULICA DEL TERRITORIO LS

<b>Docente:</b>	BRATH ARMANDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire un panorama completo sulle infrastrutture idrauliche che riguardano l'ingegneria civile e ambientale nonché le conoscenze necessarie per la progettazione avanzata delle opere di maggior interesse nella sistemazione dei corsi d'acqua.

### Programma / Contenuti

#### **Idraulica delle correnti a pelo libero:**

Moto uniforme. Profili di rigurgito di correnti gradualmente variate in alvei prismatici e naturali. Situazioni di moto non lineare. Propagazione delle piene fluviali.

#### **Correnti in alvei erodibili e trasporto solido:**

Caratteristiche dei sedimenti ed inizio del moto. Fenomeni di instabilità del fondo; forme di fondo e loro effetto sulle resistenze al moto. Trasporto solido isolato al fondo e in sospensione. Formule per la previsione del trasporto solido. Configurazione di equilibrio di un tronco fluviale.

#### **Interventi di difesa idraulica ed idrogeologica del territorio:**

La gestione integrata della risorsa idrica e la difesa idraulica del territorio (inquadramento della normativa; l'esperienza delle Autorità di Bacino; la pianificazione degli interventi). Sistemazione dei versanti (cenni). Sistemazione dei torrenti: calcolo della pendenza di compensazione; briglie ordinarie e selettive; opere

longitudinali e repellenti. Sistemazioni fluviali e controllo delle piene: statica degli argini in terra; interventi intesi a modificare la scala di deflusso della sezione fluviale (rettifiche, modifiche della forma, rivestimenti); diversivi e scolmatori. Serbatoi di laminazione delle piene e casse di espansione. Preannuncio delle piene. Impatto delle opere idrauliche sul regime fluviale. Effetti indotti dalla presenza di opere idrauliche di controllo delle piene (arginature, serbatoi di laminazione, etc.) sulle aree a monte ed a valle della zona protetta. Effetti sui profili di pelo libero in moto permanente. Effetti indotti durante i fenomeni di piena.

#### **Regimi fluviali e regolazione dei deflussi**

Tipologie di opere di sbarramento ed elementi di dimensionamento. Opere idrauliche di un serbatoio. Derivazione senza regolazione. Traverso fluviali. Schemi di impianti idroelettrici. Problemi di moto vario negli impianti idroelettrici.

#### **Testi / Bibliografia**

- Materiale fornito dal docente
- Testi per approfondimenti degli argomenti trattati durante il corso:
- U. Maione e A. Brath, La sistemazione dei corsi d'acqua naturali, Ed. BIOS;
- U. Maione e A. Brath, Moderni criteri di sistemazione degli alvei fluviali, Ed. BIOS;
- U. Maione e A. Brath, La difesa idraulica del territorio, Ed. BIOS;
- U. Maione, Appunti di Idrologia 3: Le piene fluviali, La Goliardica Pavese;
- D. Citrini e G. Nosedà, Idraulica, Casa Editrice Ambrosiana.

#### **Metodi didattici**

- Metodi didattici
- Didattica frontale, esercitazioni al computer.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

- Prova scritta ed orale.

#### **Strumenti a supporto della didattica**

- Oltre ad i testi indicati, materiale fornito in forma cartacea dal docente.

## **44700 - COSTRUZIONI IDRAULICHE E PROTEZIONE IDRAULICA DEL TERRITORIO LS**

<b>Docente:</b>	BRATH ARMANDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

#### **Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire un panorama completo sulle infrastrutture idrauliche che riguardano l'ingegneria civile e ambientale nonché le conoscenze necessarie per la progettazione avanzata delle opere di maggior interesse nella sistemazione dei corsi d'acqua.

#### **Programma / Contenuti**

##### ***Idraulica delle correnti a pelo libero:***

Moto uniforme. Profili di rigurgito di correnti gradualmente variate in alvei prismatici e naturali (qualche situazione di moto non lineare). Propagazione delle piene fluviali.

##### ***Correnti in alvei erodibili e trasporto solido:***

Caratteristiche dei sedimenti ed inizio del moto. Fenomeni di instabilità del fondo; forme di fondo e loro effetto sulle resistenze al moto. Trasporto solido isolato al fondo e in sospensione. Formule per la previsione del trasporto solido. Configurazione di equilibrio di un tronco fluviale.

**Interventi di difesa idraulica ed idrogeologica del territorio:**

La gestione integrata della risorsa idrica e la difesa idraulica del territorio (inquadramento della normativa; l'esperienza delle Autorità di Bacino; la pianificazione degli interventi). Sistemazione dei versanti (cenni). Sistemazione dei torrenti: calcolo della pendenza di compensazione; briglie ordinarie e selettive; opere longitudinali e repellenti. Sistemazioni fluviali e controllo delle piene: statica degli argini in terra; interventi intesi a modificare la scala di deflusso della sezione fluviale (rettifiche, modifiche della forma, rivestimenti); diversivi e scolmatori. Serbatoi di laminazione delle piene e casse di espansione. Preannuncio delle piene. Impatto delle opere idrauliche sul regime fluviale. Effetti indotti dalla presenza di opere idrauliche di controllo delle piene (arginature, serbatoi di laminazione, etc.) sulle aree a monte ed a valle della zona protetta. Effetti sui profili di pelo libero in moto permanente. Effetti indotti durante i fenomeni di piena.

**Regimi fluviali e regolazione dei deflussi (cenni):**

Tipologie di opere di sbarramento ed elementi di dimensionamento. Opere idrauliche di un serbatoio. Derivazione senza regolazione. Traverso fluviali. Schemi di impianti idroelettrici. Problemi di moto vario negli impianti idroelettrici.

**Testi / Bibliografia**

- Materiale fornito dal docente
- Testi per approfondimenti degli argomenti trattati durante il corso:
  - U. Maione e A. Brath, *La sistemazione dei corsi d'acqua naturali*, Ed. BIOS;
  - U. Maione e A. Brath, *Moderni criteri di sistemazione degli alvei fluviali*, Ed. BIOS;
  - U. Maione e A. Brath, *La difesa idraulica del territorio*, Ed. BIOS;
  - U. Maione, *Appunti di Idrologia 3: Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese;
  - D. Citrini e G. Nosedà, *Idraulica*, Casa Editrice Ambrosiana.

**Metodi didattici**

Didattica frontale, esercitazioni al computer.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta ed orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Oltre ad i testi indicati, materiale fornito in forma cartacea dal docente.

**18568 - COSTRUZIONI IDRAULICHE URBANE**

<b>Docente:</b>	MAGLIONICO MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	5

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso intende fornire le basi dell'idrologia e delle costruzioni idrauliche utili per affrontare i principali problemi applicativi di queste discipline nel campo edilizio e urbanistico. Per questo motivo l'attenzione viene rivolta al dimensionamento delle opere e dei manufatti necessari per l'approvvigionamento idrico e lo smaltimento delle acque delle aree urbane.

**Programma / Contenuti**

L'idrologia ed il ciclo idrologico.

Il ciclo idrologico in ambito urbano. Osservazioni pluviometriche. Il bacino idrografico. La trasformazione afflussi deflussi. L'idrogramma di piena. Misura dei livelli idrometrici e stima delle portate liquide. Scala delle portate. Il bilancio idrologico. Esempi di calcolo relativi al bilancio idrologico.

Acquedotti

Fabbisogno idrico e sue variazioni nel tempo. Schemi generali. Opere di presa: da acque sotterranee (sorgenti e pozzi), da corsi d'acqua e da laghi. Adduttrici: a gravità o per sollevamento, in pressione o a pelo libero; studio del tracciato. Problemi di progetto e problemi di verifica. Portate massime in un'adduttrice. Piezometriche d'esercizio: statica, a tubi nuovi, a tubi usati. Serbatoi di testata e di estremità. Calcolo della capacità dei serbatoi. Dimensionamento della distribuzione: tipi di rete. verifica delle reti a ramificazioni aperte e a maglie chiuse. Sollevamenti: pompe e curve caratteristiche; punti di funzionamento; pompaggio diretto in una rete distributrice; cenni sulla protezione contro i colpi d'ariete. Tubazioni per acquedotti: materiali, criteri di scelta delle tubazioni; criteri di costruzione, pressione di esercizio, giunti e pezzi speciali. Apparecchiature accessorie, valvolame. Approvvigionamento idrico negli edifici.

**Fognature**  
 Generalità: scopo e tipi di rete. Calcolo delle acque nere: portate medie annue e di punta. Cenni sulla misura delle precipitazioni e sull'elaborazione statistica dei dati pluviometrici. Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica. Calcolo delle portate di origine meteorica: modello cinematico, modello di invaso. Dimensionamento idraulico dei collettori: sezioni tipiche, pendenze e velocità adottabili. Pozzetti di ispezione e manufatti di raccordo: salti, curve, confluenze, diramazioni, etc. Cenni su caditoie stradali, immissioni private, opere di ventilazione. Scaricatori di piena. Vasche di laminazione e di prima pioggia. Smaltimento delle acque dagli edifici.

### Testi / Bibliografia

- V. Milano, Acquedotti, Hoepli.  
 AA.VV., Sistemi di Fognatura. Manuale di progettazione, Hoepli.  
 A. Paoletti, Sistemi di fognatura e di drenaggio urbano, CUSL.  
 L. Da Deppo, C. Datei, Fognature, Ed. Cortina.  
 G. Ippolito, Appunti di Costruzioni Idrauliche, Liguori Editore.  
 G. Becciu, A. Paoletti, Esercitazioni di Costruzioni Idrauliche, CEDAM, 1999.

### Metodi didattici

Il corso si svolge tramite lezioni frontali ed esercitazioni. Nelle esercitazioni vengono illustrate, con esempi numerici, le tipologie di esercizi proposte durante la prova scritta.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta ed una orale facoltativa.  
 La prova scritta viene offerta con cadenza periodica dalla fine del corso ovvero in itinere, durante lo svolgimento del corso integrato di cui il modulo di Costruzioni Idrauliche Urbane fa parte.

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti a cura del docente messi a disposizione sulla pagina web personale.  
<http://www.costruzioni-idrauliche.ing.unibo.it/people/maglionico.htm>

## 44944 - COSTRUZIONI IN ACCIAIO, LEGNO E MATERIALI INNOVATIVI L

<b>Docente:</b>	SILVESTRI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso è il completamento del percorso formativo iniziato con "Tecnica delle Costruzioni" al II anno. In particolare, il corso intende fornire allo studente le capacità necessarie per concepire e progettare un sistema strutturale adatto a sostenere, in sicurezza, edifici di tipo civile nei confronti delle azioni dei carichi

permanenti e variabili. Le conoscenze ed abilità da conseguire da parte dello studente riguardano principalmente: la concezione strutturale degli edifici e la progettazione di strutture in acciaio e legno, con riferimento anche ai dettagli costruttivi ed alle Norme vigenti in materia.

## Programma / Contenuti

### Introduzione al corso

Programma & obiettivi

### Aspetti di base

Il processo progettuale ed il ruolo dell'ingegnere strutturista nella progettazione.

Le metodologie di verifica: metodo delle tensioni ammissibili e metodo degli stati limite.

Il quadro normativo di riferimento: normative italiane ed eurocodici.

Proprietà dei materiali più utilizzati nelle costruzioni (calcestruzzo, acciaio, legno, alluminio, ...).

### Il materiale acciaio ed i profili commerciali

Leghe Fe-C. Lavorazione siderurgica dell'acciaio. I processi di lavorazione. Composizione chimica e

diagramma di stato degli acciai. I trattamenti termici. Le prove meccaniche di caratterizzazione del materiale.

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio. I prodotti per le costruzioni in acciaio e la classificazione dei profili commerciali. Le imperfezioni meccaniche e geometriche.

### Strutture in acciaio: generalità

Proprietà delle strutture in acciaio ed aspetti progettuali fondamentali.

Vantaggi e svantaggi rispetto alle strutture in calcestruzzo armato.

### La concezione strutturale ed i metodi di analisi

I sistemi resistenti alle azioni verticali (sistemi di travi e pilastri).

I sistemi resistenti alle azioni orizzontali (i controventamenti verticali ed orizzontali, le strutture pendolari e i telai a trasmissione di momento).

Il sistema costruttivo a telai (il funzionamento, metodi di rappresentazione schematica e di analisi).

I metodi tradizionali per l'analisi di strutture a telaio.

Le metodologie di analisi agli elementi finiti (metodi di calcolo automatico).

### Strutture in acciaio: le verifiche dei singoli elementi strutturali

Le verifiche: deformabilità, resistenza e stabilità.

Le verifiche di deformabilità: limiti da normativa, schemi elementari, ed importanza nel dimensionamento.

Le verifiche di resistenza: criteri di resistenza (di Tresca e di Von Mises), zone diffusive e zone di Bernoulli, verifiche a sforzo normale, a taglio, a flessione semplice e composta.

Le verifiche di stabilità: stabilità dell'asta ideale (determinazione analitica del carico critico euleriano), stabilità dell'asta reale, il metodo omega, la stabilità laterale degli elementi inflessi (svergolamento), l'imbozzamento di pannelli d'anima, gli elementi composti.

### Strutture in acciaio: le unioni

Generalità: le unioni a parziale e a completo ripristino di sezione, unioni con e senza trasmissione di momento.

Unioni bullonate: aspetti teorici ed esempi numerici.

Unioni saldate: aspetti teorici ed esempi numerici.

Collegamenti tipici trave-trave.

Collegamenti tipici trave-colonna (nodo incastro, nodo semirigido, nodo a cerniera).

Collegamenti tipici colonna-fondazione (piastra di attacco, tirafondi, nervature di irrigidimento).

### Strutture in acciaio: tipologie strutturali

Fabbricati industriali monopiano: lamiera grecata, arcarecci, capriata, pilastri, controventamenti di falda e di parete, baraccatura laterale, piastra di attacco al plinto.

Edifici multipiano: tipologie di solai in acciaio, travi principali e secondarie, pilastri.

### Fondazioni

Fondazioni superficiali e profonde.

Plinto di fondazione.

Trave rovescia.

Platea di fondazione.

Pali di fondazione.

### **Strutture di legno**

Generalità: proprietà delle strutture in legno ed aspetti progettuali fondamentali.

La valutazione delle deformazioni massime ed il fluage.

La resistenza al fuoco.

### **Cenni ai criteri di progettazione di strutture con materiali innovativi**

Il materiale alluminio.

Proprietà delle strutture in alluminio ed aspetti progettuali fondamentali.

Campi di applicazione.

Unioni con nodi sferici.

Strutture reticolari spaziali in alluminio.

Esempi applicativi.

### **Esercitazioni:**

Illustrazione di esercizi svolti in aula.

Sviluppo di un progetto relativo a porzioni di un edificio monopiano industriale (capannone) a struttura metallica. La progettazione degli elementi strutturali facenti parte del sistema resistente alle azioni verticali.

La progettazione degli elementi strutturali facenti parte del sistema resistente alle azioni orizzontali. La progettazione dei collegamenti tipici tra gli elementi strutturali. La progettazione della piastra di base e del plinto di fondazione.

## **Testi / Bibliografia**

- P. Pozzati, C. Ceccoli, "Teoria e tecnica delle strutture", UTET
  - E. Giangreco, "Ingegneria delle strutture", UTET
  - E. Torroja, "La concezione strutturale", UTET
  - G. Ballio, F.M. Mazzolani, "Strutture in acciaio", Hoepli.
  - G. Ballio, C. Bernuzzi, 2004, "Progettare costruzioni in acciaio", Hoepli.
  - N. Scibilia, 2005, "Progetto di strutture in acciaio", 4° ed., Dario Flaccovio Editore.
  - V. Nunziata, 2000, "Teoria e pratica delle strutture in acciaio", 2° ed., Dario Flaccovio Editore.
  - F. Hart, W. Henn, H. Sontag, 1982, "Architettura Acciaio Edifici Civili", 2° ed., FINSIDER Gruppo IRI (edizione FINSIDER in lingua italiana del volume "Stahlbauatlas-Geschossbauten", 2° ed., pubblicato dall'Institut für Internationale Architektur-Dokumentation di Monaco).
  - R. Lancellotta, J. Calavera, 1999, "Fondazioni", McGraw-Hill.
  - C. Viggiani, 1999, "Fondazioni", Hevelius Edizioni.
  - M. Piazza, R. Tomasi, R. Modena, 2005, "Strutture in legno", Hoepli.
- Dalla collana tecnico-scientifica per la progettazione delle strutture in acciaio, ITALSIDER:
- L.F. Donato, L. Sanpaolesi, 1970, "Gli acciai e la sicurezza delle costruzioni", Volume I.
  - L. Finzi, E. Nova, 1971, "Elementi strutturali", Volume IV.
  - D. Danieli, F. De Miranda, 1971, "Strutture in acciaio per l'edilizia civile e industriale", Volume VI.

## **Metodi didattici**

Lezioni frontali prevalentemente alla lavagna (raro utilizzo di presentazioni Power-Point).

Esercitazioni pratiche in aula con sviluppo di progetto personalizzato.

## **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Verifica del progetto individuale.

Esame orale finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

- Eventuali dispense fornite dal docente.
- Presentazioni Power-Point.
- Software tecnici per l'analisi strutturale.

**44943 - COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO E MURATURA L**

<b>Docente:</b>	MAZZOTTI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso è il completamento del percorso formativo iniziato con Tecnica delle Costruzioni al II anno. In particolare, il corso intende fornire una serie di conoscenze e metodi "operativi" che mettano in condizione lo studente di svolgere compiutamente la progettazione di una struttura in calcestruzzo armato. Questi strumenti trovano la loro applicazione pratica nell'ambito delle attività effettuate all'interno del laboratorio di strutture.

**Le conoscenze**

e abilità da conseguire da parte dello studente riguardano principalmente: i metodi di progetto e verifica delle strutture in c.a., le basi relative alla progettazione delle strutture di fondazione, la progettazione delle strutture in muratura, i fondamenti delle tecniche di progettazione mediante materiali fibrorinforzati (FRP).

**Programma / Contenuti**

- Metodi di Progetto e verifica a flessione delle sezioni in c.a. secondo la metodologia semiprobabilistica agli stati limite ultimi
  - o Generalità
  - o La sezione con armatura doppia: regole per i vari campi di rottura. Esempi
  - o L'uso di tabelle per il progetto delle sezioni con esempi
  - o L'implementazione delle tabelle in semplici codici di calcolo. Esempi
- La verifica allo stato limite ultimo di una sezione in c.a. sottoposta a presso-flessione:
  - o Il calcolo dei domini di interazione
  - o Uso dei domini di interazione per il dimensionamento delle armature
  - o La valutazione del margine di sicurezza con esempi.
- Strutture di fondazione:
  - o Generalità, ruolo delle fondazioni.
  - o Tipologie di fondazioni (superficiali e profonde) e loro impiego
  - o Richiami sulle proprietà del terreno e sulla spinta delle terre
  - o Il calcolo della pressione limite del terreno: teoria di Coulomb e di Rankine.
  - o Il carico limite secondo Terzaghi
  - o Cenni alle proprietà del terreno alla Winkler
  - o Calcolo del plinto di fondazione con esempi

- o Calcolo della trave rovescia di fondazione
- o Calcolo dei pali di fondazione: la resistenza di punta e laterale
- Il calcolo degli edifici in muratura:
- o Generalità, la concezione planimetrica dell'edificio
- o Murature in blocchi artificiali e naturali
- o Regole per il dimensionamento semplificato
- o Valutazione delle proprietà meccaniche del maschio murario
- o Il calcolo delle eccentricità del maschio murario
- o La verifica per azioni verticali: tensioni ammissibili e stato limite ultimo
- o La verifica per azioni orizzontali: tensioni ammissibili e stato limite ultimo
- o Esempi di calcolo
- Cenni al rinforzo delle strutture in c.a. mediante materiali compositi

### Testi / Bibliografia

- P. Pozzati "Teoria e tecnica delle strutture" UTET
- E. Giangreco "Ingegneria delle strutture" UTET
- A. Migliacci, F. Mola "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.", Masson Ed.
- R. Lancellotta "Fondazioni" Mc Graw Hill
- V. Nunziata "Teoria e pratica delle strutture in cemento armato" V. 1 e 2, Dario Flaccovio Ed.

### Metodi didattici

- Lezioni frontali ed esercitazioni pratiche in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

- Esame orale finale

### Strumenti a supporto della didattica

- Presentazioni Power Point
- Software tecnici e fogli excel per l'analisi strutturale

## 11704 - COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

<b>Docente:</b>	DIOTALLEVI PIER PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Programma / Contenuti

#### *Richiami di elementi di sismologia*

Cause dei terremoti. Fuoco, magnitudo, intensità, energia e loro correlazioni. Tipi e caratteri delle onde sismiche. Velocità delle onde sismiche, leggi di propagazione. Misura delle onde sismiche. Sismografi. Zonazione e microzonazione sismica.

#### *Richiami di dinamica delle strutture*

Oscillatore semplice. Oscillazioni libere e forzate con e senza smorzamento (forzante armonica, periodica, generica). Integrale di Duhamel. Oscillatore semplice con spostamento impresso alla base. Risposta di un oscillatore semplice ad un sisma. Spettro di risposta (accelerazione, velocità, spostamento). Sistemi strutturali elastici a più gradi di libertà a masse concentrate. Vibrazioni libere. Coordinate principali, disaccoppiamento delle equazioni del moto, analisi modale, tecniche numeriche. Risposta di un sistema strutturale ad un sisma. Coefficiente di partecipazione. Criteri per la determinazione degli stati di sollecitazione e di deformazione. Metodi di integrazione numerica delle equazioni del moto. Osservazioni sullo smorzamento. Dinamica dei

sistemi continui: vibrazioni libere e risposta a un sisma. Analisi dinamica e sismica di mensola deformabile per flessione e mensola deformabile per taglio. Analogie con edifici.

*Analisi sismica degli edifici con criteri statici*

Criteri informativi e prescrizioni delle norme vigenti. Sistemi strutturali piani: ripartizione delle azioni orizzontali. Elementi a deformabilità simile. Pareti con fori: soluzione di Roeman-Back e soluzione semplificata. Elementi deformabili a flessione e a taglio. Pareti e telai associati. Mensola equivalente. Sistemi spaziali di irrigidimenti: elementi a deformabilità simile, soluzione generale al continuo, soluzione generale al discreto.

*Analisi dinamica di sistemi spaziali.*

*Risposta sismica di strutture a comportamento non lineare.*

Duttilità di una sezione e di un elemento strutturale per azioni monotone e cicliche. Cerniera plastica. Oscillatore semplice con comportamento elasto-plastico sotto azione sismica. Spettri di risposta non lineari: definizione di livello di progetto. Coefficiente di struttura: definizione e metodi di valutazione. Progetto a duttilità controllata. Sistemi a molti gradi di libertà: procedimenti generali di calcolo per azione sismica. Indicazioni normative italiane e straniere (in particolare Eurocodice n. 8). Strutture ad un grado di libertà: misura della duttilità. Sistemi a più gradi di libertà: misura della duttilità.

*Criteri di progettazione delle strutture per tipologia e particolari costruttivi.*

Strutture di c. a.: telai, pareti strutture a pannelli. Strutture metalliche. Controventamenti eccentrici. Strutture prefabbricate.

*Costruzioni di muratura*

Modelli di comportamento degli edifici. Metodi per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature. Criteri di calcolo di un maschio murario, di una parete e di un edificio completo. Normativa sulle costruzioni di muratura. Telai tamponati con muratura.

*Esempi di progettazione in zona sismica.*

Esame di progetti.

*Ripristino, miglioramento ed adeguamento sismico di costruzioni esistenti.*

Criteri per l'adeguamento sismico delle più ricorrenti tipologie strutturali e costruttive. Tecniche di riparazione dei danni provocati dal sisma.

*Interazione terreno struttura in zona sismica*

Criteri generali per lo studio dell'interazione. Fondazioni superficiali e profonde. La liquefazione dei terreni. Azioni sismiche contro le pareti di contenimento dei terreni.

*Tecniche avanzate di protezione sismica delle costruzioni.*

Criteri, tecniche e metodi di progettazione per strutture dotate di isolamento sismico e di sistemi di dissipazione

*Strutture particolari in zona sismica.*

Sili e serbatoi.

*Elaborazione di un progetto di strutture in zona sismica.*

## 14562 - DIAGNOSTICA E SPERIMENTAZIONE DELLE STRUTTURE LS

<b>Docente:</b>	DI LEO ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Programma / Contenuti

**ESTENSIMETRI ELETTRICI A VARIAZIONE DI RESISTENZA** 1) Caratteristiche tecniche. 2) Fattore di taratura. 3) La resistenza equivalente del circuito a ponte di Wheatstone. 4) Condizione di equilibrio del circuito a ponte. 5) Sensibilità del circuito a ponte: definizione e applicazione ai circuiti in parallelo. 6) Sensibilità del circuito a ponte con un solo estensimetro attivo. 7) Sensibilità del circuito a ponte con due estensimetri attivi su rami in serie. 8) Sensibilità del circuito a ponte con due estensimetri attivi su rami opposti in parallelo. 9) Sensibilità del circuito a ponte con più estensimetri attivi su un unico ramo. 10) Configurazioni estensimetriche a ponte per la correzione dell'eccentricità del carico nelle prove monoassiali. 11) Configurazioni estensimetriche a ponte per la correzione dell'effetto Joule (compensazione termica). 12) Configurazioni estensimetriche autocompensate per aumentare la sensibilità del ponte sfruttando l'effetto Poisson. 13) Configurazioni estensimetriche autocompensate per aumentare la sensibilità del ponte nelle prove di flessione e loro efficienza nelle prove monoassiali.

**MODELLO REOLOGICO DEL MATERIALE** 1) Definizione di modello reologico e azione di riferimento. 2) Elasticità lineare. 3) Elasticità non lineare. 4) Elasto-plasticità. 5) Effetto Baushinger. 6) Modelli di comportamento. 7) Viscosità. 8) Rilassamento. 9) Fatica.

**CRITERI DI RESISTENZA** 1) Funzione dominio elastico, funzione dominio di rottura e funzione dominio di ammissibilità. 2) Forma della superficie dominio elastico per materiale generico. 3) Funzioni isotrope del tensore degli sforzi: definizione e esempio sul cubetto elementare. 4) Teorema di rappresentazione. 5) Superficie dominio elastico per materiali isotropi. 6) Componenti del vettore tensione in direzione parallela e normale all'asse idrostatico dello spazio di Haig-Westergaard. 7) Rappresentazione parametrica della funzione dominio elastico per mezzo di  $x, r, \theta$ . 8) Versori degli assi dello spazio di Haig-Westergaard proiettati sul piano deviatorico. 9) Operatore per la proiezione degli assi di Haig-Westergaard su  $p$ . 10) Componenti di tensione lungo gli assi  $\xi, \eta$ . 11) Simmetria primaria della superficie dominio elastico. 12) Forma della superficie dominio elastico per materiali metallici. 13) Criterio di Tresca. 14) Superficie dominio elastico associata al criterio di Tresca. 15) Condizione limite e funzione dominio elastico di Tresca per stato tensionale piano. 16) Criterio di Hill e luogo dei domini elastici per materiali metallici. 17) Le tre formulazioni del criterio di Huber-Hencky-Von Mises. 18) Confronto tra i criteri di Tresca, Huber-Hencky-Von Mises e Hill per stato tensionale piano. 19) Criterio di Beltrami e sua dipendenza dal modulo di Poisson. 20) Criterio di Mohr-Coulomb nel piano di Mohr, nello spazio delle tensioni principali e nel piano  $r/\theta$ . 21) Luogo dei domini elastici per materiali non metallici, dipendenza della forma della sezione deviatorica di Mohr-Coulomb dall'angolo di attrito interno, tension cutoff. 22) Criterio di Drucker-Prager. 23) Confronto tra criteri di crisi e comportamento reale per i materiali non metallici.

**PLASTICITÀ NELL'INTORNO MATERIALE** 1) Condizione di snervamento e di primo snervamento per materiale generico e materiale perfettamente plastico. 2) Legami costitutivi dei materiali elastici-perfettamente plastici. 3) Equazioni di Levy-Mises. 4) Equazioni di Prandtl-Reuss. 5) Legge di deformazione rigido-plastica associata alla condizione di Tresca e caso generico di superficie di snervamento a più falde. 6) Legami costitutivi per materiali incrudenti e incrudimento isotropo. 7) Incrudimento cinematico. 8) Incrudimento di un materiale con superficie di snervamento a più falde secondo Koiter e secondo Mandel. 9) Materiale elasto-plastico stabile secondo Druker. 10) Inversione della legge di deformazione elasto-plastica. 11) Il problema elasto-plasto incrementale: definizione e teoremi generali. 12) Il collasso plastico: definizione e teoremi.

**IL SOLIDO DI DE SAINT VENANT IN REGIME ELASTO-PLASTICO** 1) La flessione simmetrica nella sezione con due assi di simmetria e il concetto di cerniera plastica. 2) Tensioni residue allo scarico nelle sezioni con uno e due assi di simmetria. 3) La torsione nella sezione circolare e relative tensioni residue allo scarico. 4) La torsione nella sezione di forma generica. 5) Analogia del cumulo di sabbia e annessa tecnica sperimentale per la determinazione della frontiera tra zona elastica e zona plastica. 6) Tensioni e deformazioni unitarie generalizzate e condizione di snervamento per sollecitazioni composte. 7) Forza normale e flessione. 8) Flessione e taglio. 9) Flessione deviata. 10) Flessione e torsione, forza normale e torsione.

**ANALISI LIMITE** 1) Campo staticamente ammissibile e campo cinematicamente ammissibile, moltiplicatore staticamente ammissibile e moltiplicatore cinematicamente ammissibile, teorema statico, teorema cinematico e teorema di unicità. 2) Esercizio sui sistemi reticolari:

impostazione con il metodo statico, soluzione con il metodo cinematico, discussione parametrica. 3) Travi e telai semplici: confronto tra analisi limite e analisi incrementale con applicazione alla trave doppiamente incastrata. 4) Moltiplicatore di collasso per la trave incastro-appoggio con carico trasversale concentrato. 5) Moltiplicatore di collasso per trave incastro-appoggio con carico distribuito. 6) Discussione parametrica per la trave incastro-appoggio con due carichi trasversali concentrati. 7) Discussione parametrica per il portale a falde inclinate. 8) Metodo di Horne. 9) Metodo di Neal e Symonds. 10) Il calcolo a collasso quale problema di programmazione matematica: programmazione lineare e non lineare, metodo del simplesso, proprietà di dualità. 11) L'influenza delle variazioni di geometria sul comportamento al di là del collasso. 12) Meccanismo al di là del collasso per il portale piano con forze concentrate in campata e sulla testa dei piedritti. 13) Dominio di adattamento plastico: generalità sul moltiplicatore limite di adattamento e esempio applicativo su trave continua con due carichi trasversali concentrati. **MECCANICA SPERIMENTALE** 1) Concetto di misura, grandezze fisiche e unità di misura, principi fisici degli strumenti di misura. 2) Meccanismi di crisi per trazione nelle barre metalliche: crisi fragile, crisi duttile a bande, crisi duttile tronco-conica, crisi a coppa-cono. 3) Diagramma carico-spostamento degli acciai dolci in controllo di spostamento, tensione vera e deformazione vera. 4) Diagrammi tensione/deformazione con valutazione della tensione sull'area nominale, sull'area ridotta per effetto Poisson e sull'area ridotta per effetto strizione. 5) Modello semplificato di Prandtl: diagramma tensione/deformazione in monoassiale e campo di realtà per i punti tensione nello spazio delle tensioni principali. 6) Monitoraggio strutturale con sensori in fibra ottica. 7) Metodi non distruttivi per la stima della resistenza a compressione del calcestruzzo nelle strutture esistenti. 8) Identificazione del decremento di area resistente sotto carico, tensione efficace, deformazione efficace. 9) Prova di compressione monoassiale su provini in calcestruzzo a snellezza variabile: legame costitutivo tradizionale e legge efficace. 10) Identificazione del modulo di Poisson del calcestruzzo, secondo la tecnica tradizionale e secondo la procedura della legge efficace. 11) Identificazione della curva volumetrica del calcestruzzo, secondo la tecnica tradizionale e secondo la procedura della legge efficace. 12) Viscosità nel calcestruzzo: curva limite superiore, curva limite inferiore, proprietà viscoso attese in base alla natura microscopica del calcestruzzo. 13) Viscosità del calcestruzzo valutata secondo la procedura della legge efficace. 14) La legge efficace nei problemi di dinamica. **MATERIALI COMPOSITI** 1) Proprietà meccaniche degli elementi costituenti. 2) Processi di fabbricazione, prodotti, tecnologie di messa in opera. 3) Fattori di conversione tra frazioni in peso e frazioni in volume nei compositi monodirezionali. 4) Rigidezza longitudinale dei compositi monodirezionali. 5) Rigidezza trasversale dei compositi monodirezionali. 6) Legge di Hooke per materiali ortotropi con specializzazione al caso bi-dimensionale. 7) Legame tensione/deformazione per lamine con orientazione generica rispetto alla terna estrinseca. 8) Variazione di tensione e deformazione sullo spessore di un laminato. 9) Matrice di rigidezza del laminato e sue proprietà. 10) Applicazione dei compositi per il rinforzo strutturale: rinforzi a flessione e taglio, confinamento.

## Testi / Bibliografia

- Manuale dell'Ingegnere – Scienza delle Costruzioni, Ed. Zanichelli.  
 Baldacci R., Ceradini G., Giangreco E., Plasticità, parte II A, CISLA.  
 Ferretti E., A Discussion of Strain-Softening in Concrete, *Int. J. Frac.*, 126(1), pp. L3-L10, 2004.  
 Ferretti E., *Experimental Procedure for Verifying Strain-Softening in Concrete*, *Int. J. Frac.*, 126(2), pp. L27-L34, 2004.  
 Ferretti E., *On Poisson's Ratio and Volumetric Strain in Concrete*, *Int. J. Frac.*, 126(3), pp. LA9-L55, 2004.  
 Ferretti E., *On Strain-Softening in Dynamics*, *Int. J. Frac.*, 126(4), pp. L75-L82, 2004.  
 Agarwal B.D., Broutman L.J., *Analysis and performance of fiber Composites*, John Wiley & Sons.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Le prove d'esame verranno tenute in date concordate con gli studenti e verteranno sulle tematiche presentate nel corso.

## 41789 - DINAMICA DEGLI AZIONAMENTI ELETTRICI LS

<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Mutuato da:</b>	44608 - DINAMICA DEGLI AZIONAMENTI ELETTRICI LS (6 CFU) (vedi p. 360)

## 44608 - DINAMICA DEGLI AZIONAMENTI ELETTRICI LS (6 CFU)

<b>Docente:</b>	CASADEI DOMENICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

## Finalità del corso

Il corso si propone di individuare i modelli dinamici delle macchine elettriche per lo studio dei transistori elettromeccanici. Vengono determinati i modelli dei motori in corrente continua, motori brushless, motori asincroni e motori passo-passo. Vengono inoltre presentate le metodologie di controllo che permettono di regolare in modo diretto la coppia del motore, ed analizzare le prestazioni dell'intero azionamento sia con simulazioni numeriche, sia con prove di laboratorio.

## Programma / Contenuti

## PROGRAMMA

*Azionamenti con motori in c.c.*

Modello dinamico delle macchine in corrente continua. Analisi dei transistori elettromeccanici con alimentazione in tensione. Controllo di coppia. Controllo di velocità. Analisi e dimensionamento dei regolatori di coppia e velocità. Caratteristiche degli azionamenti con raddrizzatori controllati. Caratteristiche degli azionamenti con chopper. Strutture di azionamenti per funzionamento su due e quattro quadranti. Simulazione di azionamenti completi in ambiente SIMULINK di MATLAB.

*Azionamenti con motori brushless*

Modello dinamico delle macchine sincrone basato sulla teoria degli assi in quadratura. Motori brushless a magneti superficiali. Controllo ad orientamento di campo. Analisi delle prestazioni limite in coppia e velocità. Motori brushless a magneti annegati. Tecniche di controllo di coppia. Prestazioni limite in coppia e velocità. Motori brushless a riluttanza pura. Tecniche di controllo di coppia. Prestazioni limite in coppia e velocità. Simulazione di azionamenti completi in ambiente SIMULINK di MATLAB. Analisi della sensibilità alle variazioni dei parametri. Campi di applicazione e confronti fra le varie tipologie di azionamento.

*Azionamenti con motori asincroni*

Modello dinamico delle macchine sincrone basato sulla teoria degli assi in quadratura. Controllo ad orientamento di campo dei motori asincroni. Metodologie per il controllo di coppia di tipo diretto ed indiretto. Analisi della sensibilità alle variazioni dei parametri. Controllo dei motori asincroni tramite la tecnica DTC. Confronti fra controllo ad orientamento di campo e DTC. Prestazioni limite in coppia e velocità degli azionamenti con motori asincroni. Simulazione di azionamenti completi in ambiente SIMULINK di MATLAB.

*Azionamenti con motori passo-passo*

Modello dinamico semplificato dei motori passo-passo. Circuiti di alimentazione e tecniche di controllo. Analisi dei problemi di instabilità a bassa e ad alta velocità. Analisi delle prestazioni limite in coppia al variare della frequenza di alimentazione. Simulazione di azionamenti completi in ambiente SIMULINK di MATLAB.

*Azionamenti con motori a riluttanza variabile*

Modello semplificato dei motori a riluttanza variabile. Circuiti di alimentazione e tecniche di controllo. Analisi delle prestazioni con alimentazione di due fasi alla volta ed utilizzo di opportuni profili di corrente. Simulazione di azionamenti completi in ambiente SIMULINK di MATLAB.

### Testi / Bibliografia

- I. Boldea, S. A. Nasar : **ELECTRIC DRIVES**, CRC Press, New York, 1999.  
 P. Vas: **VECTOR CONTROL of AC MACHINES**, Oxford University Press, New York, 1990.  
 T.J.E. Miller: **SWITCHED RELUCTANCE MOTORS AND THEIR CONTROL**. Clarendon Press, Oxford, 1993.  
 W. Leonard: **CONTROL OF ELECTRICAL DRIVES**. Springer-Verlag, Berlin, 2001.

### Metodi didattici

#### Esercitazioni

Il Corso comprende esercitazioni teoriche svolte in ambiente Simulink di MatLab per la simulazione di tutte le tipologie di azionamenti analizzati nelle ore di lezione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

#### Esame

L'esame comprende una prova orale sugli argomenti svolti nelle lezioni teoriche e la discussione di una prova sperimentale.

### Strumenti a supporto della didattica

- Programmi di simulazione di azionamenti elettrici.  
 Copia dei lucidi usati per le lezioni.

## 35014 - DINAMICA DEI SISTEMI NON LINEARI E ALEATORI LS

<b>Docente:</b>	MURACCHINI AUGUSTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica 0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso ha come obiettivo didattico specifico di fornire allo studente gli strumenti fisico-matematici per pervenire al possesso critico ed operativo di alcuni aspetti fondamentali della modellistica dei sistemi dinamici, con specifico riferimento ad esempi di sistemi meccanici ed elettromeccanici: comportamento periodico, stabilità e transizione a comportamenti dinamici più complessi (caos).

### Programma / Contenuti

**Richiami di alcune nozioni di meccanica analitica:** equazioni di Lagrange, forze conservative (funzione Lagrangiana), integrali primi del moto, coordinate cicliche. Formulazione del 10 ordine delle equazioni del moto, trasformata di Legendre, equazioni di Hamilton, trasformazioni canoniche, variabili azione-angolo.

**Sistemi dinamici:** definizioni e primi esempi, sistemi continui e sistemi discreti, sistemi lineari e loro integrabilità, sistemi non lineari, integrali primi, sistemi conservativi.

**Sistemi lineari:** generalità sui sistemi di equazioni differenziali del primo ordine, sistemi omogenei con coefficienti costanti e metodologie per la loro integrazione, sistemi lineari non omogenei.

**Sistemi non lineari:** punti fissi: caso discreto e continuo, stabilità e instabilità dei punti fissi, stabilità globale, linearizzazione, spazio e piano delle fasi, classificazione dei punti fissi, sistemi quasi lineari. Il 20 metodo di Ljapunov, teorema di Ljapunov, funzioni di Ljapunov, teorema di Lagrange-Dirichlet, sistemi gradiente, sistemi hamiltoniani, insiemi limite e attrattori, orbite periodiche, cicli limite, mappa di Poincaré, teorema di

Poincaré-Bendixon. Vari esempi di sistemi non lineari: oscillatori, circuiti, equazione di Duffing, di Lienard, di Van der Pol, l'equazione logistica, il modello preda-predatore.

**Sistemi non lineari e caos:** sistemi strutturalmente stabili e instabili, sistemi dinamici continui, parametro di biforcazione, diagramma di biforcazione, vari tipi di biforcazione (sella-nodo, transcritica, a forchetta, di Hopf), il modello di Lorenz, attrattori strani. Sistemi discreti, la mappa logistica, raddoppiamento di periodo e transizione al caos. Cenni sulla teoria dei frattali.

### Testi / Bibliografia

Vengono utilizzati vari testi (anche in lingua inglese) per le singole parti del corso e, per alcuni argomenti, si rimanda alla letteratura specialistica di settore. Alcuni di tali riferimenti bibliografici sono disponibili on-line. Le indicazioni vengono fornite di volta in volta nel corso dello svolgimento delle lezioni.

Durante lo svolgimento del corso potranno essere comunicati indirizzi di siti Internet a cui gli allievi sono invitati a riferirsi per l'approfondimento, sia teorico che pratico, delle nozioni via via acquisite.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta ed una orale. Si accede alla prova orale se si supera la prova scritta. **N.B.** Ulteriori informazioni sulle prove d'esame (testi delle ultime prove scritte, calendari degli esami, avvisi dell'ultima ora, ecc...) si possono trovare al seguente indirizzo: <http://www.ciram.unibo.it/~muracchi/>

## 29223 - DINAMICA DEI SISTEMI T

<b>Docente:</b>	FABRIZIO MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0922 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 45219 - DINAMICA DELLE MACCHINE E DEI ROBOT LS

<b>Docente:</b>	PARENTI CASTELLI VINCENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Acquisire gli strumenti necessari alla definizione del modello cinematico, statico e dinamico di un sistema meccanico, di una macchina e, in particolare, di un robot.

### Programma / Contenuti

#### 1. RICHIAMI

Richiami su origine e storia dei robot, stato attuale della robotica, classificazione generale dei robot. obiettivo della robotica industriale e problematiche di studio della robotica industriale.

**STRUTTURA E CARATTERISTICHE GENERALI DEI ROBOT.** Configurazione base di un robot. Il manipolatore. Il controllo. Sensori. Caratteristiche generali di un robot industriale.

**MATRICI DI TRASFORMAZIONE DELLE COORDINATE.** Posizione e orientamento di un corpo rigido e sistemi di riferimento. Matrici per la trasformazione delle coordinate. Rotazioni e traslazioni. Trasformazioni omogenee.

**2 RAPPRESENTAZIONE DELL'ORIENTAMENTO.** Parametrizzazione con tre e quattro parametri, rappresentazione con coseni direttori. Problema diretto e inverso. Singolarità.

3 **CINEMATICA DEI MANIPOLATORI.** Introduzione. Modello cinematico di un manipolatore. Richiami a matrici di Denavit-Hartenberg e Litvin. Equazioni cinematiche. Gradi di libertà. Problema cinematico diretto. problema cinematico inverso. Relazioni differenziali del moto. Modello cinematico del moto istantaneo. Rotazioni e traslazioni infinitesime. Jacobiano di un manipolatore. Determinazione analitica dello jacobiano. Calcolo numerico dello jacobiano. Singolarità. Cinematica inversa: risoluzione delle velocità. Manipolatori con gradi di libertà ridondanti: soluzione ottimale.

4. **MANIPOLATORI PARALLELI.** Struttura cinematica. Manipolatori a sei gradi di libertà (gdl). Manipolatori a tre gdl di pura rotazione, a tre gdl di pure traslazione e a tre gdl misti. Analisi cinematica diretta e inversa dei manipolatori paralleli. Singolarità di rotazione, di traslazione e singolarità strutturali. Spazio di lavoro. Indici di prestazione cinematica e dinamica.

5. **STATICA DEI MANIPOLATORI SERIALI E DEI MANIPOLATORI PARALLELI.** Introduzione. Analisi delle forze e dei movimenti. Metodi per la soluzione dell'analisi statica e cinetostatica dei manipolatori seriali e dei manipolatori paralleli.

6. **DINAMICA DEI MANIPOLATORI SERIALI E DEI MANIPOLATORI PARALLELI.** Introduzione. Accelerazione di un corpo rigido. Formulazione delle equazioni del moto (Newton-Euler). Equazioni dinamiche in forma chiusa. Formulazione iterativa delle equazioni del moto. Interpretazione fisica delle equazioni dinamiche. Problema dinamico diretto. Problema dinamico inverso.

7. **GENERAZIONE DELLA TRAIETTORIA.** Introduzione. Richiami sulla generazione e descrizione della traiettoria nello spazio dei giunti e nello spazio cartesiano. Programmazione della traiettoria usando il modello dinamico.

8. **CONTROLLO DI POSIZIONE DEI MANIPOLATORI.** Introduzione. Controllo di una massa ad un grado di libertà. Sistemi non lineari e tempo-varianti. Il problema del controllo per i manipolatori. Sistemi di controllo degli attuali robot industriali. Controllo adattativo.

9. **CONTROLLO DI FORZA DEI MANIPOLATORI.** Introduzione. Applicazione dei robot industriali a compiti di assemblaggio. Sensori di forza. Problema del controllo ibrido di forza e di posizione. Schemi di controllo degli attuali robot.

10. **LINGUAGGI E SISTEMI DI PROGRAMMAZIONE DEI ROBOT.** Introduzione. I livelli di programmazione del robot. Requisiti di un linguaggio di programmazione.

11. **ATTUATORI DEI ROBOT INDUSTRIALI E TRASMISSIONE DEL MOTO.** Introduzione. Attuatori elettrici. Attuatori pneumatici. Attuatori idraulici. Riduttori harmonic-drive e altri. Elementi costruttivi delle coppie cinematiche. Polsi sferici: aspetti funzionali e aspetti costruttivi. Esempi di progettazione.

12. **CRITERI DI IMPIEGO DEI ROBOT INDUSTRIALI.** Introduzione. Valutazione economica dell'impiego del robot industriale. Inserimento del robot nel processo produttivo. Casi di applicazione relativi ad operazioni di montaggio, di manipolazione e a processi tecnologici di lavorazione.

**Seminario** tenuto dal prof. Jadran Lenarcic sui manipolatori ridondanti.

**Seminario** tenuto dal prof. Alberto Tonielli sugli azionamenti elettrici.

**Esercitazioni:** 1) Analisi di posizione inversa del PUMA

2) Analisi di posizione del meccanismo parallelo di tipo 6-6.

3) Elementi di dinamica

4) Dinamica di un manipolatore 2R spaziale

5) Generazione della traiettoria

### Testi / Bibliografia

Appunti dalle lezioni tenute dal Prof. Parenti Castelli e copia delle esercitazioni, oltre che un elenco di testi, prevalentemente in lingua inglese, per eventuali approfondimenti della materia.

### Metodi didattici

Lezioni frontali in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prove in itinere e/o prova finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Codici di calcolo per l'analisi cinematica e dinamica di manipolatori di robot.

**44590 - DINAMICA DELLE MACCHINE LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	ZANARINI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Introdurre allo studio dei problemi di interesse tecnico relativi alla dinamica delle macchine e dei sistemi meccanici. Vengono trattati in particolare la modellazione dei sistemi meccanici e i metodi analitici e sperimentali per l'analisi delle vibrazioni.

**Programma / Contenuti**

1. Dinamica delle macchine e degli impianti. Richiami: analisi dinamica; azioni di inerzia; energia cinetica; principio di D'Alembert; principio dei lavori virtuali; equazione energetica; teorema di conservazione dell'energia meccanica; gradi di libertà; equazioni di Lagrange; riduzione di masse e forze. Il problema dinamico diretto; il problema dinamico inverso.
2. Fondamenti di meccanica delle vibrazioni. Sistemi continui e discreti. Elementi elastici: molle lineari; molle non-lineari; calcolo di costanti elastiche. Elementi smorzanti: smorzatore viscoso; attrito coulombiano; smorzamento strutturale. Il moto armonico: richiami; rappresentazione vettoriale; rappresentazione con numeri complessi; lavoro compiuto in moti armonici.
3. Sistemi ad un grado di libertà. Vibrazioni libere: Il sistema molla-smorzatore; il sistema massa-smorzatore; il sistema massa-molla; il sistema massa-molla-smorzatore; piano delle fasi; metodo del decremento logaritmico; vibrazioni libere con attrito coulombiano; vibrazioni libere con smorzamento isteretico. Metodi energetici: introduzione al metodo di Rayleigh. Vibrazioni forzate: risposta all'eccitazione armonica (risonanza di ampiezza e di fase); funzione risposta in frequenza (FRF); metodo della banda di mezza potenza; eccitazione proporzionale al quadrato della frequenza; eccitazione armonica in risonanza; vibrazioni forzate con smorzamento strutturale; risposta all'impulso; risposta all'eccitazione generica.
4. Sistemi a due gradi di libertà. Equazioni del moto: scelta coordinate; accoppiamento statico e dinamico. Vibrazioni libere: equazione caratteristica; calcolo pulsazioni naturali; modi di vibrare; condizioni iniziali; moto rigido. Vibrazioni forzate: matrice impedenza.
5. Sistemi a molti gradi di libertà. Sistemi senza smorzamento: matrice massa e matrice rigidezza; autovalori e autovettori; ortogonalità dei modi; matrice modale; disaccoppiamento; moti rigidi. Sistemi smorzati: smorzamento proporzionale. Vibrazioni forzate: metodo modale e pseudo-modale.
6. Sistemi continui. Corda vibrante. Vibrazioni assiali di un'asta rettilinea. Condizione di ortogonalità delle forme modali. Vibrazioni torsionali delle travi. Vibrazioni flessionali delle travi. Metodi approssimati: Rayleigh e Rayleigh-Ritz. Vibrazioni forzate.
7. Misure di vibrazione e analisi modale. Componenti della catena di misura. Analisi nel dominio della frequenza. Il campionamento: teorema di Shannon; aliasing. Trasformata discreta di Fourier. Introduzione all'analisi modale sperimentale: funzione di trasferimento e Funzione Risposta in Frequenza (FRF); rilievo sperimentale della FRF; fondamenti analitici dell'analisi modale; estrazione delle forme modali (metodo ad un gdl); schema del procedimento. Prove sperimentali: misura di frequenze naturali; scelta dei parametri di acquisizione; eccitazione di una struttura con shaker elettrodinamico e con martello strumentato; rilievo

sperimentale di FRF; osservazioni sulla funzione coerenza; estrazione dei parametri modali; visualizzazione dei modi di vibrare..

8. Modellazione a parametri concentrati. Modelli a parametri concentrati di sistemi continui: modello di aereo; modello di autoveicolo; modello di una pressa. Modelli a parametri concentrati di meccanismi: il comportamento dinamico dei meccanismi; inerzie; rigidzze; azioni dissipative; giochi; attrito secco; rigidzza di contatto; schiacciamento del lubrificante; integrazione delle equazioni; la validazione; impiego del modello. Esempi.

9. Introduzione al metodo degli elementi finiti.

### Testi / Bibliografia

1. Funaioli E. Maggiore A., Meneghetti U., *Lezioni di Meccanica applicata alle macchine*, Vol. II, ed. Pàtron, Bologna.
2. Rao S.S., *Mechanical vibrations*, Third edition, Addison Wesley Pub. Company, 1995.
3. Ewins D.J., *Modal testing : theory, practice and application*, 2nd edition, Baldock (England), Research Studies press, 2000.
4. Dispense redatte dal docente.
5. Materiale relativo alle Esercitazioni svolte durante il corso.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste in una prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna, Videoproiettore, lavagna luminosa. Strumenti di misura sperimentale.

## 44884 - DINAMICA DELLE STRUTTURE LS

<b>Docente:</b>	DE MIRANDA STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire la conoscenza delle leggi fondamentali della dinamica e gli strumenti per la simulazione del comportamento dinamico delle strutture sotto l'azione di carichi deterministici e aleatori.

### Programma / Contenuti

Sistemi ad un grado di libertà: oscillazioni libere, eccitazione periodica, forzanti generiche, analisi spettrale.

Sistemi discreti a più gradi di libertà: analisi modale ed integrazione diretta.

Sistemi continui: dinamica delle travi e delle piastre.

Risposta strutturale non lineare.

Dinamica sperimentale.

Azione del vento sulle strutture e fenomeni di natura aeroelastica.

### Testi / Bibliografia

- Lucidi e appunti di lezione
- Viola E., *Fondamenti di dinamica e vibrazione delle strutture*, Pitagora Editrice, Bologna, 2001, Voll.1-2.
- Viola E., *Analisi matriciale delle strutture*, Pitagora Editrice, Bologna, 1996.
- Chopra A.K., *Dynamics of structures*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2001.

**Metodi didattici**

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni sia in aula che nel Laboratorio di Meccanica Computazionale.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore.

**29150 - DINAMICA E CONTROLLO DEI PROCESSI M**

<b>Docente:</b>	DOGHIERI FERRUCCIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**44701 - DIRITTO DELL'AMBIENTE LS**

<b>Docente:</b>	PIANTEDOSI MATTEO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge di far conseguire agli studenti un'adeguata preparazione sull'evoluzione storica, sui principi e sugli istituti fondamentali delle normative di tutela dell'ambiente.

Dovranno essere acquisite, altresì, propedeutiche conoscenze dei fondamentali istituti del diritto amministrativo.

L'obbiettivo generale non è limitato ad una conoscenza specifica della materia, ma è quello di favorire lo sviluppo di una capacità critica, di analisi degli aspetti giuridici delle problematiche di gestione del territorio e dell'ambiente.

**Programma / Contenuti**

Parte introduttiva

- Il diritto amministrativo ed il diritto dell'ambiente (le situazioni giuridiche soggettive; le fonti; l'organizzazione amministrativa; i beni pubblici; l'attività amministrativa, il procedimento amministrativo)
- I principi e gli strumenti di diritto internazionale dell'ambiente
- I principi e gli strumenti del diritto comunitario dell'ambiente
- Il diritto nazionale dell'ambiente

a) Parte generale

- Evoluzione, principi e strumenti
- L'organizzazione: il ruolo dello Stato (Ministero dell'Ambiente), delle Regioni, degli enti locali e delle associazioni di protezione ambientale
- Gli strumenti ed i procedimenti amministrativi: la valutazione di impatto ambientale, l'autorizzazione integrata ambientale, il danno ambientale, le informazioni ambientali
- Gli strumenti economici e consensuali: le certificazioni ambientali, il sistema dei marchi, gli accordi ambientali

b) le discipline settoriali

- La tutela dagli inquinamenti (atmosfera, delle acque, da rifiuti)

- La tutela paesaggistica
- La tutela e la gestione delle risorse (con particolare riferimento alle risorse minerarie ed energetiche)

### Testi / Bibliografia

P. Dell'Anno, *Manuale di diritto ambientale*, CEDAM 2004

oppure:

N. Lugaesi, *Diritto dell'Ambiente*, CEDAM 2004

oppure:

B. Caravita, *Diritto dell'Ambiente*, Il Mulino 2005

### Metodi didattici

Il corso si articolerà in una serie di lezioni durante le quali, oltre all'esposizione dei vari argomenti del programma da parte del docente, verranno stimolate le osservazioni e le riflessioni critiche degli studenti. Durante il corso potranno essere programmate delle esercitazioni scritte che non avranno alcun valore condizionante della verifica finale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste in una prova orale ed è finalizzato alla verifica del grado di conseguimento degli obiettivi di conoscenza da parte degli studenti.

L'esame, inoltre, tenderà a verificare i livelli acquisiti di capacità di riflessione e di padronanza di linguaggio giuridico.

### Strumenti a supporto della didattica

Durante il corso verranno fornite dispense preparate dal docente

## 49568 - DIRITTO DELLE TELECOMUNICAZIONI L-A

<b>Docente:</b>	SENZANI DANIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Premessa. Un corso di studio in Diritto delle telecomunicazioni può richiedere una parte introduttiva al diritto, di carattere istituzionale-generale, qualora si collochi in un contesto nel quale non vi siano altri insegnamenti di carattere giuridico, in modo tale da assicurare ai frequentanti il possesso delle conoscenze fondamentali necessarie alla comprensione della disciplina specifica delle telecomunicazioni.

Obiettivi e finalità del corso. Assicurare gli strumenti necessari alla comprensione degli istituti previsti dall'ordinamento in materia, in particolare in considerazione del rapporto intercorrente tra questi e i presupposti tecnico-ingegneristici che determinano le scelte del legislatore e delle autorità di regolamentazione delle Tlc. Occorre, inoltre, tener presente come lo studente si troverà, in seguito, ad operare in un sistema complesso nel quale imprese di telecomunicazioni ed autorità pubbliche interagiscono costantemente. Pertanto è necessario acquisire la conoscenza di adeguati strumenti giuridici.

In definitiva, dunque, il corso intende fornire gli strumenti e le conoscenze normative richieste ai profili professionali e dirigenziali che operano nel settore delle telecomunicazioni.

### Programma / Contenuti

#### 1. Introduzione.

- Norma e ordinamento giuridico. Diritto, collettività e organizzazioni sociali. Stato, sovranità e potere pubblico. I soggetti dell'ordinamento e le situazioni giuridiche soggettive.

- Ordinamento nazionale e ordinamento internazionale. L'ordinamento dell'Unione europea. Le fonti di produzione del diritto (dell'economia).
- La funzione amministrativa. La Pubblica amministrazione. Le Autorità amministrative indipendenti e le Autorità di regolazione. Gli atti dell'Amministrazione. Le relazioni con i terzi. L'azione della Pubblica amministrazione. La produzione di beni e servizi di interesse generale. I moduli organizzativi: moduli pubblicistici e moduli privatistici. Impresa pubblica e impresa privata.
- L'evoluzione del sistema. L'assunzione al regime del "pubblico servizio" di attività a contenuto economico. Le motivazioni tecniche, economiche, sociali e le caratteristiche di monopolio naturale di (alcuni) servizi pubblici. Le conseguenze: la sottrazione all'iniziativa economica dei privati. il fondamento costituzionale. il principio della riserva.

## **2. Presupposti metagiuridici e principali profili normativi nella disciplina delle telecomunicazioni**

- Le nozioni di telecomunicazione. Il settore audiovisivo. Il settore delle telecomunicazioni e della telefonia.
- Le caratteristiche strutturali delle telecomunicazioni e le cause dei monopoli nazionali. I presupposti metagiuridici all'istituzione ed al superamento del monopolio nelle telecomunicazioni: gli effetti dei presupposti economici e dell'innovazione tecnologica sulla disciplina delle telecomunicazioni.
- Profili giuridici della disciplina delle telecomunicazioni, in particolare rispetto al cd. monopolio legale.
- Il rapporto intercorrente tra telecomunicazioni e diritti di libertà costituzionalmente tutelati.

## **3. La disciplina sovranazionale delle telecomunicazioni.**

- Gli effetti dell'ordinamento comunitario sull'ordinamento nazionale. Sostituzione del principio della riserva con il principio della concorrenza. Servizio pubblico e servizio universale: primi cenni e rinvio.
- Il problema dell'introduzione della concorrenza nelle telecomunicazioni mediante (modelli di) regolamentazione.
- La liberalizzazione normativa delle Tlc e l'apertura al mercato (unico) imposta dall'ordinamento comunitario.
- I principi del Trattato UE. Open network provision (ONP) e Third party access (TPA).
- La liberalizzazione (per segmenti) delle telecomunicazioni. Le infrastrutture alternative alla rete via cavo.
- La telefonia mobile. La liberalizzazione dei servizi di telecomunicazioni avanzate e di telefonia vocale.
- Accesso al mercato e local loop. I servizi di trasmissione dati e la fornitura dell'accesso ad internet.
- La normazione e il ruolo degli organismi internazionali (International Telecommunication Union ITU; ETSI).

## **4. Verso un sistema normativo delle comunicazioni elettroniche. L'ordinamento nazionale.**

- Gli effetti della liberalizzazione comunitaria sulla disciplina nazionale delle telecomunicazioni. La diversificazione della disciplina tra telecomunicazioni e trasmissioni audio-visive.
- Il processo di convergenza tra settori: le comunicazioni elettroniche.
- La regolamentazione del settore: L'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni; le competenze del Ministero delle Comunicazioni. Il ruolo dell'Autorità Garante per la Concorrenza ed il Mercato: cenni e rinvio.
- Il mercato aperto e i vincoli amministrativi alle imprese: licenze individuali, licenze generali e autorizzazioni alle imprese di tlc. Procedure ristrette per l'affidamento di licenze speciali (UMTS, etc.).

- La regolazione delle attività di tlc. Il diritto di accesso alle infrastrutture da parte delle imprese concorrenti. Barriere all'entrata e barriere all'uscita del mercato di tlc.
- La definizione delle tariffe di accesso e delle tariffe all'utenza. Prezzi semi-amministrati e sistemi di price-cap; i prezzi liberi.
- La natura dei beni (reti ed impianti) di comunicazione elettronica. Cenni in merito alle problematiche ambientali, urbanistiche e di tutela della salute.

#### 5. Il sistema radiotelevisivo a contenuto editoriale.

- La disciplina delle trasmissioni audio-visive a contenuto editoriale.
- Principi costituzionali. La libertà di manifestazione del pensiero e la libertà di informazione.
- Il Sistema integrato delle comunicazioni (SIC). Le problematiche connesse alla differenziazione normativa tra comunicazioni elettroniche e trasmissioni audiovisive a contenuto editoriale.

#### 6. (Alcuni) Problemi di tutela nel passaggio al mercato concorrenziale delle comunicazioni elettroniche.

- La tutela del mercato concorrenziale delle telecomunicazioni. La posizione delle imprese.
- Il ruolo della Commissione europea e della Corte di Giustizia.
- Il ruolo della Autorità per la Concorrenza ed il mercato e i mezzi di tutela giurisdizionale.
- L'organizzazione del mercato delle telecomunicazioni nel passaggio dal monopolio legale al mercato concorrenziale. Servizio pubblico e servizio universale. Gli obblighi del servizio universale.
- I limiti della regolamentazione delle tariffe. Problemi di finanziamento del servizio universale e di limitazione della concorrenza.
- La regolamentazione asimmetrica degli operatori di Tlc.
- Il rapporto contrattuale tra imprese di tlc e utenti. La responsabilità degli operatori di tlc. Le carte di servizi di tlc.

#### Testi / Bibliografia

La bibliografia verrà comunicata durante il corso.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale durante il quale si dovrà accertare la comprensione degli istituti.

### 30941 - DIRITTO URBANISTICO E DELL'AMBIENTE T

<b>Docente:</b>	CALDERONI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### 17381 - DISEGNO ASSISTITO DAL CALCOLATORE L

<b>Docente:</b>	CALIGIANA GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire le basi necessarie per la comprensione delle caratteristiche principali dei più moderni programmi di Disegno Assistito dal Calcolatore (CAD) e per il corretto uso di tali programmi nell'ambito del Disegno Tecnico. Il corso consiste in una prima parte dedicata a garantire agli studenti l'apprendimento dei basilari rudimenti del Disegno Tecnico Industriale. Nella seconda parte del corso vengono affrontati i temi propri della progettazione assistita dal calcolatore e vengono descritte le principali metodologie utilizzate nella modellazione, modifica, trasformazione di coordinate e visualizzazione di curve, superfici e solidi. Durante tutto il corso sono previste delle esercitazioni pratiche in cui vengono spiegate ed assegnate alcune tavole relative a componenti meccanici o a schemi di impianti. Nell'ambito delle esercitazioni vengono forniti i concetti base per permettere agli studenti lo svolgimento delle tavole utilizzando un programma di disegno bidimensionale (AutoCAD) ed un modellatore solido tridimensionale (Solid Edge).

## Programma / Contenuti

Strumenti convenzionali per il disegno. Linee e scritturazioni unificate. Scelta formati e scale.

Strumenti non convenzionali per il disegno. Descrizione dell'hardware e delle principali periferiche (tastiera, mouse, tavolette digitalizzatrici, scanner; dispositivi di visualizzazione vettoriali e raster-scan, dispositivi hard-copy, ecc.). Funzioni assolate dal software.

Il metodo delle proiezioni ortogonali.

Sezioni e compenetrazioni di solidi.

Norme e convenzioni nel disegno tecnico. Criteri generali di quotatura. Numeri di Renard. Disegni di insieme (complessivi) e disegni di particolare. Quotatura funzionale. Influenza dei metodi di produzione sul disegno e la quotatura dei pezzi. Quotatura di fabbricazione e controllo.

Tolleranze dimensionali.

Catene di quote tollerate.

Trasferimento di quote (dalla quotatura funzionale a quella di fabbricazione).

Definizione ed indicazione della rugosità delle superfici.

Rappresentazione convenzionale dei principali componenti delle macchine e degli impianti con particolare riferimento a quelli utilizzati nelle aree meccanica, energetica e nucleare.

Il processo di progettazione: ruolo del disegno tecnico e del CAD, gestione del progetto, progettazione simultanea. Architettura di un sistema CAD. Vantaggi e limiti di un sistema CAD. Cenni ai sistemi di analisi e produzione correlati (CAM, FEM, ecc.).

Principi di modellazione geometrica delle curve (forma algebrica e geometrica, curva parametrica cubica, curva di Bezier, spline e B-spline, NURBS).

Sistemi di coordinate (cartesiane, cilindriche, omogenee), sistemi di riferimento e trasformazioni (traslazioni, rotazioni, trasformazioni di scala, simmetria, riflessione, ecc.).

Principi di modellazione geometrica delle superfici (forma algebrica e geometrica).

Modellazione geometrica tridimensionale:

- approccio Wire Frame;

- approccio CSG e B-rep;

- confronto CSG e B-rep.

Il disegno parametrico ed il disegno variazionale (concetti ed esempi).

Cenni alle tecniche di visualizzazione.

## Testi / Bibliografia

- UNI M1, Norme per il disegno tecnico, vol. 1,2, pubblicato a cura dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione, piazza Armando Diaz 2, 20123 Milano.

- Manfè, Pozza, Scarato, Disegno meccanico, vol. 1, 2, 3, ed. Principato, Milano.

- Chirone, Tornincasa, Disegno Tecnico Industriale, ed. Il Capitello, Torino.

- Conti, Disegno tecnologico, vol. 1, 2, ed. Pitagora, Bologna.

- McMahon, Browne, CAD/CAM, from principles to practise, Addison-Wesley Publ.
- Mortenson, Modelli geometrici in computer graphics, McGraw-Hill.
- Manuale AutoCAD (almeno per la versione 2000).
- Esempi di Solid Edge reperibili nell'opportuno comparto del menu aiuti (help) del programma o in rete (sito <http://www.ugsitalia.it/solidedge/evolve.to.3D.myths.shtml>).

### Metodi didattici

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui ciascuno Studente utilizza un programma di Disegno bidimensionale (AutoCAD) ed un modellatore solido (Solid Edge).

### Modalità di verifica dell'apprendimento

prova individuale orale, preceduta da una prova scritta preliminare (consistente in una tavola eseguita con l'ausilio di un programma CAD, 2D o 3D, a scelta dello studente), il cui esito condiziona l'ammissibilità all'orale.

### Strumenti a supporto della didattica

lucidi e informazioni nel sito personale:

<http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/CADkalienerg.htm>

## 31372 - DISEGNO ASSISTITO DAL CALCOLATORE T

<b>Docente:</b>	LIVERANI ALFREDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0924 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire le basi necessarie per la comprensione delle caratteristiche principali dei più moderni programmi di Disegno Assistito dal Calcolatore (CAD) e per il corretto uso di tali programmi nell'ambito del Disegno Tecnico. Il corso consiste in una prima parte dedicata a garantire agli studenti l'apprendimento dei basilari rudimenti del Disegno Tecnico Industriale. Nella seconda parte del corso vengono affrontati i temi propri della progettazione assistita dal calcolatore e vengono descritte le principali metodologie utilizzate nella modellazione, modifica, trasformazione di coordinate e visualizzazione di curve, superfici e solidi.

### Programma / Contenuti

Strumenti convenzionali per il disegno. Linee e scritturazioni unificate. Scelta formati e scale.

Strumenti non convenzionali per il disegno. Descrizione dell'hardware e delle principali periferiche (tastiera, mouse, tavolette digitalizzatrici, scanner; dispositivi di visualizzazione vettoriale e raster-scan, dispositivi hard-copy, ecc.). Funzioni assolate dal software. Il metodo delle proiezioni ortogonali. Sezioni e compenetrazioni di solidi. Norme e convenzioni nel disegno tecnico. Criteri generali di quotatura. Numeri di Renard. Disegni di insieme (complessivi) e disegni di particolare. Quotatura funzionale. Influenza dei metodi di produzione sul disegno e la quotatura dei pezzi. Quotatura di fabbricazione e controllo. Tolleranze dimensionali. Catene di quote tollerate. Trasferimento di quote (dalla quotatura funzionale a quella di fabbricazione). Definizione ed indicazione della rugosità delle superfici.

Rappresentazione convenzionale dei principali componenti delle macchine e degli impianti con particolare riferimento a quelli utilizzati nelle aree meccanica, energetica e nucleare.

Il processo di progettazione: ruolo del disegno tecnico e del CAD, gestione del progetto, progettazione simultanea. Architettura di un sistema CAD. Vantaggi e limiti di un sistema CAD. Cenni ai sistemi di analisi e produzione correlati (CAM, FEM, ecc.). Principi di modellazione geometrica delle curve (forma algebrica e geometrica, curva parametrica cubica, curva di Bezier, spline e B-spline, NURBS). Sistemi di coordinate (cartesiane, cilindriche, omogenee), sistemi di riferimento e trasformazioni (traslazioni, rotazioni, trasformazioni di scala, simmetria, riflessione, ecc.). Principi di modellazione geometrica delle superfici (forma algebrica e geometrica).

Modellazione geometrica tridimensionale: approccio Wire Frame; approccio CSG e B-rep; confronto CSG e B-rep. Il disegno parametrico ed il disegno variazionale (concetti ed esempi).

### Testi / Bibliografia

- UNI M1, Norme per il disegno tecnico, vol. 1,2, pubblicato a cura dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione, piazza Armando Diaz 2, 20123 Milano.
- Manfè, Pozza, Scarato, Disegno meccanico, vol. 1, 2, 3, ed. Principato, Milano.
- Chirone, Tornincasa, Disegno Tecnico Industriale, ed. Il Capitello, Torino.
- McMahon, Browne, CAD/CAM, from principles to practise, Addison-Wesley Publ.
- Mortenson, Modelli geometrici in computer graphics, McGraw-Hill.

### Metodi didattici

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui lo studente utilizza software per la modellazione e disegno digitale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e orale. Le esercitazioni svolte completamente in aula saranno corrette al termine della lezione e costituiranno voto per lo scritto. Se tutte le esercitazioni ottengono valutazione, la media sarà considerata come voto dello scritto, permettendo di accedere direttamente all'orale. In caso debba essere sostenuta la prova scritta, questa sarà costituita da un esercizio al calcolatore.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi ed esercizi sul sito del docente:

<http://diem1.ing.unibo.it/personale/liverani>

## 17362 - DISEGNO AUTOMATICO L

<b>Docente:</b>	BALLABENI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il modulo di "Disegno Automatico" si pone come obiettivo principale quello di fornire allo studente le conoscenze teoriche e metodologiche per la rappresentazione digitale dell'architettura e del contesto urbano attraverso l'utilizzo di tecniche di Computer Aided Design. Nel Corso verranno evidenziate le differenze tra il disegno tradizionale e il disegno digitale, e verranno messi a confronto differenti tipi di CAD, al fine di sviluppare nello studente la capacità critica necessaria per stabilire quale sia il corretto utilizzo degli strumenti digitali disponibili, al fine di migliorare la qualità degli elaborati grafici prodotti e, conseguentemente, ottenere una comunicazione più efficace del progetto.

Le conoscenze teoriche acquisite saranno sperimentate operativamente nel "Laboratorio CAD".

## Programma / Contenuti

Il Corso si articolerà in lezioni teoriche ed esercitazioni in laboratorio, secondo il calendario allegato, volte all'applicazione pratica del CAD.

Gli argomenti trattati nelle lezioni saranno i seguenti:

- nascita e sviluppo degli strumenti CAD, caratteristiche, classificazione, grafica raster e vettoriale, disegno digitale bidimensionale e tridimensionale, sistemi CAD e CAAD

Disegno digitale bidimensionale:

- creazione e impostazione di un file di disegno, utilizzo di modelli;
- interfaccia e ambiente di lavoro (barre degli strumenti, personalizzazione), wcs e ucs, immissione coordinate, coordinate assolute, relative, cartesiane, polari;
- visualizzazione: pan, zoom, salvataggio e ripristino di una vista, lavorare su più finestre;
- precisione del disegno: griglia, snap, orto, snap ad oggetto;
- layers e strutturazione dei dati grafici;
- comandi di disegno: primitive grafiche (linee, cerchi, archi, ellissi, polilinee), retini e tratteggi, elementi di annotazione (testi e quote); blocchi
- comandi di modifica, metodi di selezione
- formato: tipi di linea, di testo, di quote
- la stampa e gestione dello 'spazio carta'
- inserimento e gestione dei file di riferimento esterni
- esportazione dei file e rasterizzazione

Disegno digitale tridimensionale:

- struttura dati: piani, lucidi;
- modellazione solida: primitive grafiche e operazioni di base
- modellazione solida di elementi architettonici: pareti, solai, porte e finestre
- modellazione solida: tetti, scale
- impostazione delle viste assonometriche e prospettiche
- gestione dell'illuminazione e ombreggiatura
- effetti del colore sul modello e applicazione di textures

Gestione delle immagini Raster

- formati grafici e caratteristiche delle immagini
- operazioni di base in ambiente PhotoShop
- regolazione delle immagini
- interoperabilità dei software

## Testi / Bibliografia

Consigliati

- KOSER G., ZIRWAS D., Fondamenti di Autocad, un approccio progressivo, Pearson Paravia Mondadori, 2008

- CIPRIANI, Luca, Esempi di Disegno dell'Architettura – La didattica del disegno nella Facoltà di Ingegneria di Bologna, Clueb, Bologna, 2005

Testi didattici sull'utilizzo del CAD

- MIGLIARI R., Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura, Edizioni Kappa, Roma, 2000.

- MINGUCCI R., Disegno interattivo, Patron Editore, Bologna, 2003.

- MITCHELL W. J., Computer Aided Architectural Design, Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.

- MITCHELL W. J., M. MC-CULLOUGH, MALCOLM, Digital Design Media, Strumenti digitali per il design, l'architettura e la grafica, Mc Graw – Hill Libri Italia srl, Milano, 1996.

Manuali di Disegno

- CARBONARA, Pasquale, Architettura pratica, UTET, Torino, 1954
- CNR, Manuale dell'architetto, edizioni varie
- NEUFERT, Ernst, enciclopedia pratica per progettare e costruire, HOEPLI
- Manuale di progettazione edilizia, HOEPLI, Milano, 1992
- UNI, Norme per il disegno tecnico. Edilizia e settori correlati, vol. 3, Milano, 1990.

Disegno, rappresentazione e tecniche grafiche

- BENEVOLO, Leonardo, Il Disegno, Laterza
- BINI, Marco, tecniche grafiche e rappresentazione degli elementi dell'architettura, Alinea, Firenze, 1986
- DOCCI, M., MIRRI, F., La redazione grafica del progetto architettonico, NIS, Roma, 1989
- DOCCI, Mario, Manuale di disegno architettonico, Laterza, Bari, 1985
- GUGLIELMI, E., Il progetto architettonico, Nis editrice, Roma 1991.
- KEMNITZER, Ronald B., Pennarelli, tecniche ed applicazioni, editimme, Milano, 1983 (collana)
- MAESTRO, Roberto, Disegno per l'analisi e per il progetto, Progetto Leonardo, Bologna, 1991
- MANDELLI, Emma, La rappresentazione grafica, Alinea, Firenze, 1988
- MIRRI, F., La rappresentazione tecnica e progettuale - manuale di disegno per ingegneri e architetti, Nis, Roma, 1992
- PORTER E GOODMAN, Manuale di tecniche grafiche per architetti, Clup, Milano 1989.
- PRATELLI, Alberto, il disegno di architettura, Charta, Milano, 1995
- PRENZEL, Rudolf, Disegno d'architettura, tecniche di rappresentazione, Hoepli, Milano, 1984

## Metodi didattici

Lezioni Frontali:

Il Corso, come anticipato, si articolerà in lezioni teoriche ed esercitazioni in aula volte all'applicazione pratica del CAD.

La duplice esperienza teorica e applicativa, oltre che agganciare i contenuti delle comunicazioni a esercitazioni concrete, permette di intraprendere un percorso di conoscenza che esplori le differenti modalità di raffigurazione grafica e visiva, con particolare attenzione non ai singoli comandi, ma al loro rapporto con il processo di realizzazione dell'elaborato grafico digitale.

Esercitazioni in Laboratorio:

Sono programmate 8 esercitazioni individuali da eseguire integralmente presso il Laboratorio Informatico della Facoltà. Le esercitazioni, precedute da una breve presentazione dell'esercizio da eseguire, riguarderanno l'utilizzo di gruppi di comandi o fasi procedurali del disegno, e, dovranno essere iniziate e concluse nell'orario previsto. Eventuali copie dell'esercitazione non eseguite nei momenti previsti non sostituiscono l'eventuale lavoro parziale eseguito in laboratorio, ma semplicemente lo integrano.

Gli studenti sono tenuti ad organizzarsi in due raggruppamenti, A e B, che si alterneranno nell'impiego del Laboratorio per un suo utilizzo individuale secondo il calendario allegato.

La valutazione delle esercitazioni sarà effettuata sulla base della stampa e del file consegnati al termine della giornata e costituisce buona parte della valutazione finale.

Frequenza esercitazioni Laboratorio:

E' necessario eseguire in Laboratorio almeno 6 esercitazioni delle 8 previste. Le esercitazioni mancanti dovranno comunque essere eseguite autonomamente e presentate in sede di esame.

Gli studenti che per vari motivi non eseguiranno le esercitazioni in Laboratorio dovranno sostenere l'esame secondo la modalità 'non frequentanti' descritta nel paragrafo successivo.

Esercitazione extra-Lab:

Le giornate in cui il Laboratorio didattico non risulta disponibile per l'alternanza dei gruppi A e B saranno dedicate allo sviluppo di una esercitazione estesa all'intera durata del corso.

Il tema dell'esercitazione 'estesa' sarà assegnato durante il corso e consisterà nella modellazione 3D di un'area di Ravenna secondo i criteri assegnati.

Si ricorda che la revisione periodica degli elaborati svolti autonomamente, sia in forma di discussione dei disegni cartacei sia di correzione degli elaborati digitali (con verifica del corretto utilizzo dei layers e delle indicazioni date), è parte essenziale della didattica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

> Modalità Frequentanti:

(per gli studenti che hanno eseguito il 75% delle esercitazioni in Laboratorio)

- test teorico (scritto)
- presentazione e valutazione delle 8 esercitazioni di Laboratorio
- presentazione e valutazione dell'esercitazione 'estesa'
- orale riguardante la discussione delle esercitazioni e degli argomenti delle lezioni

> Modalità NON Frequentanti:

(per gli studenti che non hanno eseguito le esercitazioni in Laboratorio)

- prova pratica consistente nell'elaborazione di un'esercitazione CAD
- test teorico (scritto)
- presentazione e valutazione delle 8 esercitazioni previste
- presentazione e valutazione dell'esercitazione 'estesa'
- orale riguardante la discussione delle esercitazioni e degli argomenti delle lezioni

Consegna degli elaborati di laboratorio

Per sostenere l'esame è necessaria la consegna di una copia ridotta in formato A3 e di un CD del materiale elaborato; i formati grafici sono specificati in un apposito allegato che sarà fornito durante il corso;

Non saranno ammessi all'esame studenti con materiale incompleto o difforme rispetto alle codifiche fornite.

Le eventuali stampe su supporto cartaceo nei formati originali (A1 e A0) saranno restituite agli esecutori.

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni presso il Laboratorio Informatico, lezioni frontali e revisioni.

## 30893 - DISEGNO AUTOMATICO T

<b>Docente:</b>	BALLABENI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

- L'insegnamento prevede una introduzione all'informatica e la trattazione in modo approfondito al disegno CAD con applicazioni volte alle problematiche dell'edilizia.

### Programma / Contenuti

Il Corso si articolerà in lezioni teoriche ed esercitazioni in laboratorio, secondo il calendario allegato, volte all'applicazione pratica del CAD.

Gli argomenti trattati nelle lezioni saranno i seguenti:

- nascita e sviluppo degli strumenti CAD, caratteristiche, classificazione, grafica raster e vettoriale, disegno digitale bidimensionale e tridimensionale, sistemi CAD e CAAD

Disegno digitale bidimensionale:

- creazione e impostazione di un file di disegno, utilizzo di modelli;

- interfaccia e ambiente di lavoro (barre degli strumenti, personalizzazione), wcs e ucs, immissione coordinate, coordinate assolute, relative, cartesiane, polari;
- visualizzazione: pan, zoom, salvataggio e ripristino di una vista, lavorare su più finestre;
- precisione del disegno: griglia, snap, orto, snap ad oggetto;
- layers e strutturazione dei dati grafici;
- comandi di disegno: primitive grafiche (linee, cerchi, archi, ellissi, polilinee), retini e tratteggi, elementi di annotazione (testi e quote); blocchi
- comandi di modifica, metodi di selezione
- formato: tipi di linea, di testo, di quote
- la stampa e gestione dello 'spazio carta'
- inserimento e gestione dei file di riferimento esterni
- esportazione dei file e rasterizzazione

#### Disegno digitale tridimensionale:

- struttura dati: piani, lucidi;
- modellazione solida: primitive grafiche e operazioni di base
- modellazione solida di elementi architettonici: pareti, solai, porte e finestre
- modellazione solida: teti, scale
- impostazione delle viste assonometriche e prospettiche
- gestione dell'illuminazione e ombreggiatura
- effetti del colore sul modello e applicazione di textures

#### Gestione delle immagini Raster

- formati grafici e caratteristiche delle immagini
- operazioni di base in ambiente PhotoShop
- regolazione delle immagini
- interoperabilità dei software

## Testi / Bibliografia

### Consigliati

- KOSER G., ZIRWAS D., Fondamenti di Autocad, un approccio progressivo, Pearson Paravia Mondadori, 2008
- CIPRIANI, Luca, Esempi di Disegno dell'Architettura – La didattica del disegno nella Facoltà di Ingegneria di Bologna, Clueb, Bologna, 2005
- Testi didattici sull'utilizzo del CAD
- MIGLIARI R., Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura, Edizioni Kappa, Roma, 2000.
- MINGUCCI R., Disegno interattivo, Patron Editore, Bologna, 2003.
- MITCHELL W. J., Computer Aided Architectural Design, Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.
- MITCHELL W. J., M. MC-CULLOUGH, MALCOLM, Digital Design Media, Strumenti digitali per il disegno, l'architettura e la grafica, Mc Graw – Hill Libri Italia srl, Milano, 1996.

### Manuali di Disegno

- CARBONARA, Pasquale, Architettura pratica, UTET, Torino, 1954
- CNR, Manuale dell'architetto, edizioni varie
- NEUFERT, Ernst, enciclopedia pratica per progettare e costruire, HOEPLI
- Manuale di progettazione edilizia, HOEPLI, Milano, 1992
- UNI, Norme per il disegno tecnico. Edilizia e settori correlati, vol. 3, Milano, 1990.

### Disegno, rappresentazione e tecniche grafiche

- BENEVOLO, Leonardo, Il Disegno, Laterza
- BINI, Marco, tecniche grafiche e rappresentazione degli elementi dell'architettura, Alinea, Firenze, 1986

- DOCCI, M., MIRRI, F., La redazione grafica del progetto architettonico, NIS, Roma, 1989
- DOCCI, Mario, Manuale di disegno architettonico, Laterza, Bari, 1985
- GUGLIELMI, E., Il progetto architettonico, Nis editrice, Roma 1991.
- KEMNITZER, Ronald B., Pennarelli, tecniche ed applicazioni, editiemme, Milano, 1983 (collana)
- MAESTRO, Roberto, Disegno per l'analisi e per il progetto, Progetto Leonardo, Bologna, 1991
- MANDELLI, Emma, La rappresentazione grafica, Alinea, Firenze, 1988
- MIRRI, F., La rappresentazione tecnica e progettuale - manuale di disegno per ingegneri e architetti, Nis, Roma, 1992
- PORTER E GOODMAN, Manuale di tecniche grafiche per architetti, Clup, Milano 1989.
- PRATELLI, Alberto, il disegno di architettura, Charta, Milano, 1995
- PRENZEL, Rudolf, Disegno d'architettura, tecniche di rappresentazione, Hoepli, Milano, 1984

## Metodi didattici

### Lezioni Frontali:

Il Corso, come anticipato, si articolerà in lezioni teoriche ed esercitazioni in aula volte all'applicazione pratica del CAD.

La duplice esperienza teorica e applicativa, oltre che agganciare i contenuti delle comunicazioni a esercitazioni concrete, permette di intraprendere un percorso di conoscenza che esplori le differenti modalità di raffigurazione grafica e visiva, con particolare attenzione non ai singoli comandi, ma al loro rapporto con il processo di realizzazione dell'elaborato grafico digitale.

### Esercitazioni in Laboratorio:

Sono programmate 8 esercitazioni individuali da eseguire integralmente presso il Laboratorio Informatico della Facoltà. Le esercitazioni, precedute da una breve presentazione dell'esercizio da eseguire, riguarderanno l'utilizzo di gruppi di comandi o fasi procedurali del disegno, e, dovranno essere iniziate e concluse nell'orario previsto. Eventuali copie dell'esercitazione non eseguite nei momenti previsti non sostituiscono l'eventuale lavoro parziale eseguito in laboratorio, ma semplicemente lo integrano.

Gli studenti sono tenuti ad organizzarsi in due raggruppamenti, A e B, che si alterneranno nell'impiego del Laboratorio per un suo utilizzo individuale secondo il calendario allegato.

La valutazione delle esercitazioni sarà effettuata sulla base della stampa e del file consegnati al termine della giornata e costituirà buona parte della valutazione finale.

### Frequenza esercitazioni Laboratorio:

E' necessario eseguire in Laboratorio almeno 6 esercitazioni delle 8 previste. Le esercitazioni mancanti dovranno comunque essere eseguite autonomamente e presentate in sede di esame.

Gli studenti che per vari motivi non eseguiranno le esercitazioni in Laboratorio dovranno sostenere l'esame secondo la modalità 'non frequentanti' descritta nel paragrafo successivo.

### Esercitazione extra-Lab:

Le giornate in cui il Laboratorio didattico non risulta disponibile per l'alternanza dei gruppi A e B saranno dedicate allo sviluppo di una esercitazione estesa all'intera durata del corso.

Il tema dell'esercitazione 'estesa' sarà assegnato durante il corso e consisterà nella modellazione 3D di un'area di Ravenna secondo i criteri assegnati.

Si ricorda che la revisione periodica degli elaborati svolti autonomamente, sia in forma di discussione dei disegni cartacei sia di correzione degli elaborati digitali (con verifica del corretto utilizzo dei layers e delle indicazioni date), è parte essenziale della didattica.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

### > Modalità Frequentanti:

(per gli studenti che hanno eseguito il 75% delle esercitazioni in Laboratorio)

- test teorico (scritto)

- presentazione e valutazione delle 8 esercitazioni di Laboratorio
- presentazione e valutazione dell'esercitazione 'estesa'
- orale riguardante la discussione delle esercitazioni e degli argomenti delle lezioni

> Modalità NON Frequentanti:

(per gli studenti che non hanno eseguito le esercitazioni in Laboratorio)

- prova pratica consistente nell'elaborazione di un'esercitazione CAD
- test teorico (scritto)
- presentazione e valutazione delle 8 esercitazioni previste
- presentazione e valutazione dell'esercitazione 'estesa'
- orale riguardante la discussione delle esercitazioni e degli argomenti delle lezioni

Consegna degli elaborati di laboratorio

Per sostenere l'esame è necessaria la consegna di una copia ridotta in formato A3 e di un CD del materiale elaborato; i formati grafici sono specificati in un apposito allegato che sarà fornito durante il corso;

Non saranno ammessi all'esame studenti con materiale incompleto o difforme rispetto alle codifiche fornite.

Le eventuali stampe su supporto cartaceo nei formati originali (A1 e A0) saranno restituite agli esecutori.

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni grafiche di disegno CAD presso il Laboratorio Informatico e Lezioni frontali interattive sull'applicazione dei comandi.

## 33247 - DISEGNO DELL'ARCHITETTURA 1

<b>Docente:</b>	BARTOLOMEI CRISTIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 12789 - DISEGNO DELL'ARCHITETTURA II

<b>Docente:</b>	MINGUCCI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivi del Corso: -fornire gli elementi fondamentali per la corretta e completa descrizione dell'oggetto costruito e delle sue componenti, al fine di una sua esaustiva ed articolata rappresentazione; -sviluppare la conoscenza delle tecniche di rappresentazione, comprese quelle inerenti la nuova strumentazione digitale del disegno. -introdurre alla conoscenza dell'ambiente architettonico ed urbano al fine di comprendere e descrivere, alle varie scale, il luogo, lo spazio architettonico e le loro componenti;

### Programma / Contenuti

Lettura e rappresentazione del territorio e dell'ambiente urbano: percorsi e tessuti urbani. Individuazione e rappresentazione delle loro componenti. Il disegno come mezzo di documentazione e di studio per la rappresentazione del contesto urbano ed architettonico. La strumentazione per il disegno di progetto: dallo schizzo al modello digitale. Il disegno interattivo: dal processo tradizionale alla rappresentazione digitale. Rappresentazione dello spazio architettonico: dall'illustrazione concettuale, ai diagrammi di forma, ai disegni definitivi, esecutivi, costruttivi. Le fasi del processo costruttivo (ideazione, progettazione, costruzione ed evoluzione dell'oggetto architettonico) e delle relative tecniche di rappresentazione e di sintesi grafiche e

modellistiche. I metodi di rappresentazione in funzione del processo di comunicazione del progetto. Analisi e rappresentazione, alle diverse scale, dell'organismo edilizio: componenti funzionali e di sistema costruttivo.

### Testi / Bibliografia

MEZZETTI C. (a cura), Il Disegno dell'Architettura Italiana nel XX secolo, Edizioni Kappa, Roma, 2003  
 MIGLIARI R., Fondamenti della rappresentazione geometrica e informatica dell'architettura, Edizioni Kappa, Roma, 2000. PRATELLI A., Il disegno di Architettura, Charta, Milano, 1995. DOCCI M., Manuale di disegno architettonico, Laterza, Bari, 1992. DOCCI M., MIRRI F., La redazione grafica del progetto architettonico, Roma, N.I.S. 1989; MUSUMECI S., La TORRE C., Disegno architettonico esecutivo, Roma, N.I.S. 1982

### Metodi didattici

Oltre alle Lezioni saranno proposte Esercitazioni pratiche volte a fornire una documentazione pratica del linguaggio di comandi di un software di larga diffusione per il Disegno Interattivo digitale. Il lavoro di gruppo ed individuale sarà volto alla rappresentazione, nelle opportune scale, di un manufatto architettonico previa ampia analisi e documentazione a schizzo raccolta su un apposito quaderno personale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove scritte durante il Corso, volte a verificare la comprensione del Tema proposto in termini di tecniche grafiche, contenuti di informazione e progettazione delle singole tavole grafiche. La documentazione di almeno quattro prove positive consentirà di essere esentati dalla prova scritta di esame finale.

### Strumenti a supporto della didattica

Saranno fornite documentazioni grafiche e storiografiche su progetti-guida, utilizzati come temi di gruppo per la preventiva definizione dei contenuti architettonici da rappresentare nelle varie fasi del processo di progetto. Saranno forniti anche elementi manualistici per il dimensionamento degli arredi fissi e mobili di varie tipologie architettoniche ed elementi di strutturazione dei file per la rappresentazione vettoriale e raster.

## 17426 - DISEGNO DELL'ARCHITETTURA L

<b>Docente:</b>	BALLABENI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso è organizzato in due moduli didattici: 'Rilievo dell'Architettura' e 'Disegno dell'architettura'.

Il modulo di 'Rilievo dell'Architettura' si pone l'obiettivo di far acquisire agli allievi la padronanza pratica dei metodi e delle tecniche del rilievo dell'architettura e dell'ambiente, inteso nella sua ampia accezione di strumento di conoscenza della realtà architettonica, ambientale e urbana. In questo senso saranno sondate le metodologie dirette e strumentali, le procedure e le tecniche, anche digitali, di restituzione metrica, morfologica, tematica.

Il modulo di 'Disegno dell'Architettura' si propone la sperimentazione delle tecniche della rappresentazione finalizzate al progetto di architettura: il 'disegno di progetto' sarà studiato ed applicato sia come strumento espressivo e comunicativo, sia come strumento di riflessione e proiezione delle idee in realtà formale e spaziale.

Saranno affrontati i principali aspetti del disegno di architettura inteso come linguaggio grafico, info-grafico e multimediale applicato al processo progettuale, dalla formazione dell'idea alla sua definizione esecutiva.

Ulteriore obiettivo è aiutare lo studente a cercare modi alternativi e personali di elaborazione, sintesi e rappresentazione del disegno di progetto, con particolare attenzione alla rappresentazione dei materiali dell'architettura contemporanea.

## Programma / Contenuti

### Rilievo dell'architettura

Rilevamento: fondamenti teorici e finalità. Strumenti di misura per il rilievo diretto e indiretto.

Eidotipo e rilievo "per proporzioni". Rilievo a "vista" e disegno dal vero: geometrie, simmetrie, proporzioni, allineamenti.

Metodi fondamentali per il rilevamento architettonico. Tecniche di prelievo delle misure planimetriche e altimetriche.

Rilevamento di dettaglio e degli elementi costruttivi.

Rilievo strumentale. Livellazioni. Procedimenti accessori.

Rilievo delle lesioni dei fabbricati. Fotografia e rilevamento.

Norme e convenzioni grafiche. La restituzione nei disegni di rilievo di organismi ed elementi architettonici: modalità di raffigurazione grafica e visiva; caratteristiche degli elaborati in funzione delle finalità che si prefigge.

### Disegno dell'architettura

Disegno di architettura come insieme di strumenti e tecniche di rappresentazione finalizzati ad oggettivare e comunicare un oggetto spaziale.

Disegno come strumento di lettura e come tecnica di rappresentazione e comunicazione degli spazi abitati.

Disegno come strumento per l'analisi funzionale, geometrica, strutturale e spaziale degli edifici.

Rapporto tra il disegno ed il processo di approccio alla forma dell'oggetto: il Disegno come processo di progetto.

Rapporto tra le tecniche di rappresentazione del progetto e le esigenze poste dai processi di organizzazione dello spazio, in relazione alle forme, alle strutture e alle diverse scale operative (dal contesto, all'edificio, al particolare costruttivo).

Disegno come primo approccio alla conoscenza dei sistemi costruttivi a livello di compito edilizio.

Rappresentazione tridimensionale. Assonometria: tipi; spaccati ed esplosi. Prospettiva: tipi; sezioni prospettiche, metodi rapidi, fotomontaggi, vedute panoramiche.

Disegno, rappresentazione e forme degli elementi e dei materiali per l'architettura.

Disegno digitale: interscambio fra diversi ambienti operativi (cad, raster, disegni manuali), trattamento delle immagini; restituzioni e stampe. Cenni sul render cad e sulle geometrie complesse, dal 3D al 2D.

## Testi / Bibliografia

BENEVOLO L., *Il Disegno*, Laterza.

DOCCI M., MIRRI F., *La redazione grafica del progetto architettonico*, NIS, Roma, 1989.

DOCCI M., *Manuale di disegno architettonico*, Laterza, Bari, 1992.

DOCCI M., MAESTRI D., *Il rilevamento architettonico. Storia, metodi, strumenti*, Laterza, Bari, 1992.

MIGLIARI R., *Fondamenti della rappresentazione geometrica e informatica dell'architettura*, Edizioni Kappa, Roma, 2000.

NEUFERT E. (manuale), *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*.

PRATELLI A. (a cura di), *La trasmissione delle idee dell'architettura*, Atti del convegno 29-30 sett. 1988, Udine-Spilimbergo.

PRATELLI A., *il disegno di architettura*, Charta, Milano, 1995.

UNI, *Norme per il disegno tecnico. Edilizia e settori correlati*, vol. 3, Milano, 1990.

Riviste di architettura e ingegneria.

Le indicazioni bibliografiche sono da considerare come riferimenti generali in relazione ai temi svolti; esse saranno integrate con indicazioni specifiche.

## Metodi didattici

Lezioni frontali, integrate da esercitazioni pratiche obbligatorie su temi reali

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta: riguardante 'Rilievo dell'Architettura'.

Prova orale: esposizione e valutazione delle esercitazioni e degli elaborati grafici prodotti durante il corso.

Le modalità di consegna del lavoro saranno comunicate durante il corso.

## Strumenti a supporto della didattica

### Esercitazioni.

Nelle esercitazioni sui temi di 'Disegno dell'Architettura' gli studenti saranno sdoppiati in due gruppi di 'A' e 'B'; nelle giornate di revisione (di norma il martedì pomeriggio) gli studenti dovranno dotarsi anche del materiale di disegno, sia manuale sia digitale, per proseguire in aula il lavoro di esercitazione.

La frequenza alle revisioni/esercitazioni è obbligatoria.

Vedi anche alla sezione "Calendario".

### Temi di Esercitazione

#### A – esercitazione di rilievo (RA)

Gli allievi sono tenuti ad organizzarsi in gruppi di lavoro di 2/3 persone; l'attività di gruppo riguarderà esclusivamente le operazioni di presa delle misure. A ciascun gruppo sarà assegnata una parte geometricamente definita di un edificio di Ravenna, da rilevare e rappresentare compiutamente.

Ogni allievo dovrà produrre i seguenti elaborati:

A1. eidotipi - rilievi a vista e per proporzioni- rilievo fotografico;

A2. rilievo metrico;

A3. rilievo dei materiali e del degrado;

A4. assonometria.

Le operazioni di rilievo di base e partenza avverranno in date fissate, all'interno del Laboratorio Progettuale di Disegno dell'architettura II; gli strumenti necessari per il rilievo dovranno essere reperiti dagli allievi. La restituzione del rilievo potrà avvenire, per tematiche definite, durante prova ex-tempore soggetta a valutazione.

Le scale di restituzione delle singole tavole, le modalità di rappresentazione codificata degli elementi, le impostazioni generali delle tavole, lo spessore dei tratti e l'eventuale organizzazione dei layer nella rappresentazione digitale, così come gli orientamenti delle rappresentazioni assonometriche, saranno fissate dai responsabili dei singoli gruppi di lavoro.

#### B – esercitazione di disegno di progetto (DA): 'case pronte'

L'esercitazione, a carattere strettamente individuale, consiste nel ridisegno di una unità residenziale realizzata e riconducibile alla categoria delle case prefabbricate. L'assegnazione del tema è effettuata dal docente.

Ogni allievo dovrà produrre una serie di elaborati in formato A1 riguardanti i seguenti contenuti:

##### B0. Modello di studio

Modello schematico dell'edificio, realizzato con tecniche e materiali di comune impiego (cartoncino, colla...); documentare la costruzione con fotografie.

##### B1. Presentazione

La tavola deve contenere, di norma, tutti i disegni di studio realizzati, le foto dell'evoluzione del modello di studio, eventuale documentazione usata come riferimento, breve relazione esplicativa delle scelte fatte.

##### B2. Disegni d'insieme: proiezioni ortogonali (piante, prospetti, sezioni)

La tavola deve contenere un numero di figure che dipenderà dalla complessità dell'oggetto; in tutte le viste occorre rappresentare le ombre tecniche e indicare le differenti colorazioni

##### B3. Disegni di dettaglio e diagrammi

La tavola deve contenere, di norma: dettagli caratteristici dello spazio interno e del volume esterno; schemi geometrici generatori; schemi di scomposizione volumetrica; schemi scomposizione strutturale; particolari tecnologici.

##### B4. Rappresentazioni tridimensionali

La tavola deve contenere, di norma: almeno due viste assonometriche (una esplosa) in grado di illustrare i contenuti spaziali, funzionali e strutturali del progetto; almeno due prospettive, in grado di far percepire sia la forma interna sia quella esterna.

N.B.: Ogni argomento non corrisponde necessariamente ad una singola tavola ma potrà essere sviluppato su più elaborati se le specificità del progetto lo richiedano.

Il layout delle tavole sarà fornito durante il corso.

Le modalità di consegna del lavoro saranno comunicate durante il corso.

## 44500 - DISEGNO DI MACCHINE L

<b>Docente:</b>	CALIGIANA GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso fornisce gli strumenti conoscitivi, relativi alle rappresentazioni degli organi delle macchine, per l'integrazione dei moderni metodi di progettazione industriale e per la simulazione di sistemi meccanici e di processo.

### Programma / Contenuti

Descrizione, in sintesi, del corso di

Disegno di Macchine L

- Il corso è in due moduli per un totale di 9 crediti, ma i due moduli sono tenuti dallo stesso docente, per cui si tratta di un **unico esame** corrispondente ai 9 crediti totali.

- Il corso di Disegno di Macchine L costituisce un vero e proprio esame di Disegno II, nel senso che riprende, approfondendola, la parte del programma di Disegno Tecnico dalle tolleranze in poi, eseguendo, però, delle applicazioni pratiche quali lo smontaggio, con rilievo dal vero, di assiemmi reali (riduttori, pompe, frizioni, ecc.). Viene eseguita una riprogettazione inversa dei componenti di tali assiemmi con schizzi (rigorosamente a mano libera) che servono da base per esecuzione di disegni 3D e 2D con modellatore solido di fascia media (Solid Edge).

- Il corso si differenzia, pertanto, sia da quello di Disegno di Macchine quinquennale attuale che dal Disegno di Macchine LS (previsto nella laurea specialistica), in cui vengono spiegati in dettaglio i fondamenti teorici di CAD 2D e 3D e nell'ambito del quale vengono utilizzati modellatori solidi di fascia alta (ProE). I due corsi, L ed LS, possono, pertanto, essere seguiti indipendentemente l'uno dall'altro o entrambi, a scelta dello studente.

**Disegno di Macchine L (9 CFU) – Allievi Ingegneria Meccanica**

**docente: Prof. Ing. Gianni Caligiana**

Il Corso si propone di integrare le conoscenze di base acquisite nel corso di Disegno Tecnico Industriale e di perfezionarle mediante l'analisi dettagliata di complessivi e componenti tratti dal mondo industriale. Verranno impiegate sia le tecniche tradizionali (con particolare attenzione all'esecuzione del corretto schizzo a mano libera) sia le tecniche di rappresentazione 2D e modellazione 3D più moderne.

Il corso si compone di varie fasi:

- fase teorica di lezione;

- fase di lavoro collegiale in aula di disegno, ove gli studenti, suddivisi in gruppi omogenei, devono (con l'aiuto di schizzi a mano libera) rilevare componenti o complessivi, ideare forme e sviluppare soluzioni funzionali adatte relative ad applicazioni di tipo industriale, concordate con il docente;

- fase pratica di modellazione 3D ed assemblaggio dei componenti relativi ai complessivi definiti al punto precedente (con utilizzo degli strumenti CAD);

- fase pratica di realizzazione dei corrispondenti disegni di lavorazione (a mano libera e/o mediante CAD).

Durante la seconda fase citata, ogni gruppo dovrà dotarsi di un calibro centesimale e, in qualche occasione portare l'occorrente (specificato di volta in volta dal docente) per eseguire semplici smontaggi di complessivi meccanici. Gli studenti saranno tenuti a curare e conservare, individualmente, un quaderno con tutti gli appunti relativi a progetti e verifiche relative a questa attività di esercitazione.

Durante la terza e quarta fase citate sarà utilizzato un modellatore solido tridimensionale installato nelle macchine del laboratorio CAD.

Il Corso tratta i seguenti aspetti del disegno di macchine:

- integrazione di alcuni argomenti di geometria descrittiva non trattati durante il corso di base di Disegno Tecnico Industriale (assonometrie e viste ausiliarie);

- approfondimento dei criteri di corretta rappresentazione e dimensionamento degli organi di collegamento, guida, articolazione, trasmissione del moto, lubrificazione e tenuta;

- riesame accurato ed integrazione, sulla base di applicazioni pratiche nel settore industriale, dei concetti che stanno alla base della corretta quotatura, e della limitazione degli errori costruttivi (scelta delle corrette tolleranze dimensionali e geometriche e adozione del grado di finitura

## Testi / Bibliografia

TESTI CONSIGLIATI (in ordine alfabetico)

L'elenco dei libri consigliati è cospicuo allo scopo di fornire ampia documentazione agli studenti. Questo non implica che gli stessi debbano essere necessariamente acquistati. Gran parte di essi sono consultabili in biblioteca e la suddivisione in gruppi può agevolare l'acquisto alternativo dei vari volumi, con scambio degli stessi tra i vari componenti del gruppo stesso.

Disegno:

- BALDASSINI, "Manuale per Disegnatori Tecnici" o equivalenti.

- BERTOLINE, WIEBE, "Fondamenti di Comunicazione Grafica", McGraw-Hill.

- CALIGARIS, FAVA, TOMASELLO, "Dal Progetto al Prodotto", Paravia, Torino.

- CHIRONE, TORNINCASA, "Disegno Tecnico Industriale", Vol. 1, 2, Ed. Capitelto, Torino.

- CONTI, "Disegno Tecnologico", esclusivamente Vol. 1 e 2, Ed. Pitagora, Bologna.

- FILIPPI, "Disegno di Macchine", Vol. 1, 2, Ed. Hoepli, Milano.

- MANFE', POZZA, SCARATO, "Disegno Meccanico", Vol. 1, 2, 3, Ed. Principato, Milano.

- STRANEO, CONSORTI, "Disegno di Costruzioni Meccaniche", Vol. 1, 2, Ed. Principato, Milano.

- UNI MI, "Norme per il Disegno tecnico", Vol. 1, 2, Pubblicato a cura dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano.

Progettazione e materiali:

- BELLUZZI, "Scienza delle Costruzioni", Vol. I, II e III, Zanichelli, Bologna.

- CALIGIANA, CESARI, "I materiali compositi", Pitagora Editrice, Bologna.

- DEUTSCHMAN, MICHELS, WILSON, "Machine Design - Theory and Practice", Macmillan Publishers, London.

- JUVINALL, MARSHEK, "Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine", Edizioni ETS, Pisa.

- SHIGLEY, MISCHEKE, "Mechanical Engineering Design", McGraw-Hill International Editions, Singapore.

- SPOTTS, "Design of Machine Elements", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Sviluppo di prodotto e CAD:

- CAD In Site for Solid Edge, Distance Engineering, Inc. (CD-Rom di esempi).

- Esempi di Solid Edge reperibili nell'opportuno comparto del menu aiuti (help) del programma o in rete (sito <http://www.ugsitalia.it/solidedge/evolve.to.3D.myths.shtml>).
- McMahon, Browne, "CAD/CAM, from principles to practise", Addison-Wesley Publ.
- Mortenson, "Modelli geometrici in computer graphics", McGraw-Hill.
- UIRICH, Eppinger, "Progettazione e sviluppo di prodotto", McGraw-Hill.

### Metodi didattici

Il Corso è composto da:

- lezioni teoriche in aula;
- lavoro di disassemblaggio di complessivi (forniti dal Docente) e rilievo dal vero di componenti meccanici in aula da disegno;
- attività di modellazione CAD 3D e corrispondente stesura delle tavole 2D in aula informatica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

prova individuale orale, preceduta da una prova scritta preliminare, il cui esito condiziona l'ammissibilità all'orale

PROPEDEUTICITA' CONSIGLIATE

Disegno Tecnico Industriale

### Strumenti a supporto della didattica

lucidi e informazioni aggiuntive possono essere reperite nel sito:

<http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/dmcalimec.html>

SUPPORTI INFORMATICI PER ESERCITAZIONI

SOFTWARE CONSIGLIATO:

- Solid Edge

Ulteriori supporti:

- CAD In Site per Solid Edge, Distance Engineering, Inc. (CD-Rom di esempi).
- Tutorial di Solid Edge ed esempi sono reperibili nell'opportuno comparto del menu aiuti (help) del programma o in rete (sito: <http://www.ugsitalia.it/solidedge/evolve.to.3D.myths.shtml>)

## 45214 - DISEGNO DI MACCHINE LS

<b>Docente:</b>	CESARI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di Disegno di macchine richiede la conoscenza del comportamento dei materiali isotropi e delle strutture analizzate nel corso di Elementi delle macchine e di Costruzione di macchine.

### Programma / Contenuti

Il programma del corso di Disegno di macchine riguarda l'introduzione al calcolo automatico delle strutture con l'analisi del metodo degli elementi finiti (MEF). Si inizia con lo studio delle reticolari e dei telai sia con metodi analitici che numerici per valutare l'affidabilità del MEF, passando poi allo studio delle strutture bidimensionali con elementi piani ed assialsimmetrici. Per il calcolo delle tensioni termiche si applica il MEF alla soluzione della equazione di Fourier. Vengono studiati i recipienti in pressione mediante l'analisi dei tubi e delle sfere di grosso spessore e delle lastre circolari, sia con metodi analitici che numerici.

**Testi / Bibliografia**

Il testo di riferimento per la parte teorica è: F. Cesari, *Calcolo matriciale delle strutture*, Vol. 2, Ed Pitagora, e per gli esercizi: F. Cesari, *Applicazioni di modelli analitici e numerici al calcolo strutturale*, Vol. 9, Ed. Pitagora.

**Metodi didattici**

Durante le lezioni sono discussi i problemi connessi alla progettazione meccanica mediante l'uso di metodi numerici, in particolare del metodo degli elementi finiti. Il corso comprende una parte teorica e esercitazioni nel laboratorio di informatica. Le esercitazioni sono individuali o a gruppi di due o tre persone ed hanno lo scopo di fornire agli studenti conoscenze dirette sulla potenzialità e sulla affidabilità dei metodi numerici approssimati col confronto della soluzione teorica.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento di carattere orale consiste in una discussione sugli esercizi discussi a lezione e presentati su un quaderno sotto forma di fogli di calcolo mediante una serie di domande, che tenderanno ad accertare sia la conoscenza teorica presentata a lezione, sia la modalità di soluzione dell'applicazione..

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni teoriche sono effettuate direttamente alla lavagna, mentre gli esercizi proposti e sviluppati a lezione vengono risolti come fogli di calcolo mediante l'utilizzo di Mathematica.

**30892 - DISEGNO EDILE T**

<b>Docente:</b>	CIPRIANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**29642 - DISEGNO MECCANICO T**

<b>Docente:</b>	CALIGIANA GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente conosce le basi per l'interpretazione e l'esecuzione di disegni tecnici con metodologie di rappresentazione convenzionali e CAD; è in grado di correlare forma, funzione e processi produttivi per i principali elementi funzionali delle macchine e degli impianti.

**Programma / Contenuti**

Il corso ha lo scopo di fornire le basi necessarie per l'interpretazione e l'esecuzione del disegno tecnico. Dopo una prima parte dedicata al *disegno geometrico*, vengono esaminate le principali *norme* da impiegare per la corretta rappresentazione di particolari e disegni d'assieme (complessivi). Viene dato particolare rilievo alla *funzione* svolta da ciascun particolare nel complessivo ed all'influenza del *sistema produttivo* per una corretta scelta delle forme ed un'accurata indicazione delle informazioni aggiuntive da includere (dimensioni, errori dimensionali e geometrici ritenuti accettabili, ecc.). Sono previste delle *esercitazioni* pratiche in cui vengono spiegate ed assegnate alcune tavole relative a *componenti meccanici* o a *schemi di impianti* che lo studente esegue durante il corso o, comunque, presenta al Docente all'atto della prova d'esame. Nel laboratorio di disegno meccanico T, che fa parte del corso integrato, gli Studenti svolgono alcune delle tavole assegnate nell'aula informatica, utilizzando un *programma di disegno assistito dal calcolatore*.

Nel seguito vengono illustrati i principali argomenti trattati nel corso (un programma più dettagliato viene fornito a lezione e messo a disposizione degli Studenti nel sito web del Docente).

*Strumenti convenzionali* per il disegno. Linee e scritturazioni unificate. Scelta formati e scale.

*Strumenti non convenzionali* per il disegno. Architettura di un sistema CAD. Descrizione dell'hardware e delle principali periferiche (tastiera, mouse, tavolette digitalizzatrici, scanner; dispositivi di visualizzazione vettoriale e raster-scan, dispositivi hard-copy, ecc.). Funzioni assolute dal software. Vantaggi e limiti di un sistema CAD.

*Costruzioni geometriche* fondamentali.

Il metodo delle *proiezioni ortogonali*.

*Vera forma* di superfici piane. *Intersezioni e sezioni* piane.

*Compenetrazione* di solidi.

*Sviluppo* delle superfici.

*Proiezioni assonometriche* oblique ed ortogonali.

*Norme e convenzioni* nel disegno tecnico. Viste e sezioni. Criteri generali di *quotatura*. Numeri di Renard. Disegni di insieme (complessivi) e disegni di particoalre. Quotatura *funzionale*. Influenza dei *metodi di produzione* sul disegno e la quotatura dei pezzi. Quotatura di *fabbricazione e controllo*. Catene di *quote tollerate*.

*Tolleranze dimensionali*. *Trasferimento* di quote (dalla quotatura funzionale a quella di fabbricazione). Definizione ed indicazione della *rugosità* delle superfici. *Tolleranze geometriche*. Principio del *massimo materiale*.

*Materiali*. Prove di laboratorio: trazione, resilienza, durezza. Designazione e classificazione degli acciai, delle ghise, delle leghe di rame, alluminio, magnesio. Cenno ai materiali non metallici. Criteri per la scelta dei materiali.

*Collegamenti*. Filettature. Collegamenti albero-mozzo (linguette, chiavette, profili scanalati, anelli elastici, ecc.). Chiodature, rivettature, saldature, collegamenti mediante incollaggio.

*Articolazioni*. Guide al moto *rettilineo*. Guide al moto *rotatorio* (cuscinetti radenti e volventi). Sistemi di *lubrificazione*.

*Trasmissioni meccaniche*. Alberi, giunti, innesti, cinghie e pulegge, catene a rulli, cinghie dentate, ruote di frizione, ruote dentate, coppie vite-madrevite, camme, biella-manovella, .

## Testi / Bibliografia

UNI M1, *Norme per il disegno tecnico*, vol. 1,2, pubblicato a cura dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione. piazza Armando Diaz 2, 20123 Milano.

Manfè, Pozza, Scarato, *Disegno meccanico*, vol. 1, 2, 3, ed. Principato, Milano.

Conti, *Disegno tecnologico*, vol. 1, 2, ed. Pitagora, Bologna.

Chirone, Tornincasa, *Disegno Tecnico Industriale*, ed. Il Capitello, Torino.

Sobrero, *Corso di Disegno*, solo vol. 1, ed. Pitagora, Bologna.

Filippi, *Disegno di Macchine*, vol. 1, 2, ed. Hoepli, Milano.

Stranco, Consorti, *Disegno di Costruzioni Meccaniche*, vol. 1, 2, ed. Principato, Milano.

## Metodi didattici

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui ciascuno Studente esegue le tavole assegnate di volta in volta dal Docente.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

prova individuale orale, preceduta da una prova scritta preliminare, il cui esito condiziona l'ammissibilità all'orale (il modulo forma un unico corso integrato assieme al Laboratorio di Disegno meccanico T).

## Strumenti a supporto della didattica

lucidi e informazioni aggiuntive possono essere reperite nel sito:

[http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/DML\\_meccanica/dmlcalimecAA2008-2009.html](http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/DML_meccanica/dmlcalimecAA2008-2009.html)

## 29642 - DISEGNO MECCANICO T

<b>Docente:</b>	LIVERANI ALFREDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente conosce le basi per l'interpretazione e l'esecuzione di disegni tecnici con metodologie di rappresentazione convenzionali e CAD; è in grado di correlare forma, funzione e processi produttivi per i principali elementi funzionali delle macchine e degli impianti.

**Programma / Contenuti****1- INTRODUZIONE****SUPPORTI E STRUMENTI TRADIZIONALI PER IL DISEGNO**

Carte e unificazione dei formati, riproduzione dei disegni (UNI 936). Piegatura dei fogli (UNI 938). Riquadro delle iscrizioni (UNI 8187). Scale di rappresentazione (UNI 3967). Matite e mine. Righe e squadre. Compassi, curvilinei, mascherine. Riga parallela e tecnigrafo.

**LINEE E SCRITTURAZIONI UNIFICATE**

L'unificazione relativa ai tipi di linee e loro impiego (UNI 3968), caratteri letterali e numerici (UNI 7559), consigli pratici.

**2 - LA RAPPRESENTAZIONE****COSTRUZIONE GEOMETRICHE ELEMENTARI**

Bisezione di un segmento, di un arco, di un angolo. Perpendicolare ad un segmento (ad una retta) da un punto assegnato: esterno, appartenente ad esso (centrale o di estremità). Parallela ad una retta assegnata (ad una distanza assegnata, per un punto esterno dato). Operazioni relative ad angoli. Trisezione dell'angolo retto e dell'angolo piatto. Divisione di un segmento in parti uguali. Tangenti ad una circonferenza da un punto esterno od appartenente. Circonferenza di raggio dato tangente ad una retta in un suo punto. Tangenti interne ed esterne a due circonferenze. Circonferenza per tre punti, raccordi di rette e circonferenze con archi di raggio assegnato. Poligoni regolari: triangolo, quadrato, pentagono, esagono e ottagono con lato assegnato o con circonferenza circoscritta. Costruzione di un poligono con un numero di lati qualunque noti il lato o la circonferenza circoscritta. Curve piane (ellisse, parabola, iperbole, ovale, ovolo, evolvente di circonferenza).

**IL METODO DELLE PROIEZIONI ORTOGONALI**

Rappresentazione mediante proiezione ortogonale su due piani ortogonali di punti, rette, piani. Condizioni di appartenenza di punto e retta, retta e piano, punto e piano. Condizioni di complanarità, incidenza e parallelismo tra rette; di parallelismo tra piani. Il terzo piano di proiezione: determinazione della terza proiezione di punti, rette, piani, curve. Proiezione ortogonale di figure piane e solidi. Criteri relativi alla individuazione ed alla rappresentazione delle linee in vista e non. Determinazione della terza vista di pezzi meccanici note le altre due.

**SEZIONI**

Scopo delle sezioni: piano ideale di sezione. Sezioni piane di prismi e piramidi. Sezioni dei solidi di rivoluzione (cilindro, cono, sfera, toro). Determinazione delle linee di contorno delle sezioni: metodo delle generatrici e metodo dei piani di sezione ausiliari. Solidi ricavati mediante piani di sezione (tronco di piramide, di cono, di cilindro obliquo, ecc...).

**VERA FORMA DI SUPERFICI PIANE**

Generalità. Metodo del ribaltamento. Ribaltamenti di punti, rette, segmenti, figure piane giacenti su piani perpendicolari ai piani di proiezione principali.

**COMPENETRAZIONI DI SOLIDI**

Generalità. Compenetrazioni di prismi e piramidi. Impieghi particolari dei piani di sezione ausiliari. Determinazione della linea di intersezione relativa alla compenetrazione di solidi di rivoluzione: metodo delle generatrici, metodo dei piani di sezione ausiliari, metodo delle sfere ausiliarie.

#### **SVILUPPI DI SUPERFICI**

Generalità. Sviluppi in base al criterio del taglio di lunghezza minima di prismi, piramidi, cilindri, coni retti e non. Sviluppi di solidi ricavati mediante piani di sezione (tronco di piramide, tronco di cono, cilindro obliquo, ecc...). Sviluppi di parti di raccordo tra condotte di sezione differente. Sviluppi approssimati di sfere. Sviluppi di innesti tra cilindri e cilindri, cilindri e coni con assi concorrenti e non, normali e non.

#### **PROIEZIONI ASSONOMETRICHE OBLIQUE ED ORTOGONALI**

Fattori di riduzione. Assonometria obliqua unificata (cavaliera; UNI 4819). Prospettiva parallela ortogonale o assonometria ortogonale. Assonometria isometrica unificata (UNI 4819). Rappresentazione in assonometria di superfici piane, prismi, piramidi; rappresentazioni esatte ed approssimate di circonferenze, curve e solidi di rivoluzione. Criteri pratici per la rappresentazione in assonometria di pezzi meccanici.

### **3 - DISEGNO TECNICO: NORME E QUOTATURA**

#### **NORME**

Generalità e cenni storici sugli Enti di normazione nazionali ed internazionali (UNIM, UNI, ISA, ISO, CEN, CECA). Metodi di proiezione (UNI 3969). Viste: metodi del primo diedro (E) e del terzo diedro (A), metodo delle frecce, delle viste particolari, delle viste parziali, delle viste locali, dei ribaltamenti (UNI 3970). Sezioni secondo un piano, secondo due o più piani consecutivi, secondo piani paralleli, secondo superfici cilindriche di direttrice assegnata; sezioni parziali e sezioni di parti simmetriche; sezioni ribaltate in luogo o in vicinanza; sezioni successive; parti che non si sezionano (UNI 3971). Tratteggi per la rappresentazione dei materiali nelle sezioni (UNI 3972). Convenzioni particolari di rappresentazione (UNI 3977). Criteri per la rappresentazione di parti raccordate.

#### **QUOTATURA**

Criteri generali, linee di quotatura e riferimento, disposizione e lettura delle quote (UNI 3973). Sistemi di quotatura (in serie, in parallelo, a quote sovrapposte, quotatura combinata, in coordinate, in coordinate polari: UNI 3974). Convenzioni particolari di quotatura (solidi di rivoluzione, cerchi, superfici sferiche, quadri, smussi ed arrotondamenti, elementi regolarmente od irregolarmente disposti, ecc...: UNI 3975). Criteri di scelta degli elementi di riferimento e norme generali per una corretta quotatura. Disposizione delle quote in assonometria. Quotatura di pezzi normalizzati (UNI 4820).

#### **TIPI DI DISEGNO**

Disegno d'assieme, di gruppo o sottoinsieme, di progetto, di montaggio, di installazione, esploso (UNI 9121). Numeri di posizione (UNI 8411). Distinta dei componenti (UNI ISO 7573). Disegno di prodotto finito (disegno tecnico: UNI 4820). Ricerca delle condizioni funzionali, catene di quote e criteri per la quotatura funzionale. Disegno costruttivo (di fabbricazione o di controllo).

#### **INFLUENZA DEL SISTEMA PRODUTTIVO SU DISEGNO E QUOTATURA**

Formatura e fonderia.

Lavorazioni plastiche e lavorazioni delle lamiere (fucinatura, laminazione, stampaggio, estrusione, trafilatura, trancitura, punzonatura, ricalcatura, imbutitura, piegatura). Lavorazioni con asportazione di truciolo: tornitura, fresatura, rettifica, trapanatura, alesatura, brocciatura, stozzatura, limatura, piallatura (breve descrizione di macchine e utensili, moti di lavoro e di alimentazione, principali tipi di lavorazioni eseguibili). Gole di scarico (UNI ISO 4755, UNI 5709, UNI 5710, UNI 4386-75). Cenni su unità operatrici, macchine speciali, linee a trasferimento e centri di lavorazione. Quotatura di fabbricazione. Trasferimento da quotatura funzionale a quotatura di fabbricazione o controllo.

### **4 - MATERIALI**

Prove tecnologiche: trazione, durezza, resilienza.

Sistema di classificazione e designazione dei materiali: metodo analogico e metodo sequenziale.

Classificazione di acciai, ghise, leghe del rame, leghe dell'alluminio, del magnesio, ecc... Cenni ai trattamenti

termici principali. Impiego nei disegni di particolare e d'assieme delle norme dimensionali, qualitative, stato di fornitura. Criteri per la scelta dei materiali ed esempi (Manfè, Pozza, Scarato, Vol III, tavola 5.1, pag. 255).  
**5 - NUMERI NORMALI, TOLLERANZE, RUGOSITA'**

Generalità: serie aritmetiche e serie geometriche, definizione di ragione. Serie di Renard (UNI 2016 e 2017). Tolleranze dimensionali: introduzione, definizioni, sistema ISO di tolleranze (UNI ISO 286). Indicazione nei disegni delle tolleranze (UNI 3976) e delle tolleranze generali (UNI ISO 2768). Criteri di selezione delle tolleranze. Sistema albero base e foro base. Problemi di accoppiamento e applicazioni. Accoppiamenti raccomandati (UNI 7218-73). Serie di quote tollerate e valutazione della tolleranza della quota risultante. Criteri per la determinazione di alcuni scostamenti e tolleranze in catene di quote funzionali, noti i valori limite della condizione funzionale o criteri per la valutazione della tolleranza della condizione funzionale, note le dimensioni limite delle quote costituenti la catena.

Errori microgeometrici e macrogeometrici (discorso introduttivo).

Rugosità: definizioni, relazione tra il tipo di lavorazione e la rugosità (UNI ISO 4287 Parte 1°, UNI ISO 468, UNI ISO 4288). Indicazione dello stato della superficie (UNI 4600).

Tolleranze geometriche: generalità (UNI ISO 7226/1), riferimenti (UNI ISO 5459), segni grafici (UNI ISO 7083), principi per la loro attribuzione (UNI ISO 8015).

Principio del massimo materiale (UNI ISO 7226/2).

## 6 - COLLEGAMENTI

Generalità sui tipi di collegamento rigidi ed elastici (per attrito, per ostacolo, per attrito ed ostacolo, per fusione ed incollaggio).

Collegamenti filettati; definizioni (UNI ISO 5408); principali filettature unificate (metrica: UNI 4534, 4535, 4536; per tubazioni a tenuta stagna sul filetto e non: UNI ISO 7, UNI ISO 228; Whitworth: UNI 2708 e 2709); norme per la rappresentazione e quotatura di viti, dadi, bulloni, fori ciechi filettati (UNI 3979); esempi di collegamenti: viti passanti, mordenti e prigioniere, ecc...; tolleranze per accoppiamenti filettati (UNI 5541); bulloneria e classi di resistenza (UNI ISO 4759, UNI 3740). Filettatura incompleta e gole di scarico per filettature interne ed esterne (UNI 5709, UNI 5710, UNI ISO 4755). Fori passanti per viti (UNI ISO 273). Dispositivi contro lo svitamento spontaneo.

Collegamenti mediante chiodatura a caldo (UNI 141).

Collegamenti albero-mozzo mediante elementi conici; conicità ed angoli di cono (UNI 157-75); Quotatura ed indicazione delle tolleranze su elementi conici (UNI 7618); cenni sistemi di tolleranze di conicità (UNI 7826); esempi di applicazione (coni Morse, ecc...).

Collegamenti diretti di forza. Collegamenti mediante anelli di serraggio (calettatori), chiavette trasversali, spine, anelli compensatori.

Collegamenti mediante chiavette (ribassate e non, diritte e arrotondate, concave, con nasello, tangenziali).

Collegamenti mediante linguette (ribassate e non, diritte e arrotondate, a disco). Estremità d'albero cilindriche e coniche (UNI ISO 775).

Collegamenti mediante profili scanalati cilindrici con fianchi paralleli a centraggio interno (UNI 8953) e profili scanalati cilindrici con fianchi ad evolvente (UNI ISO 4156). Rappresentazione completa e semplificata (UNI ISO 6413), tolleranze (UNI 8953 e UNI ISO 4156).

Collegamenti mediante anelli elastici.

Collegamenti mediante chiodature a freddo (UNI 750+756, UNI 7619, UNI 9063).

Collegamenti mediante saldatura (UNI 11001, UNI 1307, UNI 1310).

## 7 - ARTICOLAZIONI E GUIDE

Articolazioni e guide: introduzione e prime definizioni.

Articolazioni [attorno ad un asse (a forcella e a sbalzo), attorno ad un punto (articolazioni sferiche)].

Guide del moto rettilineo a strisciamento (guide prismatiche) e metodi per la registrazione del gioco (lardon).

Guide del moto rettilineo a rotolamento (pattini piani a rullini, guide per slitte a rulli incrociati e a sfere, manicotti a sfere, pattini a rullini Tychoway-Rotax, sopporti a rulli Roundway)

Guide del moto rotatorio: cuscinetti di strisciamento. Criteri di scelta dei materiali. Influenza sul disegno delle condizioni di lavoro e di lubrificazione.

Metodi di lubrificazione delle guide di strisciamento del moto rotatorio (alimentazione discontinua: oliatori con chiusura a sfera, ingrassatori Stauffer ed a testa esagonale; alimentazione continua: ingrassatori a molla, oliatori a goccia e a stoppino). Sistemi chiusi (lubrificazione a sbattimento, ad anello, a circolazione forzata).

Guide del moto rotatorio a rotolamento: cuscinetti volventi. Generalità, nomenclatura dei tipi unificati e loro designazione. Criteri di scelta del tipo di cuscinetto, delle tolleranze di accoppiamento (dimensionali) con le sedi. Criteri per la valutazione delle tolleranze geometriche e delle rugosità. Problemi di montaggio. Montaggio di cuscinetti a sfere e a rulli, montaggio di cuscinetti obliqui a sfere e a rulli conici, montaggio di cuscinetti assiali a semplice effetto e a doppio effetto.

Criteri per la lubrificazione e la protezione dei cuscinetti volventi e loro influenza sul disegno.

#### 8 - ORGANI DI TENUTA

Tenute statiche: a tenuta diretta (ogivale, a coltello e conica), mediante elementi riportati (guarnizioni piane, toroidali, sagomate, rivestite, ecc.).

Tenute dinamiche: a tenuta diretta (macchine prova materiali), mediante elementi riportati a contatto circolare (O ring, H-ring, anelli BK, anelli di tenuta meccanica Angus, ecc.), mediante elementi riportati a contatto piano-frontale (V ring, ecc.) e senza contatto (lamierini a Z, ecc.).

Tenute a labbro per movimenti alternativi.

#### 9 - TRASMISSIONI MECCANICHE

Giunti rigidi (a manicotto, a gusci, Sellers, a dischi, a flange).

Giunti elastici (giunto a perni rivestiti in gomma, giunto Pomini, giunto a tasselli o blocchi elastici, giunto Periflex, giunto Giubo, giunto Falk o Citroen).

Giunti mobili [movimenti relativi consentiti: assiali (giunti di dilatazione, giunti a denti), angolari (giunti cardanici), radiali (giunti di Oldham), in rotazione (giunti di sicurezza), assiali ed angolari (giunti flessibili)].

Innesti non automatici (a denti, a frizione monodisco o a dischi multipli, elettromagnetici).

Innesti automatici (centrifughi, di sopravanzo).

Trasmissioni mediante cinghie e pulegge (definizioni, unificazione, criteri di disegno e di progettazione per cinghie piate e trapezoidali, esempi di applicazione).

Trasmissioni mediante catene e cinghie dentate (definizioni, unificazione, criteri di progettazione, esempi di applicazione).

Trasmissione per mezzo di ruote di frizione.

Trasmissioni per mezzo di ruote dentate (definizioni, rappresentazione convenzionale, unificazione ed esempi di applicazione).

Filettature metriche trapezoidali (UNI ISO 2901 e 2904). Trasmissioni mediante coppia vite-madrevite, camme, biella-manovella (definizioni, unificazione, rappresentazione, esempi di applicazione).

#### Testi / Bibliografia

- Disegno Meccanico, Manfè, Pozza, Scarato, Principato Editore, 3 volumi.
- Disegno Tecnico Industriale, Chironc, Tornincasa, Edizioni Il Capitello.
- Disegno, Progettazione e Organizzazione Industriale, Stranco, Consorti, Principato Editore.
- Lucidi vari delle lezioni disponibili presso il sito <http://diem1.ing.unibo.it/personale/liverani/teaching.htm>

#### Metodi didattici

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui lo studente realizza tavole bi-dimensionali.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consta di una prova scritta (il cui esito condiziona l'accesso alla prova orale) e di una orale.

**44702 - ECOLOGIA INDUSTRIALE LS**

<b>Docente:</b>	SANTARELLI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0453 - Ingegneria gestionale 0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Cogliere l'evoluzione delle politiche ambientali per quanto riguarda sia gli aspetti generali inquadrandoli in una visione di sistema sia il progressivo superamento degli interventi depurativi "end of pipe" nell'ottica della prevenzione dei fenomeni di inquinamento.

Acquisire un atteggiamento proattivo rispetto alla tutela dell'ambiente.

**Programma / Contenuti**

Il modello DPSIR nell'analisi e nel controllo dei processi di inquinamento

Sviluppo sostenibile e "green engineering"

La politica ambientale della UE

Sistemi di gestione ambientale: EMAS, ISO14001;

La procedura LCA nell'analisi di processi e di prodotti;

Le politiche di prodotto: ecolabel e IPP;

Esternalità e contabilità ambientale;

Emissioni di gas serra e la direttiva emission trading

La normativa IPPC: ruolo della autorità competente e del gestore dell'attività; ciclo di seminari presentati da responsabili della Regione Emilia-Romagna e da rappresentanti delle associazioni di categoria di alcuni settori produttivi.

**Testi / Bibliografia**

- Allen D.T., D.R. Shonnard "Green Engineering - Environmental Conscious Design of Chemical Processes", Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002
- Graedel T.E., Allenby B.R. "Industrial Ecology" Prentice Hall, Upper Saddle River, 2nd ed., 2003
- Riferimenti a siti web di interesse per lo specifico tema;
- documentazione fornita a lezione dal docente.

**Metodi didattici**

esercitazioni differenziate in relazioni ai percorsi didattici degli allievi

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

esame orale

## 34139 - ECONOMIA DEI MERCATI E ANALISI DEGLI INDICI ECONOMICI L-A

<b>Docente:</b>	ROMAGNOLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0049 - Ingegneria gestionale 0051 - Ingegneria informatica 0050 - Ingegneria dei processi gestionali 0048 - Ingegneria elettronica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del modulo è di analizzare la struttura e gli attuali problemi dei sistemi economici prestando attenzione sia agli indicatori che permettono di analizzarne le performance, sia all'istituzione mercato. Di quest'ultimo saranno evidenziati natura e caratteri anche attraverso la descrizione del comportamento delle borse valori.

### Programma / Contenuti

- Evoluzione delle economie moderne
- Struttura e problemi dei sistemi economici
- Rappresentazione e contabilità del sistema economico
- Lo Stato e l'economia
- Concetti ed indicatori per la comprensione delle vicende economiche
- Caratteri generali del mercato
- Analisi economica del mercato
- I mercati finanziari

### Testi / Bibliografia

1. A. Romagnoli (2000) : *Il contestoocio-tecnologico dell'evoluzione capitalistica*, mimeo.
2. B. Dallago (1993): *Sistemi economici comparati*, NIS, Roma, capp. 1, 2.
3. F. Galimberti, R. Sabbatini, G. L. Simone (a cura di) *Come si legge Il Sole-24 ore*, Il Sole-24 ore, Milano, capp.1, 4, 9, 12, 19, 20.
4. A. Romagnoli (1998): Mercato in H. Jaffe, A. Romagnoli (a cura di) *Economia politica*, Jaca Books, Milano.
5. M. Grillo, F. Silva (1989): *Impresa, concorrenza e organizzazione*, NIS, Roma, cap. 4.
6. Del Bono, S. Zamagni (1999): *Economia*, Il Mulino, Bologna, cap. 3.
7. N. Boccella, F. D'Orlando (2004): *Fondamenti di macroeconomia*, LED, Milano, cap. 2

### Metodi didattici

Lezioni

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica avverrà tramite prova scritta effettuata in sala computer.

## 34140 - ECONOMIA DELL'ICT L-A

<b>Docente:</b>	ROMAGNOLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0453 - Ingegneria gestionale 0051 - Ingegneria informatica 0050 - Ingegneria dei processi gestionali 0049 - Ingegneria gestionale 0048 - Ingegneria elettronica 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del modulo è di introdurre alla conoscenza dello sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nell'ambito delle attuali tendenze dell'economia globale, e all'analisi economica dei mercati che ne derivano.

**Programma / Contenuti**

- Il contesto socio-tecnologico dell'evoluzione dell'economia moderna
- La società dell'informazione e della comunicazione
- Settori industriali e mercati: il caso della comunicazione
- Analisi economica del mercato
- La comunicazione informativa e culturale: l'editoria
- La comunicazione per affari: la pubblicità
- La comunicazione per intrattenimento: la televisione
- La comunicazione interpersonale: telecomunicazioni e internet

**Testi / Bibliografia**

1. A. Romagnoli (2000): *Il contesto socio-tecnologico dell'evoluzione capitalistica*, mimeo.
2. Gambaro M., Ricciardi C. A. (2002): *Economia dell'informazione e della comunicazione*, Laterza, Roma.
3. A. D. Chandler (2003): *La rivoluzione elettronica*, Università Bocconi Editore, Milano.
4. P. Brezzi (2004): *Economia e politica delle telecomunicazioni*, Franco Angeli, Milano, cap. 1.
5. Del Bono, S. Zamagni (1999): *Economia*, Il Mulino, Bologna, cap. 3.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica avverrà tramite prova scritta in sala computer.

## 45157 - ECONOMIA DELL'IMPRESA E DEI SETTORI LS

<b>Docente:</b>	ROMAGNOLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento intende presentare concetti e modelli usati dall'economia industriale per l'analisi del comportamento dell'impresa, e per lo studio dei diversi settori produttivi. Particolare attenzione verrà quindi prestata sia alle forme di mercato che alle relazioni strutturali che caratterizzano i sistemi produttivi settoriali

**Programma / Contenuti**

PARTE PRIMA: Economia dell'impresa

- L'impresa nel sistema economico
- Mercato e impresa
- L'impresa, la sua evoluzione e i modelli interpretativi
- Teoria tradizionale dell'impresa: costi, ricavi, profitti
- Teoria tradizionale dell'impresa: concorrenza, monopolio e concorrenza monopolistica
- Teorie dell'oligopolio
- Teorie manageriali dell'impresa
- L'impresa come istituzione

PARTE SECONDA: Economia di settore

- I settori come sottosistema dell'economia
- L'analisi di settore
- L'analisi della domanda
- L'analisi dell'offerta
- L'analisi del comportamento delle imprese
- L'analisi della performance
- I distretti industriali

**Testi / Bibliografia**

- L. Barbarito (1999): *L'analisi di settore. Metodologia e applicazioni*, Franco Angeli, Milano.
- M. Grillo, F. Silva (1999): *Impresa, concorrenza e organizzazione*, Carocci, Roma.
- G. Fornengo (2001): *Lezioni di economia di impresa*, Giappichelli, Torino.
- *Lecture*

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica sarà in forma scritta nella sala computer.

**45157 - ECONOMIA DELL'IMPRESA E DEI SETTORI LS**

<b>Docente:</b>	ROMAGNOLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento intende presentare concetti e modelli usati dall'economia industriale per l'analisi del comportamento dell'impresa, e per lo studio dei diversi settori produttivi. Particolare attenzione verrà quindi prestata sia alle forme di mercato che alle relazioni strutturali che caratterizzano i sistemi produttivi settoriali

**Programma / Contenuti****PARTE PRIMA: Economia dell'impresa**

- L'impresa nel sistema economico
- Mercato e impresa
- L'impresa, la sua evoluzione e i modelli interpretativi
- Teoria tradizionale dell'impresa: costi, ricavi, profitti
- Teoria tradizionale dell'impresa: concorrenza, monopolio e concorrenza monopolistica
- Teorie dell'oligopolio
- Teorie manageriali dell'impresa
- L'impresa come istituzione

**PARTE SECONDA: Economia di settore**

- I settori come sottosistema dell'economia
- L'analisi di settore
- L'analisi della domanda
- L'analisi dell'offerta
- L'analisi del comportamento delle imprese
- L'analisi della performance
- I distretti industriali

**Testi / Bibliografia**

- L. Barbarito (1999): *L'analisi di settore. Metodologia e applicazioni*, Franco Angeli, Milano.
- M. Grillo, F. Silva (1999): *Impresa, concorrenza e organizzazione*, Carocci, Roma.
- G. Fomenko (2001): *Lezioni di economia di impresa*, Giappichelli, Torino.
- *Lecture*

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica sarà in forma scritta nella sala computer.

**55014 - ECONOMIA E GESTIONE DELL'INNOVAZIONE LS**

<b>Docente:</b>	SOBRERO MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso vuole fornire le conoscenze necessarie per comprendere le variabili economiche e organizzative che influenzano la gestione dei processi di innovazione tecnologica nelle imprese industriali e di servizi. Il programma vale anche per gli studenti in debito di prova del nuovo e del vecchio ordinamento.

**Programma / Contenuti**

- Innovazione tecnologica e sviluppo economico: le teorie economiche rilevanti.
- Tecnologia, innovazione tecnologica e struttura dei settori industriali.
- Le fonti funzionali dell'innovazione: ruolo degli utilizzatori, dei produttori, dei fornitori.
- L'interpretazione economica e competitiva delle fonti dell'innovazione.

- La protezione dell'innovazione
- Tipologie di innovazioni.
- Patrimonio tecnologico e posizione competitiva dell'impresa.
- Technological assessment & forecasting
- Il processo innovativo: fasi e decisioni critiche.
- Sviluppo interno e forme di sviluppo esterno del patrimonio tecnologico.
- Il portafoglio progetti.
- Il trasferimento tecnologico: l'integrazione inter funzionale.
- L'internazionalizzazione della R&S
- Interazione tra ricerca pubblica e ricerca privata
- Il finanziamento dell'innovazione

### Testi / Bibliografia

Grandi, A. e M. Sobrero, Eds. (2005). *Innovazione tecnologica e gestione d'impresa: La gestione strategica dell'innovazione*. Bologna, Il Mulino.

### Metodi didattici

Lezioni, discussione di casi, esercitazioni

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede una prova orale le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex. L'iscrizione alla prova d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex. Eventuali modalità alternative previste per i soli studenti frequentanti verranno comunicate durante la prima lezione del corso.

## 55014 - ECONOMIA E GESTIONE DELL'INNOVAZIONE LS

<b>Docente:</b>	SOBRERO MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso vuole fornire le conoscenze necessarie per comprendere le variabili economiche e organizzative che influenzano la gestione dei processi di innovazione tecnologica nelle imprese industriali e di servizi. Il programma vale anche per gli studenti in debito di prova del nuovo e del vecchio ordinamento.

### Programma / Contenuti

- Innovazione tecnologica e sviluppo economico: le teorie economiche rilevanti.
- Tecnologia, innovazione tecnologica e struttura dei settori industriali.
- Le fonti funzionali dell'innovazione: ruolo degli utilizzatori, dei produttori, dei fornitori.
- L'interpretazione economica e competitiva delle fonti dell'innovazione.
- La protezione dell'innovazione
- Tipologie di innovazioni.
- Patrimonio tecnologico e posizione competitiva dell'impresa.
- Technological assessment & forecasting
- Il processo innovativo: fasi e decisioni critiche.
- Sviluppo interno e forme di sviluppo esterno del patrimonio tecnologico.
- Il portafoglio progetti.
- Il trasferimento tecnologico: l'integrazione inter funzionale.
- L'internazionalizzazione della R&S

- Interazione tra ricerca pubblica e ricerca privata
- Il finanziamento dell'innovazione

### Testi / Bibliografia

Grandi, A. e M. Sobrero, Eds. (2005). *Innovazione tecnologica e gestione d'impresa: La gestione strategica dell'innovazione*. Bologna, Il Mulino.

### Metodi didattici

Lezioni, discussione di casi, esercitazioni

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede una prova orale le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex. L'iscrizione alla prova d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex. Eventuali modalità alternative previste per i soli studenti frequentanti verranno comunicate durante la prima lezione del corso.

## 17380 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE L

<b>Docente:</b>	MURA MATTEO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica 0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso vuole fornire le conoscenze di base per la comprensione delle caratteristiche e del funzionamento del sistema aziendale. Presentare i principali strumenti di rappresentazione e di analisi economico-finanziaria dei risultati aziendali. Fornire gli strumenti di base per l'analisi economica di alcune delle principali decisioni aziendali.

### Programma / Contenuti

- 1) L'economia aziendale nelle discipline economiche.
- 2) Il problema della rilevazione e misurazione degli aspetti economici della gestione aziendale: ruolo e struttura del bilancio d'esercizio.
  - a. Il concetto di differenziale: costi e ricavi differenziali
  - b. Configurazioni di costo per diversi problemi decisionali
  - c. I problemi tipici di scelta fra più alternative: solo costi, costi e ricavi differenziali
  - d. Problemi di scelta fra alternative: le fasi dell'analisi
  - e. La stima dei costi futuri e dei costi sommersi
- 3) Decisioni di lungo termine: le fasi del processo di scelta degli investimenti.
  - a. Il concetto di investimento e le diverse tipologie di investimenti
  - b. Capitalizzazione e attualizzazione: elementi di matematica finanziaria.
  - c. La determinazione del valore generato da un investimento: il metodo del valore attuale netto.
  - d. Le fasi del processo di scelta degli investimenti.
  - e. Gli elementi necessari a valutare economicamente un progetto di investimento: il rendimento richiesto, la vita economica del progetto, i flussi di cassa rilevanti.
  - f. Problemi di determinazione dei flussi di cassa.
  - g. Altri metodi di valutazione degli investimenti: il tasso interno di rendimento, il tempo di recupero, il rendimento medio contabile.
  - h. La valutazione degli investimenti nella prassi aziendale.

**Testi / Bibliografia**

R.N. Anthony, L.K. Breitner, D.M. Macri, *Il Bilancio. Analisi economiche per le decisioni e la comunicazione della performance* (4° edizione), McGraw-Hill, Milano 2008. (escluso cap. 9)

R.N. Anthony, D.F. Hawkins, D.M. Macri, K.A. Merchant, *Sistemi di controllo di gestione: analisi economiche per le decisioni aziendali* (3° edizione), McGraw-Hill, Milano 2008. (capp. 1, 2, 3, 4, 14, 15, 16, 17).

**Metodi didattici**

I lucidi relativi alle lezioni saranno video proiettati in aula. I lucidi non saranno distribuiti agli studenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova finale consiste in una verifica solo scritta alla fine del corso. La prova prevede due o tre esercizi di natura quantitativa e una parte di domande a risposta multipla che coprono gli argomenti teorici

Le date delle prove saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<http://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione della prova d'esame avviene solo ed esclusivamente attraverso il servizio Uniwex

**Strumenti a supporto della didattica**

I testi delle esercitazioni saranno resi disponibili on line prima delle esercitazioni per essere scaricati dagli studenti. Dopo lo svolgimento delle esercitazioni in aula saranno rese disponibili on line anche le rispettive soluzioni

**17380 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE L**

<b>Docente:</b>	BARBIERI PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le conoscenze di base per la comprensione delle caratteristiche e del funzionamento del sistema aziendale. Presentare i principali strumenti di rappresentazione e di analisi economica dei risultati aziendali. Fornire gli strumenti di base per l'analisi economica di alcune delle principali decisioni aziendali

**Programma / Contenuti**

- 1) L'economia aziendale nelle discipline economiche.
- 2) Il problema della rilevazione e misurazione degli aspetti economici della gestione aziendale: ruolo e struttura del bilancio d'esercizio.
  - a. Il concetto di differenziale: costi e ricavi differenziali
  - b. Configurazioni di costo per diversi problemi decisionali
  - c. I problemi tipici di scelta fra più alternative: solo costi, costi e ricavi differenziali
  - d. Problemi di scelta fra alternative: le fasi dell'analisi
  - e. La stima dei costi futuri e dei costi sommersi
- 3) Decisioni di lungo termine: le fasi del processo di scelta degli investimenti.
  - a. Il concetto di investimento e le diverse tipologie di investimenti
  - b. Capitalizzazione e attualizzazione: elementi di matematica finanziaria.
  - c. La determinazione del valore generato da un investimento: il metodo del valore attuale netto.
  - d. Le fasi del processo di scelta degli investimenti.
  - e. Gli elementi necessari a valutare economicamente un progetto di investimento: il rendimento richiesto, la vita economica del progetto, i flussi di cassa rilevanti.
  - f. Problemi di determinazione dei flussi di cassa.

g. Altri metodi di valutazione degli investimenti: il tasso interno di rendimento, il tempo di recupero, il rendimento medio contabile.

h. La valutazione degli investimenti nella prassi aziendale.

### Testi / Bibliografia

R.N. Anthony, D.M. Macri, L.K. Pearlman, *Il Bilancio. Strumento di analisi per la gestione* (3° edizione), McGraw-Hill, Milano 2004. (escluso cap. 9)

R.N. Anthony, D.F. Hawkins, D.M. Macri, K.A. Merchant, *Sistemi di controllo di gestione: analisi economiche per le decisioni aziendali* (2° edizione), McGraw-Hill, Milano 2004. (capp. 1, 2, 3, 4, 14, 15, 16, 17).

### Metodi didattici

I lucidi relativi alle lezioni saranno video proiettati in aula. I lucidi non saranno distribuiti agli studenti.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova finale consiste in una verifica solo scritta alla fine del corso. La prova prevede un numero di esercizi numerici (variabile da due a tre) e una parte di domande a risposta multipla che coprono gli argomenti teorici. Le date delle prove saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<http://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione della prova d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense, lucidi e materiale didattico per esercitazioni saranno resi disponibili dal docente durante il corso.

I testi delle esercitazioni saranno resi disponibili on line prima delle esercitazioni per essere scaricati dagli studenti. Dopo lo svolgimento delle esercitazioni in aula saranno rese disponibili on line anche le rispettive soluzioni.

## 17925 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE L-A

<b>Docente:</b>	LONGO MARIOLINA
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica 0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso vuole fornire le conoscenze di base per la comprensione delle caratteristiche e del funzionamento del sistema aziendale. Presentare i principali strumenti di rappresentazione e di analisi economico-finanziaria dei risultati aziendali. Fornire gli strumenti di base per l'analisi economica di alcune delle principali decisioni aziendali.

### Programma / Contenuti

#### Il quadro di riferimento

- L'economia aziendale nelle discipline economiche
- Imprese e organizzazioni come sistemi aperti
- Un modello di riferimento per l'analisi della competitività delle imprese
- Il ruolo delle informazioni per le decisioni e la gestione delle imprese
- Introduzione al problema del controllo delle prestazioni e dei risultati economici delle imprese

#### Il bilancio come strumento di analisi per la gestione aziendale

- Il problema della rilevazione e misurazione degli aspetti economici della gestione aziendale: ruolo e struttura del bilancio d'esercizio.

- Lo stato patrimoniale: analisi della relazione tra struttura e voci dello stato patrimoniale. Gli effetti delle decisioni di gestione sullo stato patrimoniale.
- Le transazioni economiche, la loro rilevazione e l'impatto sullo stato patrimoniale.
- Introduzione alle regole di funzionamento dei sistemi contabili
- Misurazione e rappresentazione dei costi e dei ricavi: il conto economico e la sua struttura
- L'analisi dei dati di bilancio per l'interpretazione dei risultati e delle condizioni economiche, finanziarie e patrimoniali dell'impresa.

#### **Analisi dei costi per le decisioni**

- La natura della contabilità direzionale: i diversi tipi di informazione della contabilità direzionale a supporto delle decisioni di gestione
- Le relazioni tra costi e decisioni: tipologie e configurazioni di costo
- Le relazioni tra costi e volumi di attività: costi variabili e fissi, l'analisi del punto di pareggio, il concetto di leva operativa
- Costi diretti e indiretti e problemi di allocazione. Sistemi di determinazione dei costi di prodotto.

#### **Decisioni a breve termine tra diverse alternative**

- Il concetto di differenziale: costi e ricavi differenziali
- Configurazioni di costo per diversi problemi decisionali
- I problemi tipici di scelta fra più alternative: solo costi, costi e ricavi differenziali
- Problemi di scelta fra alternative: le fasi dell'analisi
- La stima dei costi futuri e dei costi sommersi

#### **Decisioni di lungo termine: le fasi del processo di scelta degli investimenti**

- Il concetto di investimento e le diverse tipologie di investimenti
- Capitalizzazione e attualizzazione: elementi di matematica finanziaria
- La determinazione del valore generato da un investimento: il metodo del valore attuale netto
- Le fasi del processo di scelta degli investimenti
- Gli elementi necessari a valutare economicamente un progetto di investimento: il rendimento richiesto, la vita economica del progetto, i flussi di cassa rilevanti
- I problemi di determinazione dei flussi di cassa
- Altri metodi di valutazione degli investimenti: il tasso interno di rendimento, il tempo di recupero, il rendimento medio contabile
- La valutazione degli investimenti nella prassi aziendale

#### **Testi / Bibliografia**

- R.N. Anthony, L.K. Breitner, D.M. Macri, *Il Bilancio. Strumento di analisi per la gestione* (3<sup>a</sup> edizione), McGraw-Hill, Milano 2004. (escluso cap. 9)
- R.N. Anthony, D.F. Hawkins, D.M. Macri, K.A. Merchant, *Sistemi di controllo di gestione: analisi economiche per le decisioni aziendali*, (2<sup>a</sup> edizione), McGraw-Hill, Milano 2004. (capp. 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 17)

Si invitano gli studenti a prestare attenzione all'**edizione** dei libri di testo consigliati.

Esercizi ed eventuale altro materiale didattico sarà reso disponibile agli studenti in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <http://www.universibo.unibo.it> durante lo svolgimento del corso.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame finale prevede una prova scritta le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<http://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione della prova d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex

E' inoltre prevista una prova in itinere facoltativa durante il ciclo di lezioni per gli studenti frequentanti. L'esito di tale prova non influenza la possibilità di accedere alle prove finali d'esame.

## 17925 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE L-A

<b>Docente:</b>	GRIMALDI ROSA
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le conoscenze di base per la comprensione delle caratteristiche e del funzionamento del sistema aziendale. Presentare i principali strumenti di rappresentazione e di analisi economica dei risultati aziendali. Fornire gli strumenti di base per l'analisi economica di alcune delle principali decisioni aziendali.

**Programma / Contenuti**

- A) Il quadro di riferimento
- L'economia aziendale nelle discipline economiche.
  - Il problema della rilevazione e misurazione degli aspetti economici della gestione aziendale: ruolo e struttura del bilancio d'esercizio.
  - Il concetto di differenziale: costi e ricavi differenziali
  - Configurazioni di costo per diversi problemi decisionali
  - I problemi tipici di scelta fra più alternative: solo costi, costi e ricavi differenziali
  - Problemi di scelta fra alternative: le fasi dell'analisi
  - La stima dei costi futuri e dei costi sommersi
- E) Decisioni di lungo termine: le fasi del processo di scelta degli investimenti.
- Il concetto di investimento e le diverse tipologie di investimenti
  - Capitalizzazione e attualizzazione: elementi di matematica finanziaria.
  - La determinazione del valore generato da un investimento: il metodo del valore attuale netto.
  - Le fasi del processo di scelta degli investimenti.
  - Gli elementi necessari a valutare economicamente un progetto di investimento: il rendimento richiesto, la vita economica del progetto, i flussi di cassa rilevanti.
  - Problemi di determinazione dei flussi di cassa.
  - Altri metodi di valutazione degli investimenti: il tasso interno di rendimento, il tempo di recupero, il rendimento medio contabile.
  - La valutazione degli investimenti nella prassi aziendale.

**Testi / Bibliografia**

- R.N. Anthony, D.M. Macri, L.K. Pearlman, *Il Bilancio. Strumento di analisi per la gestione* (3° edizione), McGraw-Hill, Milano 2004. (escluso capp. 9 e 10)
- R.N. Anthony, D.F. Hawkins, D.M. Macri, K.A. Merchant, *Sistemi di controllo di gestione: analisi economiche per le decisioni aziendali* (2° edizione), McGraw-Hill, Milano 2004. (capp. 1, 2, 3, 4, 14, 15, 16,17).

**Metodi didattici**

I lucidi relativi alle lezioni saranno video proiettati in aula. I lucidi non saranno distribuiti agli studenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova finale consiste in una verifica solo scritta alla fine del corso. La prova prevede un numero di esercizi numerici (variabile da due a tre) e una parte di domande a risposta multipla che coprono gli argomenti teorici. Le date delle prove saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<http://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione della prova d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense, lucidi e materiale didattico per esercitazioni saranno resi disponibili dal docente durante il corso.

I testi delle esercitazioni saranno resi disponibili on line prima delle esercitazioni per essere scaricati dagli studenti. Dopo lo svolgimento delle esercitazioni in aula saranno rese disponibili on line anche le rispettive soluzioni

## 28030 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE T

<b>Corso di Laurea:</b>	0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 28538 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE T-1

<b>Docente:</b>	MUNARI FEDERICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

## 28538 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE T-1

<b>Docente:</b>	LONGO MARIOLINA
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza degli strumenti quantitativi di base per l'analisi economico-finanziaria delle decisioni aziendali e per l'interpretazione dei risultati gestionali. Introduzione dei concetti di base relativi al bilancio aziendale, ai costi, alla contabilità direzionale e all'analisi degli investimenti.

### Programma / Contenuti

Il quadro di riferimento

- L'economia aziendale nelle discipline economiche
- Imprese e organizzazioni come sistemi aperti
- Un modello di riferimento per l'analisi della competitività delle imprese
- Il ruolo delle informazioni per le decisioni e la gestione delle imprese
- Introduzione al problema del controllo delle prestazioni e dei risultati economici delle imprese

#### Il bilancio come strumento di analisi per la gestione aziendale

- Il problema della rilevazione e misurazione degli aspetti economici della gestione aziendale: ruolo e struttura del bilancio d'esercizio.
- Lo stato patrimoniale: analisi della relazione tra struttura e voci dello stato patrimoniale. Gli effetti delle decisioni di gestione sullo stato patrimoniale.
- Le transazioni economiche, la loro rilevazione e l'impatto sullo stato patrimoniale.
- Introduzione alle regole di funzionamento dei sistemi contabili
- Misurazione e rappresentazione dei costi e dei ricavi: il conto economico e la sua struttura
- L'analisi dei dati di bilancio per l'interpretazione dei risultati e delle condizioni economiche, finanziarie e patrimoniali dell'impresa.

#### Analisi dei costi per le decisioni

- La natura della contabilità direzionale: i diversi tipi di informazione della contabilità direzionale a supporto delle decisioni di gestione

- Le relazioni tra costi e decisioni: tipologie e configurazioni di costo
- Le relazioni tra costi e volumi di attività: costi variabili e fissi, l'analisi del punto di pareggio, il concetto di leva operativa
- Costi diretti e indiretti e problemi di allocazione. Sistemi di determinazione dei costi di prodotto.

#### **Decisioni a breve termine tra diverse alternative**

- Il concetto di differenziale: costi e ricavi differenziali
- Configurazioni di costo per diversi problemi decisionali
- I problemi tipici di scelta fra più alternative: solo costi, costi e ricavi differenziali
- Problemi di scelta fra alternative: le fasi dell'analisi
- La stima dei costi futuri e dei costi sommersi

#### **Decisioni di lungo termine: le fasi del processo di scelta degli investimenti**

- Il concetto di investimento e le diverse tipologie di investimenti
- Equivalenza finanziaria, capitalizzazione e attualizzazione
- La determinazione del valore generato da un investimento: il metodo del valore attuale netto
- Le fasi del processo di scelta degli investimenti
- Gli elementi necessari a valutare economicamente un progetto di investimento: il rendimento richiesto, la vita economica del progetto, i flussi di cassa rilevanti
- I problemi di determinazione dei flussi di cassa
- Altri metodi di valutazione degli investimenti: il tasso interno di rendimento, il tempo di recupero, il rendimento medio contabile.

#### **Testi / Bibliografia**

- R.N. Anthony, L.K. Breitner, D.M. Macri, *Il Bilancio. Strumento di analisi per la gestione* (4° edizione), McGraw-Hill, Milano 2007. (escluso cap. 9)
- R.N. Anthony, D.F. Hawkins, D.M. Macri, K.A. Merchant, *Sistemi di controllo di gestione: analisi economiche per le decisioni aziendali*, (3° edizione), McGraw-Hill, Milano 2008. (capp. 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18)
- Esercizi d'esame e relative soluzioni sono disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso d'insegnamento nel sito <http://www.universibo.it>.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

- L'esame finale prevede una prova scritta e una prova orale le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<http://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione della prova d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex
- Durante lo svolgimento del corso è prevista una prova di accertamento intermedia su una prima parte del programma che, nel caso di esito positivo, consente di limitare la prova finale d'esame alla parte rimanente del programma. L'esito di tale prova non influenza la possibilità di accedere alle prove finali d'esame.

## **28675 - ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE T-A**

<b>Corso di Laurea:</b>	0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## **41903 - ECONOMIA ED ESTIMO L**

<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Mutuato da:</b>	48805 - ECONOMIA ED ESTIMO L (6 CFU) (vedi p. 404)

## 48805 - ECONOMIA ED ESTIMO L (6 CFU)

<b>Docente:</b>	SOBRERO MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenze di base per l'analisi degli investimenti e l'applicazione delle principali tecniche operative.  
Conoscenze di base per l'estimo e le principali tecniche operative.

**Programma / Contenuti**

**IMPORTANTE:** gli studenti in debito di prova con in carriera esame analogo da 3 o 4 crediti devono prepararsi solo sul programma contenuto nel primo modulo.

Primo Modulo: Analisi degli investimenti

Il ruolo delle informazioni per le decisioni e la gestione delle imprese

Introduzione al problema del controllo delle prestazioni e dei risultati economici delle imprese

Il bilancio come strumento di analisi per la gestione aziendale

Introduzione alle regole di funzionamento dei sistemi contabili

Misurazione e rappresentazione dei costi e dei ricavi: il conto economico e la sua struttura

Decisioni di lungo termine: le fasi del processo di scelta degli investimenti

Il concetto di investimento e le diverse tipologie di investimenti

Equivalenza finanziaria, capitalizzazione e attualizzazione

La determinazione del valore generato da un investimento: il metodo del valore attuale netto

Le fasi del processo di scelta degli investimenti

Gli elementi necessari a valutare economicamente un progetto di investimento: il rendimento richiesto, la vita economica del progetto, i flussi di cassa rilevanti

I problemi di determinazione dei flussi di cassa

Altri metodi di valutazione degli investimenti: il tasso interno di rendimento, il tempo di recupero, il rendimento medio contabile.

Secondo Modulo: Estimo

Il significato dell'estimo

Mercato immobiliare italiano – Valutazione e mercato – I “valutatori” – Il processo ed il problema di valutazione – Che cosa valutare?

Approcci di valutazione

Criterio di mercato. Aspetti economici – Prezzi e valore – Il reperimento dei dati elementari e le fonti statistiche – La formazione del valore di mercato negli immobili a destinazione abitativa e commerciale – Le caratteristiche che influenzano il valore di mercato – Classificazione delle principali caratteristiche – I processi di aggiustamento – Casi empirici di applicazione del criterio – Vantaggi e svantaggi del metodo di valutazione. Criterio al costo. Aspetti economici – Costi di produzione e costi tecnici di costruzione – Il reperimento dei dati elementari e le fonti statistiche – Computo metrico estimativo – Costo delle opere di urbanizzazione – Il controllo dei costi in edilizia – Casi empirici di applicazione del criterio – Vantaggi e svantaggi del metodo di valutazione.

Criterio reddituale. Aspetti economici – La determinazione del reddito netto – Il saggio di capitalizzazione del reddito netto – Approccio soggettivo, comparativo e del costo opportunità – Casi empirici di applicazione del criterio – Vantaggi e svantaggi del metodo di valutazione.

**Testi / Bibliografia**

Testi per l'esame

Richard A. Brealey, Stewart C. Myers, Sandro Sandri, Capital budgeting 2/ed, settembre 2003, cap. 1, 2, 3, 5, 6, 7 OR Richard A. Brealey, Stewart C. Myers, Sandro Sandri, Capital budgeting 3/ed, 2007, cap. 2, 3, 5, 6, 7

M. Orcifce, Estimo civile, Vol. secondo, Utet, Torino, 1995

Lecture di approfondimento

MMartin Hoelsi, Bernard Thion, Immobilier et gestion de patrimoine – Théorie et pratiques financières – Ed Economica 1994 – Rue Héricart 49 – Paris

Claudio Cacciamani, Il rischio immobiliare, 2003 EGEA SpA.

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto. Appelli fissati sulla base del calendario didattico di Facoltà, reperibili su Uniwex. Iscrizione all'esame unicamente tramite Uniwex.

## Strumenti a supporto della didattica

Lezioni ed esercitazioni

# 23013 - ECONOMIA PUBBLICA DELL'ENERGIA LS

<b>Docente:</b>	LUCIANI NINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire la conoscenza dell'economia del settore pubblico (pubblica amministrazione e imprese pubbliche, economia monetaria, sistema fiscale, economia internazionale) per gli allievi di Ingegneria, con approfondimenti relativi al sostegno pubblico della produzione di energia elettrica.

## Programma / Contenuti

*Parte II- Economia pubblica e Politica economica*

### Capitolo 11. Economia pubblica: processo di public choice

1. Definizione di economia pubblica - 2. Funzioni del settore pubblico - 3. L'alternativa tra Stato e Mercato. I due teoremi fondamentali dell'economia del benessere e il "I° criterio di Pareto" - 4. La funzione di utilità pubblica e il "II° criterio" di Pareto - 5. Sull'applicabilità dell'"otimo pubblico"

### Capitolo 12. Potere di mercato e regolamentazione pubblica

1. Il problema dei limiti della "libertà del mercato" - 2. Potere di mercato, esternalità, regolamentazione pubblica - 3. Concorrenza o monopolio, dal punto di vista del consumatore - 4. Legislazione antimonopolistica. riferimenti all'Unione Europea - 5. Concorrenza potenziale o concorrenza effettiva? L'impresa pubblica in "concorrenza col monopolio privato. Sussidi e imposte per vincolare il monopolista a comportamenti "concorrenziali". Borsa elettrica - 6. Salvaguardia dei monopoli di qualità, Ricerca e Sviluppo (R&S), e tutela pubblica dei brevetti - 7. I problemi dei monopoli tecnici naturali. Il caso dell'energia elettrica. - 8. Controllo diretto "pubblico" dei prezzi

**APPENDICE** – Brevetti: dal Codice dei diritti di proprietà industriale

### Capitolo 13. Aspetti della gestione pubblica

1. Strutture produttive: pubblica amministrazione e imprese pubbliche- 2. Strumenti di gestione: i prezzi pubblici e gli strumenti amministrativi. Ruolo della tassazione - 3. Il criterio economico di gestione della Pubblica Amministrazione e dell'impresa pubblica. Ruolo del budget per la responsabilizzazione del gestore. - 4. Remunerazione del management in base al "saldo di bilancio"

**Capitolo 14. Finanza pubblica: logica del sistema fiscale**

1. La logica del sistema tributario. Concetti introduttivi - 2. Le entrate del bilancio pubblico - 2.1.- Finanza ordinaria: pagamenti in base a libera domanda. - 2.2 - Finanza ordinaria: pagamenti obbligatori - 2.3 - Finanza straordinaria - 3. I problemi di ripartizione dell'imposta. 3.1.- Capacità contributiva e reddito - 3.2. Quale reddito - 4. L'imposta diretta: criteri di ripartizione - 4.1. La tassazione del reddito in base al criterio economico del beneficio - 4.2. Tassazione del reddito in base al criterio dell'eguaglianza del sacrificio - 5. La tassazione indiretta - 5.1. Le imposte indirette: motivi e classificazione - 5.2 - Le imposte sul valore aggiunto - 6. Sulla pressione comparata tra tassazione diretta e indiretta, a parità di prelievo - 7.- Prestito pubblico

**Capitolo 15. Finanza degli enti locali e federalismo fiscale**

1. Finanza degli enti locali: fondamenti economici - 2. Problemi dell'autonomia finanziaria locale - 3. Fonti della finanza locale - 4. Federalismo fiscale: modelli - 5. Quale federalismo fiscale per l'Italia - 6. Quali enti con autonomia fiscale: Regioni o Comuni? - 7. Un "tetto" alla pressione fiscale globale sulla "unica tasca" del contribuente

**Capitolo 16. Finanza pubblica: effetti economici**

1. Effetti economici delle imposte: premesse metodologiche - 2. Effetti microeconomici delle imposte - 3. Traslazione dell'imposta, sui prezzi. Mercato di concorrenza - 4. Traslazione dell'imposta, sui prezzi. Mercato di monopolio - 5. Ammortamento dell'imposta - 6. Rimozione dell'imposta. Effetti sull'orario di lavoro (lato offerta)

**Capitolo 17. Moneta e banche**

1. Definizione di moneta. Dalla moneta-merce alla moneta-carta a corso forzoso - 2. Funzioni della moneta. La stabilità del suo potere d'acquisto come requisito primario per farla accettare - 3. Tipi di moneta - 4. Il governo della liquidità. Domanda e offerta di moneta - 5. Come calcolare il fabbisogno di moneta. L'equazione "quantitativa" della moneta e il livello generale dei prezzi - 6. Effetti economici e sociali dell'inflazione - 7. Il sistema bancario - 8. Criteri di credito bancario

**Capitolo 18. Commercio internazionale. L'Unione Europea"**

1. La bilancia dei pagamenti internazionali - 2. Libero scambio e principio della divisione internazionale del lavoro. Il teorema di costi comparati - 3. Protezionismo: per la tutela delle industrie nascenti e delle produzioni strategiche, per la diversificazione delle merci, per la tutela dell'artigianato e delle tradizioni locali - 4. L'unità politica dei vari Paesi, come condizione favorevole alla divisione internazionale del lavoro. L'Unione Europea

**Capitolo 19 . Cambio. L'euro moneta**

1. Il problema della convertibilità delle monete e il cambio - 2. L'equazione del cambio - 3. Cambi fissi o cambi flessibili? Strumenti per la stabilità dei cambi - 4. Altri strumenti per la stabilizzazione dei cambi. La manovra del tasso d'interesse e la politica fiscale - 5. Problemi di cambio dei Paesi sottosviluppati. Fondo Monetario Internazionale e Banca per la Ricostruzione e lo Sviluppo - 6. L'EURO, come moneta unica nell'Unione Europea

**Capitolo 20 . L'equilibrio macroeconomico**

1. Equilibrio macroeconomico e sua importanza per l'impresa - 2. Il sistema macroeconomico in uno schema globale a sei settori. Come la moneta entra nel sistema economico - 3. Canali di creazione della moneta. Il ruolo della scorta nella determinazione della circolazione effettiva di moneta - 4. Modello del flusso circolare del reddito e condizioni di equilibrio macroeconomico - 5. La relazione tra i "grandi aggregati" della contabilità nazionale e il PIL - 6. Inflazione da costi e inflazione da domanda. Le leve monetarie e fiscali per riequilibrare il sistema economico - 7. Inflazione da costi e politica dei redditi. La concertazione triangolare tra il governo e i sindacati dei lavoratori dipendenti e dei datori di lavoro - 8. La politica per l'occupazione e per lo sviluppo economico - 9. Moltiplicatore dell'investimento. Teorema del bilancio in pareggio, in ipotesi di imposta seguita da spesa, e in ipotesi di sgravio fiscale seguito da riduzione di spesa

**Testi / Bibliografia**

- Economia Generale

Franco Angeli, Milano 2005

- Dispense a cura del docente

### Metodi didattici

Lezioni frontali

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## 41580 - ELABORAZIONE DELL'IMMAGINE LS

<b>Docente:</b>	DI STEFANO LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenze di base riguardanti algoritmi, strumenti e sistemi dedicati all'elaborazione e l'analisi di immagini digitali. Capacità progettuali e realizzative di semplici sistemi orientati ad applicazioni reali.

### Programma / Contenuti

- 1. Introduzione** - Definizioni di elaborazione dell'immagine (image processing) e visione artificiale (computer vision). Panoramica sulle principali applicazioni: ispezione automatica e controllo qualità, robotica ed automazione industriale, riconoscimento di testi dattiloscritti e manoscritti, applicazioni nel settore ITS (Intelligent Transportation Systems), videosorveglianza, sistemi biometrici, elaborazione ed analisi di immagini mediche, telerilevamento.
- 2. Formazione ed Acquisizione delle Immagini** - Modelli geometrici per la formazione dell'immagine. Proiezione prospettica. Punti di fuga. Impiego di lenti. Profondità di campo, diaframma e messa a fuoco. Campo visivo e scelta dell'ottica. Equazione radiometrica e riflettanza. Digitalizzazione dell'immagine.
- 3. Tecnologie per l'Acquisizione delle Immagini** - Principio di funzionamento di una telecamera a CCD. Principali parametri di una telecamera. Standard video. Standard video RS-170 e CCIR. Spazi di colore. Standard video NTSC e PAL. Principi di funzionamento di un frame-grabber.
- 4. Operatori Puntuali** - Istogramma dei livelli di grigio. Miglioramento del contrasto. Espansione uniforme e non uniforme della dinamica. Equalizzazione dell'istogramma.
- 5. Operatori Locali** - Operatori lineari spazialmente invarianti. Convoluzione e risposta impulsiva. Correlazione. Trasformata di Fourier bidimensionale. Filtro di media. Filtro gaussiano. Filtro mediano. Filtro di sharpening.
- 6. Segmentazione dell'Immagine** - Binarizzazione con soglia globale. Metodi per la determinazione automatica della soglia. Binarizzazione con soglia variabile. Binarizzazione con soglia locale. Soglia di isteresi. Intensity slicing. Determinazione automatica di più seglie per la segmentazione. Region growing. Split-and-Merge.
- 7. Operatori Morfologici per Immagini Binarie** - Dilatazione. Erosione. Opening e Closing. Trasformata Hit-and-Mis. Thinning basato su operatori morfologici. Pruning.
- 8. Operatori Morfologici per Immagini a Livelli di Grigio** - Top Surface e Umbra. Dilatazione. Erosione. Opening e Closing. Trasformata Top-Hat. Smoothing e gradiente morfologico.

9. **Trasformate per Immagini Binarie** - Trasformata asse mediano (MAT). Metriche discrete. Trasformata distanza (DT). Legame fra MAT e DT. Algoritmi di thinning.
10. **Caratterizzazione degli Oggetti** - Labeling delle componenti connesse. Algoritmo classico in due scansioni. Algoritmo iterativo. Descrittori e problemi di riconoscimento e individuazione. Area e Baricentro. Perimetro. Compattezza. Circolarità. MER (Minimum Enclosing Rectangle). Rettangolarità. Orientamento dell'oggetto. Asse Minore e Asse Maggiore. MER orientato come l'oggetto. Lunghezza e Larghezza. Ellitticità. Eccentricità. Numero di Eulero. Momenti. Momenti invarianti rispetto a traslazione-rotazione-scala.
11. **Estrazione dei Contorni** - Definizione di step-edge 1D e 2D. Edge detection mediante gradienti. Operatore di Roberts. Smoothing e derivazione. Operatore di Prewitt. Operatore di Sobel. Operatore di Frei-Chen. Operatori basati su mask-matching (Prewitt, Sobel e Kirsch. NMS (Non Maxima Suppression). Zerocrossing della derivata seconda. Operatore LOG (Laplacian of Gaussian). Edge detector di Canny.
12. **Individuazione di Forme** - Template matching. Misure di similarità (SSD, SAD, NCC). Algoritmi veloci per il template matching. Trasformata di Hough. Trasformata di Hough per le rette. Trasformata di Hough per i cerchi. Trasformata di Hough generalizzata. Individuazione di cerchi mediante risoluzione numerica dell'equazione della propagazione delle onde in 2D.

## Testi / Bibliografia

Testi consigliati per approfondimenti:

- Gonzales R., Woods R.: "Digital Image Processing", Second Edition, Prentice-Hall, New-Jersey, USA, 2002.
- Nalwa V.: "A Guided Tour of Computer Vision", Addison-Wesley, Mass., USA, 1993.
- Jain R., Kasturi R., Schunk B "Machine Vision", Mc Graw-Hill, 1995
- Trucco E., Verri A.: "Introductory Techniques for 3D Computer Vision", Prentice-Hall, 1998.
- CVonline: Vision Related Books including Online Books and Book Support Sites (<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/books.htm>).

## Metodi didattici

Lezioni in aula ed esercitazioni assistite in laboratorio.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli studenti devono sviluppare un progetto concordato con il docente e documentare il lavoro svolto in una tesina.

L'esame è costituito dalla discussione del progetto sviluppato dallo studente e da una prova orale integrativa.

## Strumenti a supporto della didattica

Dispense a cura del docente scaricabili dal sito del corso:

<http://didattica.arces.unibo.it/index.php?dbName=ldistefano>

PC e Videoproiettore per le lezioni in aula.

Strumenti SW per le esercitazioni in laboratorio.

# SS189 - ELABORAZIONE DI DATI E SEGNALI BIOMEDICI LS

<b>Docente:</b>	CHIARI LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire i principali strumenti teorico-pratici per l'acquisizione e l'elaborazione numerica e statistica di dati e segnali di interesse medico-biologico.

## Programma / Contenuti

### 1. Panoramica Introduttiva sui Segnali Biomedici

I principali segnali elettrofisiologici, emodinamici e biomeccanici. Classificazione dei segnali. Segnali, dati ed informazione. Origine dei segnali. Proprietà e genesi di alcuni segnali notevoli: ECG, EMG, EEG, potenziale d'azione, potenziali evocati, cinematica corporea.

Segnali spontanei ed indotti. Razionale per il trattamento dei segnali biomedici.

Acquisizione guidata di alcuni segnali biomedici rappresentativi.

### 2. Tecniche di Analisi Spettrale

Tecniche non-parametriche classiche (metodo diretto ed indiretto). Tecniche parametriche (modelli AR).

Esempi di analisi spettrale per segnali biomedici (EEG, HRV).

### 3. Metodi Tempo-Frequenza e Tempo-Scala per l'Elaborazione di Segnali Biomedici

La short-time-Fourier-transform. La trasformata Wavelet discreta.

### 4. Probabilità, Variabili Aleatorie e Processi Stocastici

Elementi di calcolo delle probabilità. Il teorema di Bayes. Variabili aleatorie. Variabili aleatorie nella decisione clinica. Processi stocastici.

### 5. Strumenti Statistici per l'Ausilio alla Decisione Clinica

Test delle ipotesi. Tecniche di experimental design per la pratica clinica. Analisi di regressione. Analisi statistica multivariata. Analisi delle componenti principali. Analisi fattoriale. Analisi discriminante.

## Testi / Bibliografia

AA.VV., "Metodi avanzati di elaborazione di segnali biomedici", a cura di Sergio Cerutti e Carlo Marchesi, Pàtron editore, Bologna, 2004

M. Akai, "Biomedical Signal Processing", Academic Press, 1994

A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, "Discrete-time signal processing (2nd edition)", Prentice Hall, 1999

## Metodi didattici

Il programma del corso è svolto interamente in aula attraverso un ciclo di lezioni frontali. Il corso è integrato da un ciclo di esercitazioni al calcolatore (in LAB1) finalizzate alla familiarizzazione con alcuni dei metodi per l'acquisizione e l'analisi di dati e segnali biomedici disponibili in ambiente Matlab. Saranno previsti seminari in cui conoscere diverse applicazioni dell'analisi dei segnali nel campo dei segnali biomedici.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale preceduto da un contestuale test scritto teso a verificare la capacità di impostare un progetto per la elaborazione di dati e segnali biomedici.

Possibilità di svolgere un progetto sperimentale, in sostituzione del test scritto, da concordare con il docente.

## Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, lavagna luminosa e PC con Matlab ed i suoi toolbox per l'analisi numerica dei segnali e l'analisi statistica

# 35017 - ELABORAZIONE ELETTRONICA DEI SEGNALI DIGITALI LS

<b>Docente:</b>	BACCARANI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Lo scopo del corso è quello di illustrare le metodologie di trattamento dei segnali digitali nei moderni sistemi elettronici operanti in tempo reale, con particolare riferimento ai sistemi di telecomunicazioni, di automazione industriale e, più in generale, ai sistemi di elaborazione digitale dell'informazione. Il tratto comune a questi sistemi è l'uso di un DSP programmabile, ovvero di un elaboratore la cui architettura è concepita per svolgere in modo efficiente operazioni aritmetiche ripetitive, pur essendo allo stesso tempo sufficientemente flessibile per poter essere programmato per la esecuzione di funzioni anche molto diversificate. L'organizzazione del corso prevede, accanto alle lezioni in aula, un ciclo di esercitazioni in laboratorio con le quali gli studenti avranno l'opportunità di progettare un modulo di un sistema di elaborazione digitale dell'informazione basato su DSP programmabile. Esempi tipici potranno comprendere: 1) Generazione di forme d'onda; 2) Progetto e implementazione di filtri digitali a risposta impulsiva finita (FIR); 3) Progetto e implementazione di filtri digitali a risposta impulsiva infinita (IIR); 4) Progetto e realizzazione di filtri adattativi; 5) Generazione di sequenze binarie pseudo-aleatorie; 6) Cancellazione di eco; 7) Conversione di frequenza con modulanti complesse; 8) Demodulazione di frequenza; 9) Sincronizzazione del clock nei circuiti per TLC.

## Programma / Contenuti

**Architettura del DSP TMS320C6711.** Schema a blocchi del DSP TMS320C6711. Strumenti di sviluppo software: compilatore C, assembler, linker. Metodi di indirizzamento: metodo diretto, indiretto, assoluto, circolare. Indirizzamento ai registri mappati sulla memoria. La pipeline del DSP TMS320C6711. Esecuzione parallela sul TMS320C6711. Set di istruzioni: istruzioni aritmetiche, logiche, di manipolazione dei bit. Istruzioni di controllo del flusso di programma. Programmazione mista in linguaggio C e "linear assembler". Applicazioni ed esperimenti.

**Analisi dei segnali.** Introduzione sui segnali analogici, tempo-discreti e digitali. Richiami sulla trasformata discreta di Fourier di un segnale tempo-discreto. Relazione fra trasformata e trasformata discreta di Fourier del segnale campionato. Il teorema di Shannon. Dualismo tempo-frequenza. Trasformata zeta e sue proprietà. Relazione fra trasformata zeta e trasformata tempo-discreta di Fourier. Trasformazione zeta inversa. Il teorema dei residui. Trasformazioni lineari fra segnali tempo-discreti. Funzione di trasferimento. Convoluzione reale. Correlazione fra segnali.

**Progetto e realizzazione di filtri FIR.** Filtri a risposta impulsiva finita (FIR) e loro realizzazione. Funzione di trasferimento dei filtri FIR. Caratteristiche dei filtri FIR e loro proprietà in relazione all'esistenza di condizioni di parità dei coefficienti. Specifiche del filtro. Progetto di filtri FIR: il teorema delle alternanze e l'algoritmo di Remez. Progetto di filtri FIR con MATLAB. Esperimenti implementativi di filtri FIR su DSP TMS320C6711.

**Progetto e realizzazione di filtri IIR.** Filtri a risposta impulsiva infinita (IIR). Funzione di trasferimento dei filtri IIR. Teoremi e criteri di stabilità dei filtri IIR. Realizzazione di filtri IIR in forma canonica, per scomposizione in blocchi serie o parallelo, e a scala. Richiami sui filtri analogici. Approssimazione ai filtri analogici: filtri di Butterworth, di Chebyshev, di Bessel ed ellittici. Conversione di un filtro analogico in un filtro a valori tempo-discreti: il metodo della risposta impulsiva invariante e sua estensione ai filtri dotati di zeri. Il metodo della trasformazione bilineare. Trasformazioni di Costantinides. Effetti di quantizzazione:

precisione, instabilità, cicli limite. Progetto di filtri IIR con MATLAB. Esperimenti implementativi di filtri IIR su DSP TMS320C6711.

**Processi stocastici tempo-discreti.** Definizione di processo stocastico. Probabilità al primo e al secondo ordine. Il teorema di Parseval. Funzione di autocorrelazione. Il teorema di Wiener-Kintchine. Relazione fra le densità spettrali di potenza all'ingresso e all'uscita del filtro. Rumore di quantizzazione. Influenza della quantizzazione dei coefficienti sulle funzioni di trasferimento del filtro. Quantizzazione dei prodotti e loro influenza sulla densità spettrale di potenza del rumore in uscita. Implementazione in virgola fissa.

Determinazione del fattore di scala dei valori campionati. Fenomeni di "deadband" e cicli limite per filtri puramente ricorrenti del primo e del secondo ordine. Calcolo degli estremi del ciclo limite.

**Trasformata rapida di Fourier (FFT) e sue applicazioni.** Trasformata discreta di Fourier (DFT) di segnali periodici tempo-discreti: definizioni e proprietà. Trasformazione inversa di Fourier (IDFT). Relazione fra DFT, trasformata discreta di Fourier di un segnale aperiodico tempo-discreto e trasformata zeta. Relazione fra DFT e sviluppo in serie di un segnale periodico tempo-continuo. Campionamento del dominio delle frequenze. Trasformata rapida di Fourier (FFT). Decimazione nel dominio del tempo e nel dominio delle frequenze. Implementazione della FFT con MATLAB.

**Implementazione "custom" del filtro.** Rappresentazione del circuito mediante grafi a flusso di dati (DFG) e grafi a flusso di segnali (SFG). Definizioni di tempo limite dell'iterazione e di cammino critico. Teorema di trasposizione. Implementazione pipeline di un filtro FIR. Implementazione parallela di un filtro FIR. Scaling della tensione di alimentazione e riduzione della potenza dissipata. Tecniche di ritemporizzazione (retiming). Algoritmo del cammino più breve fra due nodi del DFG. Metodi di soluzione di un sistema di disuguaglianze. Minimizzazione del cammino critico per ritemporizzazione del filtro. Trasformazioni di "folding" per la riduzione del numero di unità aritmetiche in una implementazione del filtro in tecnologia integrata VLSI.

**Filtraggio adattivo.** Filtri adattivi. Metodi di ottimizzazione: algoritmi "Steepest Descent" e LMS. Analisi delle prestazioni: stabilità, convergenza, scarto quadratico medio. Applicazioni: Identificazione del sistema adattivo; predizione lineare adattiva; cancellazione adattiva del rumore; equalizzazione adattiva del canale.

## Testi / Bibliografia

- S. M. Kuo, B. H. Lee: *Real-Time Digital Signal Processing*, Wiley, 2001.  
 A. Antoniou: *Digital Filters: Analysis and Design*, Mc Grow-Hill, 1979.  
 E. C. Ifeachor, B. W. Jervis: *Digital Signal Processing*, Prentice Hall, 2002.  
 A.V. Oppenheim, R. V. Shafer: *Discrete Time Signal processing*, Prentice Hall International, 1995.  
 K.K. Parhi: *VLSI Digital Signal Processing Systems*, Wiley, 1999.

## Metodi didattici

Il programma del corso è svolto interamente in aula attraverso un ciclo di lezioni e di esercitazioni. Le esercitazioni prevedono anche un'attività di laboratorio avente per oggetto la programmazione di un DSP su scheda. Allo studente è offerta la possibilità di realizzare in laboratorio un progetto per la implementazione su DSP di un algoritmo di elaborazione dei segnali digitali.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Nel caso in cui lo studente scelga di svolgere il progetto del corso, la verifica finale si svolge mediante una dimostrazione in laboratorio della funzione realizzata ed un colloquio sul tema del progetto. In alternativa, lo studente può sostenere l'esame in forma tradizionale sugli argomenti del corso.

## Strumenti a supporto della didattica

Appunti a cura del docente sugli argomenti del corso.

## 35018 - ELABORAZIONE OTTICA DEI SEGNALI LS

<b>Docente:</b>	BASSI PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di introdurre i concetti di base necessari per comprendere il funzionamento di alcuni dispositivi o componenti di particolare interesse per sistemi o sensori basati sull'uso di frequenze ottiche e, tramite essi, di aprire alcune prospettive sulle metodologie per lo studio di dispositivi di nuova concezione per le telecomunicazioni ed in generale l'elaborazione ottica dei segnali.

**Programma / Contenuti****Richiami teorici**

- *Tensori e materiali anisotropi*  
Richiami di calcolo tensoriale.  
Tensori e matrici rappresentative  
Simmetrie di un cristallo e tensori.
- *Teoria dei modi accoppiati*  
Teorema di reciprocità.  
Equazione dei modi accoppiati. Accoppiamento co-direzionale e contro-direzionale.
- **Modulatori**  
Propagazione di campi elettromagnetici in mezzi anisotropi lineari infinitamente estesi: superficie dei vettori d'onda.  
Anisotropia e tensori rappresentativi.  
Quadrica rappresentativa di un tensore ed ellissoide dei moduli.  
Vettori di Jones.  
Effetto elettro-ottico  
Applicazioni per la realizzazione di modulatori ottici "bulk" e integrati.
- **Ottica non lineare**  
Non linearità del secondo e del terzo ordine.  
Applicazioni per l'elaborazione tutto ottica dei segnali e le telecomunicazioni.
- **Cristalli Fotonici**  
Strutture periodiche.  
Determinazione del campo elettromagnetico in una struttura periodica.  
La tecnica dell'espansione del campo in onde piane e cenni a tecniche numeriche.  
Dispositivi a cristallo fotonico e fibre a cristallo fotonico.  
Applicazioni per la realizzazione di dispositivi per telecomunicazioni.

**Testi / Bibliografia**

**Dispense:** nel sito <http://elearning.ing.unibo.it> (accesso ristretto agli studenti del corso)

Altro materiale reperibile al sito [http://pbassi.deis.unibo.it/Avvisi\\_agli\\_studenti.htm](http://pbassi.deis.unibo.it/Avvisi_agli_studenti.htm) (accesso ristretto agli studenti del corso)

**Libri:**

- A. Yariv, P. Yeh, *Optical waves in crystals*, John Wiley & Sons, 1984
- J. D. Joannopoulos, R. D. Meade, J. N. Winn, *Photonic crystals. Molding the flow of light*, Princeton Univ. Press, 1995. La seconda edizione è consultabile in rete al sito <http://ab-initio.mit.edu/book/>

- A. Bjarklev, J. Broeng, A. Sanchez Bjarklev, *Photonic Crystal Fibres*, Springer, 2003

**Altro materiale:** nel sito [http://pbassi.deis.unibo.it/Avvisi\\_agli\\_studenti.htm](http://pbassi.deis.unibo.it/Avvisi_agli_studenti.htm) (accesso ristretto agli studenti del corso)

### Metodi didattici

Nelle lezioni vengono illustrati alcuni dispositivi di interesse per sistemi o sensori basati sull'uso di frequenze ottiche.

Al corso vengono affiancate esercitazioni in aula e laboratorio sulle tecnologie realizzative di componenti ottici integrati. Oltre alla simulazione dei processi di fabbricazione di alcuni semplici componenti e delle loro caratteristiche di funzionamento saranno effettuate anche alcune misure di caratterizzazione su semplici dispositivi reali.

Tramite la descrizione delle caratteristiche generali di funzionamento dei dispositivi si cerca di mostrare come fenomeni fisici apparentemente diversi siano descritti in modo sostanzialmente analogo e quindi come gli stessi strumenti teorici possano quindi essere adattati per lo studio di fenomeni o dispositivi anche completamente diversi, fornendo così nuovi strumenti di ideazione per un progettista.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale, volto a verificare la conoscenza degli argomenti illustrati nel corso e la capacità di discuterli.

### Strumenti a supporto della didattica

Applets, Personal Computer e Laboratori

## 35019 - ELABORAZIONE STATISTICA DEI SEGNALI NEI SISTEMI ELETTRONICI LS

<b>Docente:</b>	ROVATTI RICCARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire allo studente i fondamenti della trattazione matematica dei processi stocastici, soprattutto in relazione al loro ruolo di modelli astratti per i segnali informativi elaborati, conservati e trasmessi dai sistemi elettronici.

### Programma / Contenuti

- 1 Grandezze stocastiche e loro caratterizzazione
  - 1.1 Variabili aleatorie
    - 1.1.1  $\Sigma$ -algebre e probabilità
    - 1.1.2 Sull'interpretazione della probabilità
    - 1.1.3 Variabili aleatorie
    - 1.1.4 Distribuzioni e densità di probabilità
    - 1.1.5 Valore atteso, momenti e covarianza
  - 1.2 Processi stocastici
    - 1.2.1 Caratterizzazione per probabilità congiunte
    - 1.2.2 Caratterizzazione per correlazioni/covarianze
    - 1.2.3 Caratterizzazione per proiezioni
- 2 Processi stazionari, ergodici, mescolanti ed esatti
  - 2.1 Stazionarietà
  - 2.2 Ergodicità, Mescolamento ed Esattezza
- 3 Trasformazioni senza dinamica

- 3.1 Trasformazioni a controimmagini finite
- 3.2 Trasformazioni lineari
- 3.3 Quantizzazione
- 4 Filtraggio Lineare
- 4.1 Caratterizzazione per probabilità congiunte
- 4.2 Caratterizzazione per correlazioni
- 4.3 Caratterizzazione per proiezioni
- 4.4 Filtri passabasso ideali
- 5 Variabili aleatorie e processi Gaussiani
- 5.1 Vettori aleatori Gaussiani reali e complessi
- 5.2 Processi aleatori Gaussiani
- 5.3 Rumore Gaussiano bianco
- 6 Spettro di potenza
- 6.1 Spettro di energia e spettro di potenza
- 6.2 Il Teorema di Wiener-Khinchine
- 6.3 Spettro di potenza e campionamento
- 6.4 Il problema della stima dello spettro
- 6.4.1 Concetti base di teoria della stima
- 6.5 Stima di spettro con periodogramma
- 6.5.1 Polarizzazione
- 6.5.2 Non consistenza
- 6.5.3 Periodogramma modificato
- 6.6 Stima di spettro a minima varianza
- 6.6.1 Stima della correlazione
- 7 Predizione lineare
- 7.1 Predizione lineare e principio di ortogonalità
- 7.1.1 Processo degli errori e filtro sbiancatore
- 7.2 Processi stocastici regolari
- 7.3 Processi stocastici predicibili
- 7.4 Decomposizione di Wold
- 7.5 Stima di spettro a soli poli
- 8 Aggregazioni
- 9 Processi autosimili
- 9.1 Autosimilarità asintotica al secondo ordine
- 9.2 Autosimilarità e profilo di correlazione
- 9.3 Autosimilarità e spettro  $1/f^{\beta}$
- 10 Processi a memoria finita
- 10.1 Definizioni e prime proprietà
- 10.2 Processi Stocastici a Memoria 1
- 10.2.1 Processi Stocastici a Memoria 1 e Sistemi Dinamici
- 11 Mappe di Markov Affini a Trattati
- 12 Catene di Markov
- 13 Strumenti Matematici
- 13.1 Prodotti scalari e norme
- 13.1.1 Prodotto scalare
- 13.1.2 Norma
- 13.2 Trasformate e Serie di Fourier
- 13.2.1 Trasformata di una funzione

- 13.2.2 Trasformata di una successione
- 13.2.3 Trasformate  $n$ -dimensionali
- 13.2.4 Serie di Fourier
- 13.3 La  $\delta$  di Dirac
- 13.4 Funzioni semidefinite e definite positive
- 13.5 Minimizzazione/massimizzazione di funzioni a valori reali
- 13.5.1 Il metodo dei moltiplicatori di Lagrange
- 13.5.2 Derivate e gradienti separati
- 13.5.3 Minimizzazione/massimizzazione di funzioni di vettori complessi

### Metodi didattici

Lezioni teoriche

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova finale consistente in un piccolo test scritto di sbarramento e successivo colloquio

## 58149 - ELEMENTI DELLE MACCHINE L

<b>Docente:</b>	CURIONI SERGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo del corso è quello di fornire una conoscenza di base della meccanica dei materiali con lo scopo di valutare lo stato tensionale e il livello di sicurezza di componenti e strutture meccaniche soggette a carichi statici.

### Programma / Contenuti

1. Introduzione: le forze agenti, sistemi rigidi e elastici, la legge di Hooke, le tensioni interne, le caratteristiche di sollecitazione, criteri di sicurezza, 2. Operazioni sulle forze: composizione e decomposizione delle forze, momenti e coppie. 3. Le reazioni dei vincoli: diverse specie di vincoli, equilibrio fra carichi e reazione dei vincoli, sistemi di una sola trave, sistemi a più travi. 4. La geometria delle masse: il baricentro, momenti del secondo ordine, i teoremi di trasposizione. 5. Tensione e deformazione carico assiale: la deformazione, il diagramma tensione-deformazione, comportamento elastico, carico pluriassiale, la concentrazione delle tensioni, le tensioni residue. 6. La torsione: le tensioni e le deformazioni in un albero circolare, gli alberi di trasmissione, la concentrazione delle tensioni, torsione di elementi non circolari, alberi cavi con parete sottile. 7. La flessione semplice: la deformazione e le tensioni in campo elastico, la concentrazione delle tensioni, carico assiale eccentrico, flessione non simmetrica, flessione in elementi curvi. 8. Le travi inflesse: il diagramma del taglio e del momento flettente, relazione fra carico e tensioni interne, le tensioni interne. 9. La trasformazione delle tensioni: il cerchio di Mohr, la tensione tangenziale massima, criteri di snervamento per materiali duttili, tensioni in contenitori a pressione di parete sottile. 10. Le tensioni principali: caso della trave, l'albero di trasmissione, carichi combinati. 11. Le deformazioni delle travi: equazione della linea elastica, travi staticamente indeterminate, travi a mensola. 12. Stabilità delle strutture: formula di Eulero per pilastri con diverse condizioni di vincolo, carico eccentrico. 13. Metodi energetici: energia di deformazione (tensioni normali, tensioni tangenziali), carico impulsivo, lavoro ed energia.

### Testi / Bibliografia

F.P. BEER E.R. JOHNSTON J.T. DE WOLF MECCANICA DEI SOLIDI ED. MCGRAW-HILL J.M. GERE S.P. TIMOSHENKO MECHANICS OF MATERIALS ED. STANLEY THORMES

**Metodi didattici**

- Lezioni frontali
- Esercizi numerici

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

- 1.- N. 20 domande con individuazione della risposta corretta (valutazione preliminare da superare per passare alla seconda parte dell'esame)
- 2.- Esercizi numerici
- 3.- Esame orale

**30885 - ELEMENTI DI ARCHITETTURA TECNICA T**

<b>Docente:</b>	GULLI RICCARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Studio dei materiali da costruzione e degli elementi costruttivi, in rapporto alla tipologia edilizia. Lettura dell'organismo architettonico e della sua articolazione

**Programma / Contenuti**

N°

Argomento

Contenuto

1

Definizione del concetto di struttura in rapporto al sistema costruttivo

Le Corbusier: maison Domi-ino – Ville Savoye

Principi statici e costruttivi del sistema intelaiato nel rapporto con il progetto di architettura

Auguste Perret: Rue Franklin e S. Maria de la Consolation a Raincy

Le origini degli studi su cemento armato e le prime applicazioni in Italia

2

Definizione del concetto di struttura in rapporto al sistema costruttivo

Principi statici e costruttivi del sistema trilitico

La determinazione delle reazioni vincolari nei sistemi isostatici

Criteri di determinazione delle condizioni di labilità, isostaticità ed iperstaticità delle strutture

Confronto fra sistema trilitico, intelaiato e sistema spingente.

Le ipotesi base della teoria dell'elasticità

3

Definizione del concetto di struttura in rapporto al sistema costruttivo

Il concetto di monoliticità strutturale: la trave curva e l'arco.

Il sistema spingente: analogie con i poligoni funicolari. Il concetto di catenaria.

Tipologie di archi e volte: rapporti geometrici e nomenclatura

Criteri interpretativi sul funzionamento strutturale degli archi a conci: i metodi statico-grafici e le condizioni di equilibrio

Criteri e sistemi costruttivi per l'eliminazione delle spinte.

Il Pantheon e il Mausoleo di Teodorico: procedimenti costruttivi e concezione statica.

4

Definizione del concetto di struttura in rapporto al sistema costruttivo

La costruzione tabicada: Gaudí e l'interpretazione del funzionamento strutturale

**Il pensiero di Viollet le Duc e l'applicazione all'interno della costruzione muraria**

**Definizione del concetto di struttura riferito alla costruzione muraria e allo scheletro intelaiato**

**Il concetto di miglioramento strutturale applicato alle costruzioni murarie**

**Il principio dell'assemblaggio**

5

**Definizione del concetto di struttura in rapporto al sistema costruttivo**

**Le strutture continue: principi di funzionamento strutturale e caratteristiche meccaniche**

**La mensola secondo l'interpretazione di Galileo e le ipotesi di Bernulli-Navier**

**Il comportamento strutturale: elastico, plastico e fragile**

**Le sollecitazioni semplici e composte**

**Criteri di determinazione degli stati tensionali nel caso di strutture soggette a taglio e flessione: la trave incastrata a mensola**

**Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo armato e dell'acciaio: la definizione dei moduli di elasticità e delle resistenze ammissibili**

6a

6b

**Definizione del concetto di struttura in rapporto al sistema costruttivo**

**Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica**

**Criteri di progettazione delle strutture in calcestruzzo armato**

**Le ipotesi preliminari nei metodi di calcolo alle tensioni ammissibili e agli stati limite**

**La disposizione delle armature e i procedimenti di messa in opera**

**Le tipologie fondazionali: il plinto e la trave rovescia.**

7a

7b

7c

**Conoscenza scientifica e sapere tecnico: principi statici e regole costruttive della costruzione muraria storica**

**Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico**

**Evoluzione dei concetti di resistenza e di stabilità nelle tipologie costruttive storiche: le costruzioni megalitiche (dolmen); il tesoro di Atreo, i nuraghi, il palazzo di Crosso, la porta dei Leoni, le murature romane, il sistema misto legno-muratura (fachwerk).**

**Il concetto di monoliticità trasversale: il contributo offerto dai diaconi per l'incremento della stabilità al ribaltamento delle murature.**

**I meccanismi di danno secondo la definizione data dagli studi di Giuffrè sull'edificato storico di Ortigia.**

**La qualità della buona costruzione come criterio guida nella definizione delle soluzioni di miglioramento strutturale: le tecniche premoderne di prevenzione sismica**

8a

8b

**Conoscenza scientifica e sapere tecnico: principi statici e regole costruttive della costruzione muraria storica**

**Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico**

**Apparecchi costruttivi murari: tipologia e classificazione in rapporto alle caratteristiche di resistenza strutturale. L'esempio del manuale di Città di Castello.**

**Aperture di vani nelle murature portanti: individuazione dell'andamento delle isostatiche di compressione; problematiche statico-costruttive nelle murature in elevazione e sul piano fondazionale.**

**Tipologie di architravi e di piattabande.**

**Problematiche di messa in opera: impiego di architravi in putrelle in acciaio; impiego delle centine lignee nella costruzione degli archi e delle volte a conci.**

**Modalità tecniche per la bonifica strutturale delle murature: bonifica superficiale del legante, iniezioni, inserimento di diatoni artificiali, chiavi armate, scuci e cuci.**

9a

9b

**Conoscenza scientifica e sapere tecnico: principi statici e regole costruttive della costruzione muraria storica**

**Organizzazione del tessuto urbano e dell'edificato storico nella città medievale: la tipologia a schiera. Schemi dimensionali, criteri distributivi, problematiche costruttive, modalità di aggregazione delle unità edilizie. Morse di attesa e cantonali.**

**Solai in struttura lignea: tipologie a semplice e doppia orditura, criteri di dimensionamento strutturale, sistemi di connessione fra gli elementi componenti, il concetto di impalcato collaborante, problematiche di degrado nella correlazione muro-trave. Principi costruttivi e di funzionamento strutturale delle travi in legno lamellare.**

10a

10b

**Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico.**

**Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica**

**Sistemi di prevenzione sismica per il miglioramento strutturale costruttivo dei solai in legno: tipologia degli impalcati, modalità di connessione fra gli elementi strutturali, irrigidimento dell'impalcato, soletta collaborante, elementi completamento del solaio. Esposizione di un caso esemplare.**

**Strutture in acciaio: caratteristiche fisiche e meccaniche dei profilati in acciaio; sistemi di collegamento: chiodato, bullonato e saldato; connessioni trave-trave e trave-pilastro; modalità e problematiche di connessione pilastro-fondazione.**

11

**Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica**

**Solaio in acciaio: principi di funzionamento e di dimensionamento delle travi in acciaio; tipologia delle travi: piene ed alleggerite; le travi reticolari: criteri progettuali. Tipologia degli impalcati: lamiera grecata e soletta in cls armato, volterrane, miste ferro-laterizio. Soletta collaborante. Esposizione di un caso esemplare.**

12

**Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica.**

**Solai laterocementizi: principi di funzionamento e tipologie costruttive. Analisi di un elaborato di carpenteria strutturale. Correlazione struttura-tamponamento; eliminazione di ponti termici; criteri di coibentazione ed isolamento delle coperture piane.**

13a

13b

**Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico.**

**Cerchiature, cordolature e intrantature applicate alle strutture murarie in ambito sismico: criteri tecnici e modalità di esecuzione**

14

**Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica.**

**Coperture a falde inclinate: tipologie costruttive; principi di funzionamento strutturale (tetti spingenti e non spingenti); capriate lignee e miste ferro-legno (palladiana-polonceau): schemi costruttivi e di funzionamento statico.**

15

**Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico.**

**Interventi di recupero e miglioramento sismico nelle coperture a falde inclinate in struttura lignea.**

16a

16b

**Caratteristiche statico-costruttive degli elementi di fabbrica.**

**Criteri e modalità di intervento sull'edificato storico in ambito sismico.**

**Archi, volte, cupole: tipologie costruttive e modalità di ripristino strutturale**

**Fondazioni murarie: tipologie costruttive e modalità di intervento strutturale. Sottomurazione, ampliamento della base fondazionale, micropali.**

### Testi / Bibliografia

Gulli R., *Struttura e Costruzione / Structure and Construction*, (ITA-ENGL.) pp. 184, Firenze University Press, Firenze, 2008.

Gulli R., *Il recupero in ambito sismico*, pp. 220, Edicom, Monfalcone, 2002.

## 42241 - ELEMENTI DI BIOCHIMICA E MICROBIOLOGIA DEI PROCESSI AMBIENTALI I

<b>Docente:</b>	BERTIN LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di microbiologia e biochimica necessari per comprendere il ruolo degli agenti biologici nei diversi habitat naturali (con particolare riferimento a quelli contaminati) e nei principali processi biotecnologici per la depurazione di acque, suoli e sedimenti contaminati.

### Programma / Contenuti

Materia vivente, struttura e funzioni delle cellule procariotiche ed eucariotiche. Virus.

Enzimi: struttura, funzioni e loro ruolo nei processi di interesse ambientale.

Metabolismo degli acidi nucleici e sintesi delle proteine.

Microbiologia: organizzazione cellulare, fisiologia e ruolo nei processi di interesse ambientale dei batteri, funghi, alghe, protozoi. Microbiologia dei fanghi attivi

Metabolismo microbico: cenni di bioenergetica, aspetti biochimici e microbiologici annessi alla respirazione aerobica, respirazione anaerobica e fermentazione del materiale organico in habitat non contaminati.

Chemiolitotrofia ed autotrofia in batteri di interesse ambientale.

Crescita microbica: esigenze nutrizionali dei microrganismi, media culturali, colture pure e miste, modalità di coltivazione e di impiego dei microrganismi su scala di laboratorio e nei processi di depurazione. Agenti fisici e chimici che controllano la crescita microbica nell'ambiente e nei processi di depurazione.

Principali inquinanti rilasciati nell'ambiente e loro origine. Microrganismi in grado di degradarli e meccanismi alla base del loro adattamento agli inquinanti. Meccanismi di biodegradazione dei principali gruppi di inquinanti organici in ambienti aerobici ed anaerobici.

Biotecnologia del trattamento delle acque reflue di origine industriale contaminate da composti xenobiotici. Sono inoltre previste due esercitazioni (di 2 ore ciascuna) presso i laboratori di biotecnologia della Facoltà di Ingegneria, dirette ad approfondire alcuni temi di microbiologia ambientale e di monitoraggio delle attività microbiche nei sistemi contaminati.

### Testi / Bibliografia

Nelson & Cox (2003) *Introduzione alla biochimica di Lehninger*. III edizione. Zanichelli, Bologna.

Madigan et al. (2003) Brock-Biologia dei Microrganismi. Vols. 1 e 2. Casa Editrice Ambrosiana. Milano.  
 Rittmann B.E., McCarty P.L. (2001) Environmental Biotechnology: principles and applications. McGraw-Hill Higher education, New York, USA

### Metodi didattici

Lezione frontale supportate da slides in power-point. Sono inoltre previste due esercitazioni (di 2 ore ciascuna) presso i laboratori di biotecnologia della Facoltà di Ingegneria, dirette ad approfondire alcuni temi di microbiologia ambientale e di monitoraggio delle attività microbiche nei sistemi contaminati.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale. E' possibile iscriversi fino al giorno precedente la data dell'appello, utilizzando il servizio Uniwex.

## 23856 - ELEMENTI DI CHIMICA ORGANICA E BIOCHIMICA I

<b>Docente:</b>	MARCHETTI LEONARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire una conoscenza di base delle diverse famiglie delle sostanze riconducibili alla "chimica del carbonio" (composti organici e biomolecole), proponendo inoltre le nozioni fondamentali per la comprensione dei principali meccanismi che regolano le reazioni chimiche di dette sostanze.

### Programma / Contenuti

L'oggetto della Chimica Organica e della Biochimica, la loro importanza scientifica, industriale e per l'ambiente.

La Chimica organica: Le formule dei composti organici e la loro rappresentazione grafica.

La classificazione dei composti organici. Le nomenclature d'uso e la nomenclatura razionale IUPAC dei composti organici.

Gli idrocarburi alifatici ed aromatici: struttura, nomenclatura, proprietà fisiche, preparazione e reattività.

L'isomeria in Chimica Organica: isomeria strutturale e stereoisomeria; le nomenclature R,S e E,Z.

Le reazioni organiche e le loro classificazioni. Richiami di termodinamica e di cinetica chimica. Il meccanismo delle reazioni organiche: principi generali ed aspetti termodinamici e cinetici. Gli effetti induttivi, di risonanza e sterici.

I composti eterociclici, aromatici e non aromatici (cenni).

I composti organici alogenati. Gli alcoli e i fenoli. Gli eteri e gli epossidi. I tioli, i tioeteri e gli altri derivati organici dello zolfo. Le ammine e gli altri composti organici azotati. Le aldeidi ed i chetoni. Gli acidi carbossilici ed i loro derivati. I composti organici polifunzionali.

Le Biomolecole ed il loro ruolo nell'ecosistema

I Lipidi (o Grassi): Struttura ed importanza biologica, nell'alimentazione ed industriale. Le funzioni biologiche dei lipidi. Lipidi semplici e Lipidi complessi. I Gliceridi e la loro composizione. I saponi - Cenni ai detergenti sintetici.

I Glucidi (o Zuccheri): Struttura ed importanza biologica, nell'alimentazione ed industriale. Nomenclatura e classificazione. Glucidi semplici e Glucidi complessi. Proprietà fisiche. Potere rotatorio. Strutture cicliche e mutarotazione. I glucidi più importanti: monosaccaridi e polisaccaridi di maggiore interesse industriale ed ambientale: cellulosa, amido, glicogeno.

**I Protidi (o Proteine):** Struttura ed importanza biologica, nell'alimentazione ed industriale.. Gli  $\alpha$ -amminoacidi: struttura chimica, proprietà chimiche e stereochimiche. La condensazione degli amminoacidi ed il legame peptidico: i Peptidi ed i Protidi (o proteine): funzione biologica e struttura: primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Le proprietà e la classificazione delle proteine.

**Gli Acidi Nucleici:** Struttura ed importanza biologica nella conservazione e trasmissione dei caratteri genetici. La struttura dei nucleotidi, dei nucleosidi e degli acidi nucleici, DNA e RNA. La struttura primaria e secondaria del DNA. La doppia elica. La sequenza delle basi. La duplicazione, la trascrizione e la traduzione del DNA (cenni).

## Testi / Bibliografia

### Chimica Organica:

H. Hart - Chimica Organica - Ed. Zanichelli, Bologna.

J. Kice e E. Marvell - Principi di Chimica Organica - Ed. Piccin, Padova.

J. McMurray - Fondamenti di Chimica Organica - Ed. Zanichelli, Bologna.

T.W. Graham Solomons - Chimica Organica - Ed. Grasso, Bologna.

N. L. Allinger *et al.* - Chimica Organica - Ed. Zanichelli, Bologna.

### Biochimica:

A. L. Lehninger, D. L. Nelson e M. M. Cox - Introduzione alla Biochimica - Ed Zanichelli, Bologna

## Metodi didattici

Il corso viene svolto in 40 ore di lezioni frontali. Si prevede l'ausilio di materiale di supporto (proiezione di slides).

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale. Le liste si trovano presso la portineria del Dipartimento (DICASM), ed è possibile iscriversi fino all'orario previsto per l'inizio dell'appello.

## Strumenti a supporto della didattica

E' previsto l'uso di materiale di supporto (proiezione di slides, integrazioni al programma mediante appunti e schemi).

# 44860 - ELEMENTI DI ELETTROTECNICA LS

<b>Docente:</b>	FABBRI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## Conoscenze e abilità da conseguire

Lo scopo del corso è quello di assicurare agli studenti una conoscenza di base dell'elettrotecnica necessaria per comprendere le problematiche relative alla gestione di impianti di distribuzione in bassa tensione.

## Programma / Contenuti

**Teoria dei circuiti:** Leggi di Kirchhoff e caratteristiche degli elementi, resistore, condensatore, induttore, generatori di tensione e corrente, trasformatore ideale. Teorema di Tellegen ed additività delle potenze. Grafo di un circuito, albero e coalbero, tagli fondamentali e maglie fondamentali. Metodi di analisi dei circuiti.

**Principali teoremi sulle reti lineari:** Principio di sovrapposizione degli effetti, Thevenin, Norton e Millman. Circuiti elettrici in fase transitoria. Circuiti elettrici in regime sinusoidale: metodo simbolico; potenze attiva, reattiva e complessa, rifasamento. Sistemi trifase: tensioni concatenate, tensioni principali di fase, correnti di linea, sistemi simmetrici e equilibrati, carichi a stella e a triangolo, rifasamento. Il trasformatore reale: principio di funzionamento, caratteristiche costruttive, fenomeni di perdita e circuito elettrico equivalente.

Trasformatori trifase.

**Testi / Bibliografia**

- G. Rizzoni, "Elettrotecnica: principi e applicazioni", McGraw-Hill.  
 C.K. Alexander, M.N.O. Sadiku, "Circuiti elettrici", Ed. McGraw-Hill

**Metodi didattici**

Durante le lezioni sono sviluppati gli argomenti previsti nel programma del corso. Il corso è affiancato da esercitazioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame si svolge mediante una prova scritta ed una prova orale. La prova scritta consiste in due esercizi che possono riferirsi a: Reti elettriche in regime di corrente continua, Reti elettriche in regime Sinusoidale, Sistemi trifase. Per accedere alla prova orale lo studente dovrà conseguire un punteggio non inferiore ai 15/30.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sono disponibili in copisteria e sul sito <http://www.die.ing.unibo.it/pers/fabbri/CIV/index.htm> le dispense e le tracce delle esercitazioni.

**17428 - ELEMENTI DI FOTOGRAMMETRIA L**

<b>Docente:</b>	ZANUTTA ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce le conoscenze di base delle moderne tecniche della fotogrammetria aerea e terrestre, con un particolare approfondimento per le applicazioni nei campi del rilievo edilizio-urbano e delle strutture civili ed industriali.

Si affrontano i temi dell'impostazione teorica analitica, della moderna strumentazione necessaria alla costruzione del modello metrico tridimensionale dell'oggetto rilevato e degli sviluppi applicativi nei diversi settori.

**Programma / Contenuti**

Il corso è articolato in una serie di lezioni riguardanti l'inquadramento della disciplina ed esempi applicativi. Quale prerequisito si presume che l'allievo abbia già acquisito le nozioni di base fornite dal corso di Topografia.

Fondamenti di fotogrammetria: concetti generali, l'uso metrico della fotografia intesa come prospettiva centrale. Terminologia: stella di direzioni, modello stereoscopico, parametri e procedure principali di orientamento.

Strumentazione di presa: camere aeree, camere terrestri: caratteristiche e componenti.

Strumentazione per la restituzione: restitutori analogici, analitici e digitali.

Assunzione delle informazioni: progettazione delle prese terrestri; il progetto di volo in acro-fotogrammetria; la determinazione dei punti d'appoggio per via topografica e fotogrammetrica.

Fondamenti analitici: sistema di riferimento immagine, modello, oggetto. Trasformazioni tra sistemi 2D e 3D. Compensazione ai minimi quadrati per osservazioni indirette nella realizzazione di trasformazioni tra sistemi 2D e 3D. La trasformazione proiettiva: relazione proiettiva tra oggetti e immagini, relazione tra coordinate lastra e coordinate assolute; orientamento esterno di un fotogramma, soluzione analitica dei problemi fondamentali di orientamento interno, relativo e assoluto. Procedure di orientamento analitiche. Cenni di Fotogrammetria digitale.

Raddrizzamento e raddrizzamento differenziale.

Esempi di rilevamenti.

**Testi / Bibliografia****Testi di riferimento**

- Kraus K., 1994. Fotogrammetria, teoria e applicazioni, Vol. I. Libreria Levrotto e Bella, Torino (traduzione di Sergio Dequal).
- Saint Aubin J.P., 1999. Il rilievo e la rappresentazione dell'architettura. Edizione italiana a cura di Baratin L. e Selvini A., Ed. Moretti & Vitali, Bergamo.
- materiale vario fornito dal docente

**Altri testi da consultare**

- Fondelli M., 1992. Trattato di fotogrammetria urbana e architettonica. Editori Laterza, Bari.
- Fangi G., 1995. Note di fotogrammetria. CLUA Edizioni Ancona.
- Selvini A., Guzzetti F. 2000. Fotogrammetria generale. UTET, Torino.
- Bezoari G., Monti C., Selvini A., 2001. Misura e rappresentazione. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

**Metodi didattici**

Il corso prevede un ciclo di esercitazioni dove gli allievi potranno svolgere un'esperienza completa per l'esecuzione di un rilievo fotogrammetrico terrestre di un'opera di interesse architettonico o artistico: progetto, prese, appoggio topografico e restituzione fotogrammetrica.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame si articola in un'unica prova orale che mira a verificare l'apprendimento degli argomenti trattati nel corso delle lezioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

Nel laboratorio di topografia e fotogrammetria del DISTART sono presenti vari strumenti di rilievo (teodoliti, distanziometri, stazioni integrate, livelli, ricevitori geodetici GPS, camere fotogrammetriche, restitutori analogici, analitici e digitali etc) che gli studenti adopereranno durante le esercitazioni.

**19210 - ELEMENTI DI GEOTECNICA I**

<b>Docente:</b>	GOVONI LAURA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire i concetti fondamentali della meccanica delle terre e delle sue principali applicazioni nel settore edilizio.

**Programma / Contenuti**

**Analisi e classificazione delle terre.** Processi di formazione del terreno. Principali tipi di terre. Componenti mineralogiche e caratteristiche strutturali. Caratteristiche fisiche delle terre e proprietà indice. Analisi granulometrica. Limiti di Atterberg. Sistemi di classificazione delle terre.

**L'acqua nel terreno.** Proprietà dell'acqua interstiziale. Elementi di idrostatica. Principio delle tensioni efficaci. Fenomeni di capillarità, ritiro e rigonfiamento. Profilo delle tensioni litostatiche verticali. Forme di energia di un fluido in movimento, equazione di Bernoulli. Moti di filtrazione attraverso un mezzo poroso, definizione e misura del carico piezometrico. La legge di Darcy e il coefficiente di permeabilità. Pressione di filtrazione e gradiente idraulico critico.

**Tensioni litostatiche.** Il terreno come mezzo continuo. Analisi dello stato tensionale in un punto, convenzioni di segno, rappresentazione mediante i cerchi di Mohr. Coefficiente di spinta a riposo. Storia dello stato tensionale: terreni normalconsolidati e sovraconsolidati. Pressione di preconsolidazione e cause di sovraconsolidazione. Calcolo della distribuzione elastica delle tensioni nel sottosuolo.

**Compressibilità e consolidazione.** La prova di compressione edometrica: scopo, apparecchiatura e modalità di prova, elaborazione dati e presentazione dei risultati. Il processo di consolidazione monodimensionale. Parametri edometrici e calcolo dei cedimenti. Consolidazione secondaria.

**Resistenza al taglio delle terre.** Criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Parametri di resistenza al taglio e loro determinazione sperimentale. Prove di taglio diretto e di compressione triassiale. Resistenza e deformabilità dei terreni incoerenti e coesivi. Resistenza al taglio residua. Verifiche di stabilità a breve e lungo termine.

**Le indagini geotecniche.** Finalità e mezzi di indagine. Sondaggi e prelievo di campioni. Prove in sito: prove penetrometriche statiche e dinamiche, prova con piezocono, prova scissometrica. Misure in sito.

**Stati di equilibrio limite e spinta delle terre.** Equilibrio limite attivo e passivo, coefficienti di spinta, diagrammi di spinta. Opere di sostegno: tipologie e verifiche di stabilità. Altezza critica di una parete verticale.

**Fondazioni.** Fondazioni dirette e profonde: tipologie e tecniche esecutive. Capacità portante di fondazioni superficiali secondo Rankine e Terzaghi. Verifiche a breve e lungo termine. Calcolo dei cedimenti delle fondazioni. Pali battuti, a cassaforma infissa e trivellati. Formule statiche e dinamiche per pali di fondazione, portata di base e per attrito laterale.

**Normativa geotecnica vigente.**

#### Testi / Bibliografia

P. COLOMBO e F. COLLESELLI: *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli, 1996.

#### Metodi didattici

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Sono previste visite tecniche a laboratori di geotecnica e/o a cantieri edili.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale.

#### Strumenti a supporto della didattica

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore.

## 44861 - ELEMENTI DI IMPIANTI E SICUREZZA ELETTRICA LS

<b>Docente:</b>	NUCCI CARLO ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire gli elementi alla base della conoscenza della sicurezza elettrica sia negli impianti elettrici utilizzatori sia delle reti di distribuzione/trasmissione. Durante il corso è posta una particolare attenzione alle tematiche concernenti la sicurezza negli ambienti di vita e di lavoro nel settore edile.

#### Programma / Contenuti

- Introduzione
- Generalità sugli impianti ed i sistemi elettrici
- Le protezioni contro i contatti indiretti nei sistemi BT
- Protezione delle condutture contro i sovraccarichi e i cortocircuiti
- Impianti elettrici nei cantieri e negli edifici civili

- Luoghi conduttori ristretti
- Impianti elettrici nei cantieri
- Protezioni contro i fulmini

### Testi / Bibliografia

- Zanobetti D., Pezzi M., *Lezioni di impianti elettrici*, Bologna: Clueb, 1981
- Carrescia V., *Fondamenti di sicurezza elettrica*, Torino: TNE, 1999
- Cataliotti V., *Analisi dei sistemi di distribuzione a media e bassa tensione*, Palermo: Flaccovio, 2004

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili dispense aggiornate redatte dal docente al sito <http://www.ing.unibo.it/nucci/>.

## 25677 - ELEMENTI DI INFRASTRUTTURE IDRAULICHE L

<b>Docente:</b>	CASTELLARIN ATTILIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i concetti di base necessari per la verifica e la progettazione di opere idrauliche ricorrenti.

### Programma / Contenuti

#### Reti di approvvigionamento idrico

Fabbisogni. Previsioni demografiche e dotazioni idriche. Fonti di approvvigionamento ed opere di presa. Captazione di falde idriche: pozzi e gallerie filtranti. Derivazione di acque superficiali. Opere di adduzione. Studio del tracciato. Progetto e verifica dell'acquedotto esterno. Impianti di sollevamento. Serbatoi di compenso. Caratteristiche delle reti di distribuzione. Progetto e verifica delle reti a maglie aperte. Calcolo delle reti a maglie chiuse. Condotte per acquedotto.

#### Elementi di idrologia

Fenomenologia del ciclo idrologico - Precipitazioni: regime e misura. Infiltrazione: misura e modelli matematici. Deflussi dei corsi d'acqua: misura ed elaborazioni elementari. Il bacino idrografico - Caratteri morfologici. Bilancio idrologico di un bacino. Le piene fluviali - Formazione dell'onda, modelli lineari di trasformazione, modelli dell'invaso e della corrivazione. La metodologia statistica applicata all'analisi delle serie idrologiche - Le grandezze idrologiche come variabili aleatorie. Elaborazioni su campioni. Distribuzioni di probabilità per l'analisi delle variabili idrologiche continue e discrete.

#### Sistemi di drenaggio urbano

Generalità. Sistema di fognatura. Tipologia delle reti. Tipi di sezioni. Limiti di velocità. Calcolo delle portate di acque nere. Calcolo delle portate delle acque meteoriche. Evento critico. Coefficienti udometrici. Scala delle portate di sezioni chiuse. Materiali per condotte. Manufatti speciali (pозzetti di ispezione, di caduta, di cacciata, caditoie stradali, connessione agli impianti domestici, etc.). Scaricatori di piena: rapporti di diluizione, tipologie costruttive e loro funzionamento idraulico: sfioratori laterali.

### Testi / Bibliografia

- Citrini, Noseda, *Idraulica*, Editrice Ambrosiana, Milano.
- Da Deppo, Datei, Fiorotto, Salandin, *Acquedotti*, Editrice Cortina, Padova.
- Maione, *Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, Pavia.
- Da Deppo, Datei, Salandin, *Fognature*, Editrice Cortina, Padova.

- Paoletti, *Sistemi di fognature e di drenaggio urbano*, Edizioni CUSL, Milano.

### Metodi didattici

Didattica frontale ed esercitazioni al calcolatore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e prova orale.

## 25677 - ELEMENTI DI INFRASTRUTTURE IDRAULICHE L

<b>Docente:</b>	TOTH ELENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i concetti di base necessari per la verifica e la progettazione di opere idrauliche ricorrenti.

### Programma / Contenuti

#### Il Servizio Idrico Integrato

##### Reti acquedottistiche

Fabbisogni idrici. Previsioni demografiche e dotazioni idriche. Fonti di approvvigionamento ed opere di presa. Opere di captazione delle acque sotterranee. Richiami di idraulica: correnti in pressione. Opere di adduzione e di distribuzione. Studio del tracciato. Progetto e verifica di reti in pressione (reti a maglie aperte e a maglie chiuse). Impianti di sollevamento. Serbatoi di compenso. Condotte per acquedotto e manufatti.

##### Idrologia

Il ciclo idrologico. Precipitazioni: regime e misura. Infiltrazione: misura e modelli matematici. Deflussi dei corsi d'acqua: misura ed elaborazioni elementari. Formazione del deflusso superficiale. Il bacino idrografico: bilancio idrologico di un bacino. Le piene fluviali e gli idrogrammi di piena. Modellistica afflussi-deflussi: caratteristiche e classificazioni. Modelli di piena (modello di corrivazione e modello dell'invaso). Analisi statistica di eventi estremi. Curve di possibilità pluviometrica. Portate di massima piena.

##### Reti di drenaggio urbano

Tipologia delle reti e delle condotte. Richiami di idraulica: correnti a pelo libero. Scala di deflusso in sezioni chiuse. Calcolo delle portate di acque nere. Calcolo delle portate delle acque meteoriche. Evento critico. Verifica e progetto reti di drenaggio urbano. Scaricatori di piena: tipologie costruttive e funzionamento idraulico. Materiali per condotte di drenaggio. Manufatti speciali.

### Testi / Bibliografia

- G. Becciu e A. Paoletti. Esercitazioni e costruzioni idrauliche. Ed. CEDAM, Padova.  
D. Citrini e G. Noseda. Idraulica. Ed. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.  
U. Maione. Le piene fluviali. Ed. La Goliardica, Pavia.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e orale.

**25678 - ELEMENTI DI INFRASTRUTTURE VIARIE L**

<b>Docente:</b>	BUCCHI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

Problematiche di progettazione delle infrastrutture viarie: Problemi della sicurezza e dell'ambiente. Il rapporto veicolo-uomo-strada. Sinistrosità. Analisi del rischio. Cenni di VIA. Nuovo approccio metodologico progettuale. Traffico: Indici di traffico. Capacità. Flussi. Velocità. Progetto stradale: Nuova normativa. La filosofia della progettazione integrata. La Geometria del tracciato stradale. Il Corpo stradale. La Spinta delle terre e le opere di sostegno. Equilibrio delle terre. Coulomb. Rankine. Spinta attiva e passiva. Ferrovie: Le grandi problematiche italiane ed europee. Sovrastruttura: elementi compositivi e materiali. Scartamento. Rotaie. Traversine. Stazioni. Alta Velocità: scelta progettuale e attuali realizzazioni. Sovrastrutture stradali: Problematiche. Tipologie. Strati superficiali. Strati di base. Strati di fondazione. Pavimentazioni rigide. Trattamenti superficiali. Microtappeti a freddo. Conglomerati drenanti. Reologia dei conglomerati bituminosi. Bitumi modificati. Controlli sulla pavimentazione (capacità portante, aderenza, regolarità). Prove sui materiali stradali in opera. Materiali lapidei. Bitumi. Emulsioni bituminose. Le esercitazioni consistono nella progettazione di un tronco di strada ordinaria in zona montagnosa. Tesi di Laurea Indirizzo teorico e di ricerca Indirizzo pratico-applicativo

**Testi / Bibliografia**

Dispense delle lezioni. Giuseppe Tesoriere, Strade, ferrovie ed aeroporti, Torino, UTET. Paolo Ferrari, Franco Giannini, Geometria e progetto di strade, Milano, Isedi, 1977. Tommaso Esposito, Raffaele Mauro, Fondamenti di Infrastrutture viarie: 1 - La geometria stradale, Benevento, Hevelius, 2001. Tommaso Esposito, Raffaele Mauro, Fondamenti di Infrastrutture viarie: 2 - La progettazione funzionale delle strade, Benevento, Hevelius, 2003.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Le lezioni saranno integrate da alcune lezioni a carattere seminariale e dallo svolgimento di esercitazioni di gruppo

**Strumenti a supporto della didattica**

lavagna luminosa, è prevista almeno una visita al Laboratorio di Strade del DISTART

**41477 - ELEMENTI DI INGEGNERIA STRUTTURALE L-A**

<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Mutuato da:</b>	44944 - COSTRUZIONI IN ACCIAIO, LEGNO E MATERIALI INNOVATIVI L (vedi p. 352)

**41478 - ELEMENTI DI INGEGNERIA STRUTTURALE L-B**

<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Mutuato da:</b>	44943 - COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO E MURATURA L (vedi p. 355)

## 58152 - ELEMENTI DI MECCANICA DEI FLUIDI I

<b>Docente:</b>	LAMBERTI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	5

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Prevedere e rappresentare il comportamento dei fluidi in genere ed -in particolare- dei liquidi, nonchè acquisire le nozioni elementari per la progettazione delle reti di trasporto di fluidi e dei circuiti a fluido.

**Programma / Contenuti**

Problemi tecnici relativi ai fluidi, descrizione delle correnti e caratteristiche meccaniche dei fluidi.

Sistemi di misura. Analisi ed omogeneità dimensionale. Teorema di Buckingham ( $\pi$ -greco).

Velocità. Linee e funzione di corrente. Vorticità e potenziale della velocità. Equazione di continuità.

Accelerazione locale e convettiva. Teorema del trasporto.

Forze di massa e di superficie. Tensore degli sforzi e fluido perfetto. Equazione di bilancio della quantità di moto.

Idrostatica, condizione di barotropia, distribuzione della pressione in un fluido in quiete, galleggianti.

Teorema di Kelvin e di Bernoulli. Carichi. Bilancio della energia meccanica. Distribuzione della pressione in moto irrotazionale.

Correnti monodimensionali: equivalenza fra i principi di bilancio della energia e della quantità di moto.

Reazione viscosa alla deformazione. Caduta di pressione in moto permanente e uniforme di un fluido viscoso.

Dissipazione di energia dovute alla viscosità. Numero di Reynolds, instabilità del moto laminare,

caratteristiche qualitative della turbolenza.

Strato limite e separazione della vena. Distribuzione delle pressioni su un ostacolo e resistenza di forma.

Perdite di carico concentrate.

Resistenza d'attrito. Distribuzione della velocità vicino a pareti lisce e scabre. Resistenza al moto di tubi lisci, artificialmente scabri ed a scabrezza naturale.

Turbina Pel ton. Caratterizzazione di giranti ed eliche. Introduzione alle macchine idrauliche. Numeri caratteristici. Cavitazione e NPSH

Verifica e progetto di condotte e reti.

Attrazione molecolare e tensione superficiale. Capillarità ed effetti connessi.

Moto vario, raggiungimento delle condizioni di regime ed oscillazioni di massa. Effetto della comprimibilità.

Propagazione di onde elastiche lungo le condotte. Manovre brusche e lente.

**Testi / Bibliografia**

H. Rouse. Elementary fluid mechanics. Ed Dover, 1946.

Citrini & Nosedà. Idraulica. Ed. Ambrosiana, Milano, 1987.

A. Cenedese. Meccanica dei fluidi, McGraw-Hill 2003.

A. Ghetti. Idraulica Ed. Cortina Padova, 1977.

V.L. Streeter. Fluid mechanics. Mc Graw Hill 1951.

P.M. Gerhart & R.J. Gross. Fundamentals of Fluid Mechanics

**Metodi didattici**

Il corso si svolge tramite lezioni frontali, esercitazioni e visite al laboratorio.

Nelle lezioni vengono illustrati i principi e le nozioni fondamentali. Nelle esercitazioni vengono illustrate applicazioni delle nozioni con esempi numerici. Durante le visite al laboratorio vengono mostrate le principali esperienze utili alla comprensione delle nozioni impartite.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Verifiche scritte infrannuali facoltative, prova scritta facoltativa di recupero alla prima sessione dopo il corso, valide una sessione. Orale obbligatorio, semplificato per chi ha superato la prova scritta. Nelle prove scritte sarà richiesta la soluzione di problemi simili a quelli svolti nelle esercitazioni e/o la presentazione di un risultato teorico.

Appelli - Liste su UNIWEX

Prima sessione dopo il corso due appelli orali ed uno scritto. Successivamente appello orale ogni due settimane nei periodi consentiti dalla facoltà.

**Strumenti a supporto della didattica**

Attività frontale. Appunti e materiale ausiliario è reperibile in rete dal sito del docente.

**17446 - ELEMENTI DI PROGETTAZIONE EDILE L**

<b>Docente:</b>	TENEGGI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

**17431 - ELEMENTI DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI L**

<b>Docente:</b>	PASCALE GUIDOTTI MAGNANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**18036 - ELEMENTI DI SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA L**

<b>Docente:</b>	PAOLONE MARIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire la descrizione della funzione e della struttura di un sistema elettrico per l'energia comprendente sistemi di produzione, trasmissione, distribuzione e gli elementi alla base della gestione e all'analisi di esso in condizioni di regime permanente con accenni ai transistori elettromagnetici.

**Programma / Contenuti**

- Introduzione al corso e configurazione di un sistema elettrico per l'energia
- Teoria delle linee di trasmissione
- I transistori elettromagnetici nelle reti elettriche
- Metodo di calcolo in p.u.
- Richiami sul metodo delle sequenze
- Potenza massima trasmissibile
- Cenni alle principali regolazioni dei sistemi elettrici

**Testi / Bibliografia**

- D. Zanobetti, M. Pezzi, "Lezioni di Impianti elettrici", CLUEB, Bologna, 1981.

- A. Silvestri, "Sistemi elettrici per l'energia", in "Nuovo Colombo, Manuale dell'Ingegnere", HOEPLI, Milano, 1997.

### Metodi didattici

Il corso comprende esercitazioni sia in aula sia al computer relativamente al calcolo dei parametri, del funzionamento stazionario e dei transistori elettromagnetici delle linee.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di una prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili dispense aggiornate redatte dal docente al sito [http://www.lisep.ing.unibo.it/didattica\\_\(studenti\\_unibo\).htm](http://www.lisep.ing.unibo.it/didattica_(studenti_unibo).htm)

## 17435 - ELEMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI I L

<b>Docente:</b>	POLUZZI RAFFAELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Programma / Contenuti

- Brevi richiami di collegamento alla Scienza delle Costruzioni;
- Le azioni sulle strutture: riferimenti alle normative ed ai metodi di verifica: Tensioni ammissibili e Stati limite;
- Le strutture a molte iperstatiche: il metodo dell'equilibrio, esempi, cenni al calcolo automatico delle strutture;
- Le strutture di fondazione: fondazioni dirette, le travi su suolo elastico, fondazioni profonde, paratie;
- Strutture in acciaio: le basi delle verifiche, unioni, instabilità (metodo omega);
- Cenni alle tipologie costruttive ricorrenti in edilizia (solai, coperti, scale, organi di vincolo).
- E' parte del programma lo svolgimento di un progetto semplice.

### Testi / Bibliografia

- O. Belluzzi, Scienza delle Costruzioni, Zanichelli Editore - volumi 1° e 2°  
P. Pozzati, Teoria e Tecnica delle Strutture, UTET  
M. Capurso, Statica del Cemento Armato, Pitagora Editrice Bologna

## 17435 - ELEMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI I L

<b>Docente:</b>	BENEDETTI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## 17435 - ELEMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI I

<b>Docente:</b>	SAVOIA MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Metodi di calcolo delle sollecitazioni in strutture a telaio multiperstatiche. Criteri di calcolo per elementi strutturali in calcestruzzo armato (travi, pilastri, fondazioni) con il metodo delle tensioni ammissibili e degli stati limite ultimi. Analisi dei carichi, criteri per il dimensionamento di massima e metodi di calcolo per il dimensionamento definitivo di strutture in c.a. Conoscenza delle principali normative per il calcolo strutturale.

**Programma / Contenuti**

1. **CALCOLO DELLE STRUTTURE IPERSTATICHE** Analisi dei carichi per strutture civili. Strutture simmetriche con caricamento simmetrico ed antisimmetrico (ripasso). Il metodo delle forze ed il metodo degli spostamenti. Il metodo dei vincoli ausiliari. Strutture con i nodi che ruotano e non traslano: rigidità alla rotazione; il metodo di Cross. Strutture con i nodi che traslano e non ruotano: rigidità alla traslazione. Esempi di risoluzione di strutture iperstatiche. Metodi di risoluzione generale (cenni).

2. **PROGETTO/VERIFICA DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO**2.1 **Materiali**

Calcestruzzo: Aspetti tecnologici; prove di valutazione preventiva delle caratteristiche meccaniche, controlli di accettazione, prove complementari; Prova di compressione.

Acciaio: Classi di acciai, prescrizioni normative, controlli di accettazione; lunghezze di ancoraggio delle armature.

2.2 Metodo di verifica delle tensioni ammissibili Generalità sul metodo e ipotesi di base. Coefficiente di omogeneizzazione. Calcolo delle sezioni inflesse in c.a., problema di verifica e di progetto. Sezioni a semplice e doppia armatura. Espressioni approssimate per il dimensionamento di massima. Sezioni a T. Sezioni pressoinflesse: semiprogetto con il metodo del momento di trasporto. Verifiche e dimensionamento a taglio delle travi in c.a.

2.3 Verifica delle sezioni in c.a. agli stati limite ultimi (fondamenti) Elementi di teoria della probabilità. Criteri generali del metodo di verifica agli stati limite (metodo dei coefficienti parziali). Definizione delle combinazioni di carico. Diagrammi di calcolo dei materiali. Duttilità delle sezioni e modalità di crisi delle sezioni. Momento ultimo di sezioni inflesse (semplice armatura). Formule semplificate di verifica e progetto.

3. **ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.: TIPOLOGIE E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO**3.1 **Calcolo dei solai**

Pianta dei solai di una costruzione. Analisi dei carichi. Tipologie di solai. Solai in latero-cemento: Criteri di dimensionamento, schemi a 2, 3, più appoggi, disposizione delle armature, calcolo deformabilità dei solai.

3.2 Calcolo dei telai in c.a. Individuazione schema statico di un edificio. Travi in altezza e spessore. Criteri di massima per la valutazione delle azioni interne e per il dimensionamento di massima delle travi. Verifica per sottostrutture. Condizioni di carico per valori massimi delle sollecitazioni. Disegni delle cassature e disposizione delle armature per flessione e taglio.

3.3 Calcolo delle pilastrate Aree di influenza per il dimensionamento di massima dei pilastri. Verifica per sottostrutture. Condizioni di carico per combinazioni di massime sollecitazioni momento - sforzo normale. Disegni delle cassature e disposizione delle armature.

3.4 Strutture di fondazione Carichi sulle fondazioni. Fondazioni continue (travi rovesce) ed isolate (plinti). Criteri di dimensionamento. Verifiche e disposizione delle armature.

**Testi / Bibliografia**

Dispensa del Corso di Tecnica delle costruzioni, Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna.

P. Pozzati e C. Ceccoli, Teoria e Tecnica delle strutture, ed. UTET, Torino, voll I e e II (1972 - 1974).  
 Normative di riferimento per il calcolo e la realizzazione di opere civili.

### Metodi didattici

Saranno svolti due cicli di lezioni in parallelo. Nel primo saranno trattate le basi teoriche dei problemi oggetto del corso. Nel secondo, saranno trattati principalmente gli aspetti applicativi/tecnologici e svolti esempi di applicazione dei criteri di progetto trattati nella prima parte.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto ed orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna, lavagna luminosa

## 17435 - ELEMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI L

<b>Docente:</b>	MERLI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Programma / Contenuti

- Illustrazione delle problematiche progettuali e dei criteri di sicurezza
- Richiami alla normativa ed indicazioni in merito alle azioni agenti (carichi permanenti e carichi variabili; azioni antropiche ed azioni ambientali; azioni sismiche)
- Richiami alla teoria delle travi inflesse e illustrazione dei casi fondamentali
- La soluzione delle strutture piane a molte iperstatiche col metodo dell'equilibrio (soluzione col metodo generale e col metodo semplificato)
- Resistenza allo stato limite ultimo delle sezioni di materiale omogeneo e di c.a. per tensioni normali e tangenziali
- Criteri di progetto e dimensionamento delle strutture di fondazione

Il corso è corredato da esercitazioni in cui vengono trattati gli aspetti progettuali e di dimensionamento degli edifici in c.a. e metallici; è previsto lo sviluppo di applicazioni numeriche e grafiche.

## 30886 - ELEMENTI DI TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA T

<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

## 17363 - ELEMENTI DI TOPOGRAFIA L

<b>Docente:</b>	GANDOLFI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di dare le nozioni di base del rilievo topografico e della rappresentazione cartografica.

**Programma / Contenuti****PRINCIPI DEL POSIZIONAMENTO**

Forma della terra. Impostazione classica del rilievo. Campo gravitazionale. Superfici equipotenziali. Quota ortometrica. Geoidi. Potenziale normale e perturbativo. Ellissoide di rotazione. Sistemi di coordinate geocentriche ed ellissoidiche. Ondulazioni del geoidi  
 Geometria dell'ellissoide di rotazione. Sezioni normali e geodetiche. Raggi di curvatura delle sezioni normali. Superfici di riferimento semplificate per i rilievi locali: sfera e piano tangente.  
 Superfici e Sistemi di riferimento Ellissoide di riferimento e suo orientamento. Principali Sistemi Geodetici (Datum) : Roma 40, ED50, WGS84.  
 Osservabili: angoli, distanze, quote ortometriche, posizione assoluta e base GPS.

**TEORIA DEGLI ERRORI**

Errori di misura: casuali, sistematici e grossolani  
 Probabilità. Fenomeni aleatori. Eventi e loro probabilità a priori e sperimentale.  
 Variabili Casuali. Variabili continue e discrete, mono e bidimensionale. Funzione cumulativa e funzione densità di probabilità. Intervallo di confidenza e probabilità associata. Parametri di una distribuzione (centralità e dispersione). *Variabile standardizzata*  
*Variabili casuali bidimensionali continue. Covarianza e coefficiente di correlazione.*  
 Campione Stima di media e varianza campionaria . Criterio di rigetto di dati.  
 Propagazione della media e della varianza. Propagazione della varianza: casi lineare e non lineare, mono e pluridimensionale. Applicazioni ai problemi di rilievo.

**RILIEVO**

Rete Geodetica Italiana planoaltimetrica. Reti geodetiche nazionali. Problema dell'inquadramento dei rilievi.  
 Rete nazionale GPS: rete IGM95. Rete trigonometrica di I,II e III ordine. Rete altimetrica di livellazione.  
 Reti di raffittimento e appoggio.  
 Rilievo planimetrico. Riduzione delle misure alla superficie di riferimento - Schemi elementari di rilievo: intersezioni in avanti, polari (irradiamento), *rami di poligonale - Poligonali vincolate e chiuse* - Rilievo di dettaglio.  
 Rilievo altimetrico. Livellazione trigonometrica: schema, strumentazione necessaria, da un estremo. Influenza della Rifrazione. Precisioni raggiungibili.  
 Livellazione geometrica: schema, strumentazione necessaria - Precisioni raggiungibili  
*Rilievo GPS. Preparazione e pianificazione. Sessioni e basi indipendenti. Calcolo delle basi. Trasformazione nel sistema nazionale*

**STRUMENTI E METODI OPERATIVI DI IMPIEGO**

Misura di angoli. Teodoliti. *Parti costitutive* Messa in stazione - Metodo di lettura di angoli azimutali: regola di Bessel, strati - Lettura di angoli zenitali - Teodoliti elettronici.  
 Misura di distanze. Geodimetri. Principio di funzionamento - Equazione fondamentale - Precisioni strumentali, effetto ambiente - Stazioni totali.  
 Misura di dislivelli. Livelli. Parti costitutive. Livello di precisione - Stadie invar - Livellazione dal mezzo - Precisione di una battuta e di una linea.  
 GPS. Principio di funzionamento del sistema, segmenti funzionali. Struttura del segnale. Errori sistematici del sistema. Ricevitori. Osservabile pseudo range e fase.  
**ESERCITAZIONE** Rilievo GPS : basi statiche  
 Rilievo cinematico e RTK  
 Elaborazione dati delle esercitazioni

**Testi / Bibliografia**

Materiale didattico disponibile

Appunti di:

Geodesia, Sistemi geodetici, Reti geodetiche nazionali, GPS, Strumenti, Rilievo, Teoria degli errori

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame Orale sugli argomenti del corso.

**44594 - ELETTROMAGNETISMO APPLICATO LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	REGGIANI UGO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di approfondire lo studio dell'elettromagnetismo e di fornire la conoscenza dei fenomeni alla base della propagazione delle onde e delle interferenze elettromagnetiche (EMI). Soluzione di problemi di EMI mediante tecniche di schermatura.

**Programma / Contenuti**

- Metodo delle immagini elettriche. Potenziale scalare magnetico. Coefficienti di auto e di mutua induzione: definizione tramite l'energia magnetica. Calcolo delle forze ponderomotrici.
- Richiamo delle equazioni di Maxwell. Discontinuità e condizioni al contorno per i vettori del campo elettromagnetico. Problemi dei valori al contorno. Teorema di Poynting. Regime sinusoidale: equazioni di Maxwell in termini dei vettori complessi del campo elettromagnetico (equazioni di Maxwell in forma fasoriale).
- Potenziali ritardati. Approssimazione quasi-stazionaria. Dimensioni elettriche. Passaggio dalla teoria dei campi alla teoria dei circuiti. Circuiti a costanti concentrate. Equazione della diffusione. Effetto pelle in regime sinusoidale
- Equazioni generali delle onde nel dominio del tempo e in forma fasoriale per mezzi privi di sorgenti.
- Onde piane uniformi (onde TEM): mezzi senza perdite e mezzi con perdite. Riesame delle definizioni di conduttore e di dielettrico. Onde piane in un buon dielettrico. Onde piane in un buon conduttore. Onde TEM su linee di trasmissione senza perdite.
- Guide d'onde. Soluzione delle equazioni delle onde in una guida d'onda rettangolare cava senza perdite: modi TM e modi TE. Analogia fra una guida d'onda monomodale e una linea di trasmissione.
- Schermi elettromagnetici. Efficienza di schermatura. Metodi per il calcolo dell'efficienza di schermatura. Schermi multistrato.
- Campo elettromagnetico irradiato da dipoli elementari: dipolo elettrico elementare e dipolo magnetico elementare. Campo vicino e campo lontano. Impedenza del campo vicino. Campi ad alta e bassa impedenza. Potenza irradiata.

**Testi / Bibliografia**

- F. Barozzi, F. Gasparini. Fondamenti di elettrotecnica: elettromagnetismo. UTET, Torino, 1989.
- S. M. Wentworth. Fundamentals of Electromagnetics with Engineering Applications. J. Wiley, New York, 2005.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali in aula. La teoria è integrata con esercitazioni aventi come oggetto applicazioni delle nozioni fornite dal corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale finale.

## 58155 - ELETTRONICA APPLICATA L-A

<b>Docente:</b>	ROVATTI RICCARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 17453 - ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI LS

<b>Docente:</b>	FRANCHI SCARSELLI ELEONORA
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso tratta le moderne metodologie di progetto dei circuiti integrati a larga scala (VLSI) in tecnologia CMOS, con riferimento sia alle architetture circuitali che realizzano le più importanti funzioni logiche e aritmetiche, sia alle tecniche di progettazione assistita ai vari livelli di astrazione.

Il corso prevede un ciclo di esercitazioni di laboratorio che consistiranno nel progetto di semplici sistemi digitali su dispositivi logici programmabili (FPGA).

**Programma / Contenuti**

- *Tendenze evolutive della Microelettronica.* Evoluzione della microelettronica verso livelli crescenti di integrazione. Legge di Moore. Miniaturizzazione dei componenti elettronici elementari. Richiamo sulle caratteristiche dei transistori MOS. Brevi cenni di tecnologia planare del silicio, con particolare riferimento ai processi CMOS standard.
- *Celle digitali in logica CMOS.* Richiami sulle proprietà dei circuiti digitali e loro parametri rappresentativi. Ritardo di propagazione dell'invertitore statico e di porte logiche elementari. Considerazioni energetiche. Relazioni ritardo-consumo. Regole di composizione delle logiche statiche CMOS per la realizzazione di funzioni logiche complesse. Memorizzazione dell'informazione in forma statica e dinamica. Latch e registri CMOS. Effetti legati alla contrazione delle geometrie. Caratterizzazione circuitali di celle logiche per programmi di sintesi e simulazione logica.
- *Interconnessioni* Modelli delle linee di interconnessione a parametri concentrati (C, RC). Effetti induttivi. Buffer e ripetitori. Effetti legati alla contrazione delle geometrie.
- *Aritmetica computazionale.* Sommatore completo in logica CMOS statica. Sommatore seriali in logica statica. Architettura dei sommatore paralleli di vario tipo (ripple carry, carry look-ahead, carry select, carry save, carry skip). Analisi delle prestazioni. Moltiplicatore seriale. Moltiplicatore parallelo a matrice. Moltiplicatori paralleli ad albero di Wallace e ad albero binario.
- *Metodologie di progetto di sistemi digitali.* Livelli di astrazione di un sistema digitale. Metodologie progettuali semicustom (FPGA, GA, SOG, SC) e full custom. Libreria di celle elementari e loro caratterizzazione per programmi di sintesi e simulazione logica. Flusso di progetto di dispositivi semicustom.
- *Dispositivi logici programmabili FPGA.* Analisi di architetture significative. Linguaggi di progetto hardware applicati a FPGA: VHDL. Esercitazioni in laboratorio: flusso di progetto basato su dispositivi commerciali.

**Testi / Bibliografia**

1. JAN M. RABAEY ANANTHA P. CHANDRAKASAN BORIVOJE NIKOLIC DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS A DESIGN PERSPECTIVE 2ND EDITION PRENTICE HALL 2003 ([HTTP://BWRC.EECS.BERKELEY.EDU/CLASSES/ICBOOK/INDEX.HTML](http://BWRC.EECS.BERKELEY.EDU/CLASSES/ICBOOK/INDEX.HTML))
2. N. WESTE K. ESHRAGHIAN PRINCIPLES OF C-MOS VLSI DESIGN ADDISON-WESLEY 1992
3. J. HENNESSY D. PATTERSON COMPUTER ARCHITECTURE. A QUANTITATIVE APPROACH MORGAN KAUFMANN PUBLISHERS 1990

**Metodi didattici**

Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio. Le esercitazioni saranno individuali e pratiche ed hanno lo scopo di fornire la possibilità a ciascuno studente di applicare il flusso di progetto di sistemi digitali basato su dispositivi logici programmabili (FPGA).

Gli strumenti software utilizzati nelle esercitazioni sono pubblici e scaricabili dalla rete. I link aggiornati sono raggiungibili dal sito

<http://www-micro.deis.unibo.it/cgi-bin/dida?~franchi/www/Dida02>

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame è costituito da una prova di laboratorio e da un orale.

La prova di laboratorio è vincolante per l'accesso all'orale e consiste nel descrivere in linguaggio VHDL un semplice sistema digitale e nel sintetizzarlo su FPGA.

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiale a cura del docente sarà scaricabile dal sito del docente.

<http://www-micro.deis.unibo.it/cgi-bin/dida?~franchi/www/Dida02>

**17453 - ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI LS**

<b>Docente:</b>	BACCARANI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso tratta le moderne metodologie di progetto dei circuiti integrati a larga scala (VLSI) in tecnologia CMOS, con riferimento sia alle architetture circuitali che realizzano le più importanti funzioni logiche e aritmetiche, sia alle tecniche di progettazione assistita ai vari livelli di astrazione. Il corso prevede un ciclo di esercitazioni di laboratorio in un'aula appositamente attrezzata con un congruo numero di stazioni SUN e con software avanzato (sistema OPUS) per la progettazione VLSI. Gli studenti avranno l'opportunità di sviluppare il progetto di una semplice cella circuitale di tipo combinatorio e di una di tipo sequenziale in tecnologia "sea of gates". Il corso è idealmente integrato dall'insegnamento di "Laboratorio di Elettronica dei Sistemi Digitali", dove gli studenti potranno sviluppare un progetto di una macrocella funzionalmente completa di assegnate specifiche.

**Programma / Contenuti**

**Tendenze evolutive della Microelettronica.** Il mercato mondiale dell'elettronica e dei componenti elettronici. Evoluzione della microelettronica verso livelli crescenti di integrazione. Legge di Moore. Miniaturizzazione dei componenti elettronici elementari. Requisiti funzionali e prestazioni dei dispositivi elettronici. Contrazione delle geometrie: regole di scaling a tensione e campo costanti. Teoria generalizzata delle regole di scaling. Limiti fisici al processo di riduzione delle dimensioni dei componenti. Illustrazione

della "International Technology Roadmap of Semiconductors" (ITRS). Problemi insoluti e problematiche di ricerca e sviluppo industriale. Problematiche di progetto nella microelettronica. Metodologie progettuali semicustom: FPGA, GA, SOG, SC. Metodologie progettuali full custom: progetto basato su macrocelle. Implicazioni economico-finanziarie e industriali della legge di Moore.

**Celle digitali in logica statica CMOS.** Richiami sulle proprietà dei circuiti digitali e loro parametri rappresentativi. Brevi cenni di tecnologia planare del silicio, con particolare riferimento ai processi CMOS standard ed SOI. Regole di layout. Richiami sul ritardo di propagazione dell'invertitore statico e delle porte logiche CMOS. Considerazioni energetiche. Relazioni ritardo-consumo. Regole di composizione delle logiche statiche CMOS per la realizzazione di funzioni logiche complesse. Logiche pseudo n-MOS. Logiche a pass transistor. Logiche statiche CVSL. Logiche SCL. Memorizzazione dell'informazione in forma statica. Latch e registri statici CMOS: registri SR, JK e D con e senza controllo asincrono. Registri D a interruttori e invertitori, registri statici C<sup>2</sup>MOS, registri concatenati (chain latch).

**Celle digitali in logica dinamica CMOS.** Richiami sulle logiche CMOS dinamiche e sulle loro modalità di connessione in cascata. Logiche Domino e Zipper. Il problema della condivisione di carica e sue possibili soluzioni. Logiche C<sup>2</sup>MOS. Logiche CVSL dinamiche. Connessione in pipeline di logiche dinamiche. Timing a quattro fasi e a due fasi non sovrapposte. Timing a due fasi: logiche NORA. Timing a una sola fase. Latch n-C<sup>2</sup>MOS e p-C<sup>2</sup>MOS. Variante "split output" dei latch n-C<sup>2</sup>MOS e p-C<sup>2</sup>MOS. Registri dinamici a una sola fase e divisori di frequenza. Latch TSPC-1 e TSPC-2. Applicazioni delle logiche a una sola fase. Il rumore nelle logiche dinamiche. Caratterizzazione dei margini di immunità ai disturbi nelle logiche dinamiche.

**Aritmetica computazionale.** Sommatore completo in logica CMOS statica e dinamica. Sommatore completo a "pass transistors". Sommatore seriali in logica statica e dinamica. Architettura dei sommatore paralleli di vario tipo (ripple carry, carry look-ahead, carry select, carry save, carry skip). Analisi delle prestazioni. Moltiplicatore seriale. Moltiplicatore parallelo a matrice. Moltiplicatori paralleli ad albero di Wallace e ad albero binario. Moltiplicatori iterativi. Divisore seriale. Divisore a matrice con e senza ripristino. Divisione iterativa: metodi di Newton e di Goldschmidt. Cenni sul calcolo di funzioni irrazionali e trascendenti: radice quadrata, logaritmo, esponenziale. Standard IEEE-754 sulla rappresentazione dei numeri in virgola mobile. Formati dei numeri in virgola mobile in precisione singola, singola estesa, doppia e doppia estesa. Numeri speciali, numeri denormalizzati, non-numeri. Arrotondamento nello standard IEEE-754. Algoritmi di somma, moltiplicazione e divisione in virgola mobile. Condizioni di overflow e di underflow.

**Architettura dei microprocessori.** Schema a blocchi di un elaboratore digitale su singolo chip a set esteso di istruzioni. Unità di elaborazione e unità di controllo. Struttura dell'unità di elaborazione e descrizione dei blocchi funzionali che la compongono: unità logico-aritmetica (ALU), shifter, registri, porte di ingresso/uscita e bus. Unità di controllo e descrizione dei blocchi che la compongono: registro delle istruzioni, program counter, sequenziatore, microcodice, decodificatore. Architetture a set ridotto di istruzioni (RISC) e loro caratteristiche distintive: standardizzazione delle istruzioni, elaborazione in pipeline, tecniche per la rimozione degli interlocks, memoria cache a bordo del processore. Descrizione dell'architettura e dei blocchi funzionali di un tipico microprocessore RISC: il MIPS-X. Formato delle istruzioni. Pipeline del MIPS e sue dipendenze. Registri di bypass. Gestione del coprocessore matematico. Cache delle istruzioni. Controllore di cache: la tag memory e la memoria dei bit di validità. Tecniche di self-timing. Il controllo del processore MIPS: gestione unificata delle eccezioni e dei salti condizionati. Gestione delle occorrenze di cache miss. Architetture superscalari RISC.

## Testi / Bibliografia

J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic: *Digital Integrated Circuits - A Design Perspective*, Second Edition, Prentice Hall International, 2003.

J. Hennessy, D. Patterson: *Computer Architecture. A Quantitative Approach*, Morgan Kaufmann Publishers, 1990.

E. Franchi Scarselli, L. Selmi: *Esercizi d'Esame di Elettronica Digitale*, Patron Editore, 1998.

### Metodi didattici

Tutti e soli gli argomenti del corso sono trattati in aula. Il corso è inoltre integrato da un ciclo di esercitazioni in laboratorio all'atto delle quali lo studente è esposto alla possibilità di progettare una porta logica ed un registro CMOS statico o dinamico mediante l'uso dei più moderni strumenti di CAD progettuale (Sistema OPUS di Cadence, integrato con strumenti di sintesi logica Synopsys).

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di esame potrà svolgersi secondo due diverse modalità a scelta dello studente:

- 1) Prova intermedia di laboratorio, consistente nel progetto di una porta logica e di un registro CMOS statico o dinamico, seguito da un colloquio finale sui temi della seconda parte del corso (Aritmetica computazionale, e architettura dei moduli circuitali di un processore RISC);
- 2) Colloquio finale su tutti gli argomenti del corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Lo studente ha libero accesso alle slides utilizzate durante lo svolgimento delle lezioni.

## 35020 - ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI LS-A

<b>Docente:</b>	SANTARELLI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di illustrare i circuiti elettronici di base impiegati nei sistemi di Telecomunicazioni e di introdurre le relative metodologie di progettazione. In particolare si intende fornire le conoscenze sui circuiti e sui dispositivi utilizzati per la progettazione di ricetrasmittitori per altissima frequenza, e di illustrarne le possibilità di implementazione mediante le più moderne tecnologie basate su semiconduttori composti.

### Programma / Contenuti

**Premesse:** Richiami sui sistemi di telecomunicazioni e sui blocchi funzionali che li compongono. Blocchi lineari e non lineari con memoria. Cenni ai circuiti di modulazione e di demodulazione. Schema di un ricetrasmittitore radio.

**Amplificatori di potenza per piccoli segnali:** Amplificatori ad alta frequenza a banda stretta e a larga banda. Richiami sui parametri di diffusione. Criteri di progettazione di reti di adattamento tra stadi di amplificazione con elementi a costanti concentrate e distribuite. Polarizzazione dei transistori. Analisi di stabilità. Configurazioni di amplificatori single-ended e bilanciati. Amplificatori in retroazione. Problematiche di rumore (I.N.A.).

**Amplificatori di potenza per grandi segnali:** Distorsione armonica e di intermodulazione negli amplificatori. Introduzione agli amplificatori per grandi segnali: compressione di guadagno, punto di intercetta del terzo ordine, rendimento, Power Added Efficiency. Caratteristiche AM/AM e AM/PM. Caratteristiche di Load/Source-Pull. Cenni alla progettazione di amplificatori di potenza in classe A, B, C.

**Mixer a diodi e a transistori:** Analisi della distorsione nei mixer. Distorsione di intermodulazione. Definizione di mixer singolarmente e doppiamente bilanciato. Schemi di principio. Proprietà spettrali. Cenni ai moltiplicatori analogici: cella di Gilbert. Principio di funzionamento dei mixer di tipo switching. Esempi realistici di mixer a diodi.

**Dispositivi elettronici per microonde ed onde millimetriche:** Diodi Shottky, PIN, Varactor, Eterostrutture, JFET, MESFET, (P)HEMT, HBT; Classificazione dei modelli di dispositivi. Modelli empirici orientati alla progettazione circuitale in ambiente CAD. Criteri di identificazione dei parametri.

### Testi / Bibliografia

- G. Gonzales, Microwave Transistor Amplifiers, Artech House
- R. S. Carson, Radio communications concepts: Analog, J.Wiley&Sons
- B. Razavi, RF Microelectronics, Prentice Hall
- G. Ghione, Dispositivi per la microelettronica, McGraw Hill
- M. Golio, MESFETs and HEMTs, Artech House

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio. Le esercitazioni saranno svolte nel Laboratorio di Elettronica delle Telecomunicazioni del DEIS e consentiranno agli studenti di conoscere gli strumenti CAD commerciali maggiormente diffusi per la progettazione di circuiti a microonde ed onde millimetriche. Verranno in particolare proposti esempi di analisi e progetto di circuiti che gli studenti potranno risolvere direttamente sul CAD. Lo scopo è quello di introdurre concretamente gli studenti al mondo della progettazione dei più avanzati circuiti elettronici integrati per le telecomunicazioni.

Gli studenti che lo desiderano potranno proseguire il loro apprendimento della materia svolgendo anche la tesi di laurea.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Slide distribuite a lezione. Appunti del corso.

## 41583 - ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI LS-B

<b>Docente:</b>	FLORIAN CORRADO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fare acquisire allo studente conoscenze relative alle architetture ed ai circuiti elettronici avanzati impiegati nei sistemi di Telecomunicazioni terrestri e spaziali e di affrontare le relative metodologie di progettazione. In particolare si intende fornire le conoscenze sui principi architetture e tecnologici dei ricetrasmittitori radio, sui circuiti di generazione e ricostruzione di portanti sinusoidali e sulla teoria del rumore nei circuiti elettronici per altissime frequenze. Il corso si propone infine di fornire esempi concreti di realizzazione di circuiti per ricetrasmittitori radio nelle più moderne tecnologie implementative

### Programma / Contenuti

#### Modulo Ing. Corrado Florian

Introduzione ai circuiti monolitici a microonde: terminologia, bande di frequenza, materiali, componenti circuitali, CAD di simulazione, prodotti.

Oscillatori: analisi condizione di oscillazione di un circuito: criterio di Barkausen

Oscillatori: analisi condizione di innesco di un circuito. Analisi oscillatori a tre punti. Oscillatori a resistenza negativa. Oscillatori al quarzo.

Oscillatori stabilizzati con risonatore dielettrico. Oscillatori controllati in tensione. Rumore di fase negli oscillatori. Rumore nei dispositivi elettronici attivi e passivi: rumore bianco e colorato.

Introduzione sintetizzatori. Anello ad aggancio di fase: concetti fondamentali. Esempio di progetto VCO in banda X completamente integrato.

PLL: Dinamica dell'anello nello stato di Lock. Charge pump PLL. PLL di ordine I e II. Rumore di fase nei PLL. Architetture di sintetizzatori di frequenza. Architettura N-intera. Architettura N-frazionale. Esempio prodotto commerciale: PLL.

Architetture dual loop. Divisori di frequenza, prescaler. Divisori di frequenza multi-modulo. Riassunto sintesi di frequenza. PLL come demodulatori. Frequency pulling dell'oscillatore. Injection locking. Load pulling. Pushing dell'oscillatore. Caratteristiche fondamentali oscillatori, analisi data sheet del VCO.

Analisi dei data sheet di DRO. Generazione di frequenza in quadratura. Rumore nei circuiti elettronici. Processi casuali ed ergodici. Densità spettrale di potenza. Densità spettrale di potenza nella formula del rumore di fase.

Rumore nei dispositivi elettronici. Rumore bianco e colorato. Rumore termico, rumore flicker, rumore shot, rumore G-R. Circuito equivalente resistenza rumorosa. Bilancio energetico rumore termico. Concetto di potenza di rumore disponibile e adattamento. Circuito equivalente rumoroso dei bipolari, del diodo e dei FET. Misure di rumore a bassa frequenza. Sorgenti di rumore indipendenti, incorrelate. Sorgenti di rumore equivalenti alle porte del dispositivo. Calcolo della correlazione. Correlazione normalizzata. Calcolo del passaggio dalle sorgenti indipendenti alle sorgenti equivalenti correlate. Calcolo del rumore complessivo di un circuito lineare.

Mixer. Concetti fondamentali. Generazione dei prodotti di mixing. Figure di merito e parametri caratteristici dei mixer. Tipologie di mixer. Bilanciamento, concetti introduttivi. Mixer a diodi: il diodo schottky, scelta del diodo, sintesi delle reti IF, RF e LO per mixer a singolo diodo.

Mixer a diodo singolo. Reti di matching. Matching a grande segnale. Funzionamento dei diodi con e senza polarizzazione. Ibridi e Balun. Strutture bilanciate in microstriscia.

Mixer bilanciati. Mixer singolarmente bilanciato con ibrido a 180°. Esempio: RAT RACE mixer. Mixer doppiamente bilanciati ad anello. Mixer subarmonici. Mixer a reiezione di immagine. Esempio: mixer singolarmente bilanciato subarmonico a reiezione di immagine.

### **Modulo Ing. Massimo Comparini**

Elementi generali di un sistema di telecomunicazioni.

Cenni sulle comunicazioni via satellite. Richiami sulle modulazioni.

Esempi di modulatori e trasmettitori.

Ricevitori: criteri architetture e diagramma a blocchi.

Ricevitori super eterodina. Ricevitori di comando per applicazioni spaziali. Front end.

Sorgenti di rumore.

Receiver noise equation.

Ricevitori: parametri di merito, cross-modulazione, sensibilità, dynamic range, desensibilizzazione, blocking, intermodulazione, ACPR.

Front end, reiezione dell'immagine.

Ricevitori: media frequenza, filtri ad onda acustica superficiale.

Discriminatore FM

Ricevitori: generazione del segnale di Oscillatore Locale.

Circuiti ad aggancio di fase per la generazione di frequenza.

Moltiplicatori di frequenza. Cenni sul rumore di fase.

Demodulazione numerica. Applicazione dei PLL. Esempio di un radio collegamento spaziale.

Sottocompionamento e recupero della portante. Band Pass Sampling. Acquisizione del segnale (On Board Acquisition).

### **Testi / Bibliografia**

1) Materiale fornito dal docente

2) G. Gonzales, Microwave Transistor Amplifiers, Artech House

- 3) R. S. Carson, Radio communications concepts: Analog, J.Wiley&Sons
- 4) B. Razavi, RF Microelectronics, Prentice Hall
- 5) John L.B. Walker, "High Power GaAs FET Amplifiers" Artech House
- 6) Stephen A. Maas, "Nonlinear Microwave Circuits" Artech House

### Metodi didattici

Lezioni frontali in aula ed esercitazioni al computer in laboratorio CAD

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di esame è orale

### Strumenti a supporto della didattica

Vengono forniti gli stampati delle slide proiettate durante le lezioni ed altre dispense integrative.

Tutto il materiale utilizzato viene reso preventivamente disponibile in forma cartacea in modo da facilitare l'apprendimento durante la lezione.

Il materiale didattico fornito allo studente ricopre la totalità del programma del corso.

Per approfondimenti vengono indicati dei testi di riferimento ed una bibliografia di pubblicazioni scientifiche.

Le esercitazioni saranno svolte nel Laboratorio di Elettronica delle Telecomunicazioni del DEIS.

Le esercitazioni prevedono esempi di progettazione di circuiti utilizzando CAD di progettazione avanzati.

Gli studenti che lo desiderano potranno proseguire il loro apprendimento della materia svolgendo anche la tesi di laurea.

## 35021 - ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO LS-A

<b>Docente:</b>	RUDAN MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link <http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan> e selezionando la voce "Teaching activity".

### Programma / Contenuti

AA 2007-2008

#### Elettronica dello stato solido LS-A

##### Introduzione

Presentazione del corso. Scopi del corso. Orario delle lezioni e di ricevimento. Nozioni che si suppongono già acquisite in precedenza da parte degli Studenti. Modalità dell'esame e iscrizione agli appelli. Programma e bibliografia.

##### Programma

Calcolo delle variazioni. Principio di Hamilton. Determinazione della lagrangiana del caso conservativo. Equazioni di Hamilton. Principio di Maupertouis. Esempi. Principio di Fermat. Esempi. Richiami di elettromagnetismo. Trasformazioni di gauge. Equazione delle onde. Hamiltoniana di una particella soggetta a un campo elettromagnetico. Richiami sul teorema di Poynting. Momento del campo elettromagnetico. Modi del campo elettromagnetico. Energia del campo elettromagnetico in funzione dei parametri caratteristici dei modi. Momento del campo elettromagnetico in funzione dei parametri caratteristici dei modi. Analogia fra i Principi variazionali dell'Optica e della Meccanica. Ipotesi di generalizzazione della Meccanica.

Modello planetario dell'atomo. Spiegazione di alcuni fenomeni atomici per mezzo del modello planetario. Risultati sperimentali non spiegati dalle leggi classiche. Il problema della stabilità degli atomi. Proprietà delle righe spettrali degli atomi eccitati. Effetto fotoelettrico. Proprietà della radiazione di corpo nero. Ipotesi di Planck. Legge di Planck. Teoria di Einstein dell'effetto fotoelettrico. Relazioni dinamiche relativistiche. Effetto Compton e trattazione di questo con l'ipotesi del fotone. Effetto Hall. Ipotesi di Bohr. Quantizzazione delle grandezze dinamiche. Ipotesi di De Broglie. Funzione d'onda per il moto rettilineo e uniforme. Esperimento di Davisson e Germer. Descrizione qualitativa del Principio d'indeterminazione. Contrazione della funzione d'onda. Perturbazione indotta da una misura. Proprietà di normalizzazione della funzione d'onda.

Equazione di Schrödinger indipendente dal tempo: deduzione euristica. Esempi di applicazione: particella libera e particella nella buca di energia potenziale a pareti infinite. Operatore hamiltoniano: definizione e proprietà generali. Prodotto scalare di funzioni. Definizione di operatore hermitiano. Ortogonalità delle autofunzioni e realtà degli autovalori di operatori hermitiani. Completezza delle autofunzioni. Principio di sovrapposizione degli stati. Deduzione dell'equazione di Schrödinger dipendente dal tempo. Teorema di conservazione della norma.

Pacchetto d'onde. Introduzione ai metodi generali della Meccanica quantistica. Misure successive di posizione e quantità di moto. Misure di energia. Sistema completo di operatori. Teoremi sugli operatori. Grandezze simultaneamente osservabili. Operatori commutativi. Esempi.

Concetti statistici associati alla distribuzione degli autovalori di un operatore. Valore di aspettazione. Dimostrazione del Principio d'indeterminazione. Funzione d'onda a incertezza minima. Derivata temporale del valore di aspettazione. Teorema di Ehrenfest.

Esempi di soluzione dell'equazione di Schrödinger. Gradino di energia potenziale (descrizione qualitativa e calcolo esplicito della soluzione). Pacchetto d'onde e casi limite. Barriera di energia potenziale (descrizione qualitativa). Effetto tunnel (descrizione qualitativa). Buca di energia potenziale (descrizione qualitativa). Introduzione al problema dell'oscillatore armonico lineare. Importanza del problema dell'oscillatore armonico lineare. Calcolo degli autovalori e delle autofunzioni. Quantizzazione dell'energia e della quantità di moto del campo elettromagnetico. Concetto di fotone.

Operatori di trasposizione (cenni). Funzioni e operatori simmetrici o antisimmetrici. Sistemi costituiti da particelle identiche. Distinzione fra fermioni e bosoni. Costruzione di funzioni d'onda simmetriche o antisimmetriche a partire dalle soluzioni dell'equazione di Schrödinger. Principio di esclusione di Pauli. Trattazione statistica di sistemi di particelle identiche. Generalità sulle statistiche di equilibrio. Derivazione della statistica di Fermi-Dirac. Passaggio al limite classico. Derivazione della formula di Stirling. Derivazione della statistica di Bose-Einstein. Calcolo della densità degli stati per il campo e.m. in una cavità di forma parallelepipedica. Derivazione della legge di Planck. Calcolo del moltiplicatore di Lagrange della legge di Planck. Vibrazioni reticolari. Sviluppo dell'energia potenziale troncato al secondo ordine. Diagonalizzazione della matrice dei coefficienti elastici. Approssimazione adiabatica. Hamiltoniano di singolo elettrone. Simmetria degli autovalori. Bande di energia. Esempio: il caso del silicio. Densità degli stati nello spazio delle fasi. Densità degli stati in energia nel caso delle bande paraboliche.

Quantizzazione dell'energia del reticolo. Concetto di fonone. Operatori di traslazione. Operatori periodici. Teorema di Bloch. Funzioni di Bloch. Periodicità degli autovalori degli operatori di traslazione. Modello di Krönig e Penney.

Cenni al calcolo degli autovalori nel caso a tre dimensioni. Andamento delle bande nel germanio, silicio e arseniuro di gallio. Pacchetti d'onda in un potenziale periodico.

Introduzione alla dinamica di un elettrone in un cristallo. Hamiltoniano perturbato. Teorema dell'Hamiltoniano equivalente. Relazioni dinamiche nel cristallo. Momento cristallino. Teorema di Ehrenfest nel cristallo. Sviluppo dell'Hamiltoniano equivalente nell'intorno di un estremo di una banda. Tensore della massa efficace. Anisotropia della relazione forza-accelerazione. Dinamica di un elettrone in prossimità di un

estremo di banda. Teorema di Liouville. Equazione del trasporto di Boltzmann. Calcolo del termine di collisione. Approssimazione perturbativa. Metodo dei momenti.

Momento di ordine zero. Deduzione dell'equazione di continuità per gli elettroni della banda di conduzione. Momento di ordine uno. Approssimazioni sul momento di ordine uno. Insieme dei momenti e condizione di chiusura. Calcolo del tensore di temperatura all'equilibrio. Tensore del tempo di rilassamento. Momento di ordine uno per la singola valle. Espressione della densità di corrente di una valle. Semplificazioni per campi magnetici piccoli. Semplificazione del termine diffusivo. Tensore mobilità e tensore diffusività.

Compensazione dell'anisotropia nel caso delle piccole perturbazioni. Equazione del trasporto di tipo ohmico-diffusivo includenti il campo magnetico. Relazioni di Einstein.

Approssimazione semiclassica dell'interazione fra una particella e un campo elettromagnetico. Giustificazione dell'assenza di emissione da parte di un elettrone appartenente a uno stato stazionario. Equazioni del trasporto di tipo puramente ohmico includenti il campo magnetico. Applicazione alla tecnica di misura basata sull'effetto Hall. Tensione di Hall e coefficiente di Hall.

Le informazioni relative a questo corso possono anche essere ottenute selezionando il *link* "Teaching activity" del sito *web*

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

### Testi / Bibliografia

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>  
e selezionando la voce "Teaching activity".

### Metodi didattici

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>  
e selezionando la voce "Teaching activity".

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>  
e selezionando la voce "Teaching activity".

### Strumenti a supporto della didattica

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>  
e selezionando la voce "Teaching activity".

## 18023 - ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO LS-B

**Corso di Laurea:**

0233 - Ingegneria elettronica

**Mutuato da:**

30680 - SOLID STATE ELECTRONICS (vedi p. 977)

## 43249 - ELETTRONICA DI POTENZA L-A

<b>Docente:</b>	FLORIAN CORRADO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per lo studio dei circuiti elettronici di potenza impiegati nell'ambito dell'automazione industriale.

Vengono trattati alcuni importanti circuiti dell'elettronica di potenza per la conversione dell'energia elettrica.

**Programma / Contenuti**

- **Introduzione al corso:** sistema di controllo di un impianto industriale, definizione di un convertitore di potenza, rete di controllo, amplificatore di potenza, elettronica di controllo e elettronica di potenza.
- **Richiami:** equazioni costitutive del condensatore e dell'induttore. Diodo e transistor bipolare, trasformatore. Valore efficace, potenza attiva e reattiva, potenza apparente, trasformata di Fourier, serie di Fourier, segnali periodici.
- **Classificazione dei convertitori:** in base alla funzione ed in base al funzionamento dei dispositivi. Convertitori controllati e non controllati. Convertitori AC/DC, DC/DC, DC/AC, AC/AC. Convertitori quasi lineari (serie), convertitori in commutazione (switching)
- **Prestazioni dei convertitori:** distorsione (ingresso ed uscita), rendimento, fattore di potenza, guadagno/banda, regolazione, resistenza di uscita, coefficiente di temperatura.
- **Convertitori AC/DC non controllati : raddrizzatori.** Raddrizzatore a semionda. Trasformatore. Raddrizzatore ad onda intera. Filtri di ingresso ed uscita. Raddrizzatore trifase ad onda intera. AC/DC monofase su sistema trifase.
- **Convertitori DC/DC quasi lineari.** Regolatori/stabilizzatori di tensione. DC/DC di tipo serie. DC/DC con diodi Zener.
- **Motore in corrente continua.** Circuito equivalente: modello elettrico. Azionamenti.
- **Convertitori in commutazione.** Legge di commutazione e rete di commutazione.
- **DC/DC in commutazione (chopper).** Classificazione: Discesa (step down o buck), Quattro quadranti (full bridge), Salita (step-up o boost), Discesa/salita (step down/ step-up), Salita/discesa (Cúk).
- **DC/DC in discesa.** Esempio di dimensionamento.

**Testi / Bibliografia**

Mohan, Undeland, Robbins: "Power Electronics" – Wiley&Sons

Dewan, Straughen: "Power Semiconductor Circuits" – Wiley&Sons

Filicori, Vannini: "Elettronica industriale – Convertitori DC/DC operanti in Commutazione" – Esculapio

**Metodi didattici**

Lezioni frontali in aula con l'ausilio del video proiettore.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense delle lezioni - vengono fornite tutte le diapositive proiettate in aula.

**58156 - ELETTRONICA INDUSTRIALE L-A**

<b>Docente:</b>	FILICORI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per lo studio dei circuiti elettronici impiegati nell'ambito dell'automazione industriale, con particolare riferimento alle problematiche applicative dell'elettronica di potenza.

**Programma / Contenuti**

Introduzione alle applicazioni dell'elettronica di potenza in ambito industriale. Rendimento e distorsione negli amplificatori e convertitori elettronici di potenza. Circuiti raddrizzatori monofase e trifase. Regolatori di tensione. Filtri per la riduzione della distorsione. Amplificatori di potenza e studio delle diverse classi di funzionamento. Analisi delle problematiche di controllo di motori elettrici e delle conseguenti condizioni operative imposte agli amplificatori di potenza. Convertitori elettronici di potenza operanti in commutazione di tipo DC/DC e DC/AC. Realizzazione delle reti di commutazione mediante, diodi, transistori bipolari e MOSFET di potenza. Controllo PWM a due e quattro quadranti di convertitori elettronici operanti in commutazione. Cenni sulle problematiche relative alla dissipazione di potenza ed ai limiti termici nei dispositivi elettronici di potenza. Le esercitazioni riguarderanno esempi pratici di progetto di circuiti, anche con l'impiego di strumenti CAD.

**Testi / Bibliografia**

-F.Filicori, G. Vannini, Elettronica Industriale, Ed. Progetto Leonardo -N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins, Elettronica di Potenza, Ed. Hoepli

**Metodi didattici**

Nel corso verranno illustrati la struttura ed i principi di funzionamento di diversi circuiti elettronici di potenza impiegati nell'automazione industriale, complementando le lezioni teoriche con esempi numerici di analisi e progetto.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Copie di lucidi impiegati nelle lezioni. Appunti del corso.

**41939 - ELETTRONICA INDUSTRIALE LS**

<b>Docente:</b>	FILICORI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di illustrare i principi di funzionamento ed approfondire i criteri di progetto dei circuiti elettronici di potenza impiegati nell'automazione industriale, descrivendo anche le principali caratteristiche dei dispositivi elettronici attualmente impiegati in tale contesto.

**Programma / Contenuti**

Principi di funzionamento e caratteristiche dei principali dispositivi elettronici di potenza: diodi, BJT, MOSFET, IGBT, tiristori convenzionali e GTO. Analisi dei fenomeni che limitano le massime tensioni, correnti e la velocità di commutazione. Circuiti driver per il funzionamento in commutazione dei dispositivi elettronici di potenza. Limitazione degli stress dinamici mediante circuiti snubber. Convertitori AC/DC e AC/AC controllati mediante tiristori. Struttura ed equazioni delle reti di commutazione e loro realizzazione impiegando i diversi tipi di dispositivi elettronici. Leggi di commutazione per la realizzazione di convertitori DC/DC, DC/AC, AC/DC e AC/AC. Studio delle principali topologie circuitali per la realizzazione di alimentatori di tipo switching. Esempi di applicazione nel campo degli azionamenti e del controllo di impianti industriali. Valutazione delle prestazioni, criteri di progettazione dei filtri e dimensionamento dei componenti dei convertitori elettronici di potenza. Stima delle perdite di conduzione e di commutazione nei dispositivi elettronici di potenza. Vincoli termici per il dimensionamento dei componenti e dei sistemi di smaltimento del calore. Le esercitazioni riguarderanno esempi numerici di progetto di diversi tipi di circuiti trattati nell'ambito del Corso.

**Testi / Bibliografia**

-F.Filicori, G. Vannini, Elettronica Industriale, Ed. Progetto Leonardo -N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins, Elettronica di Potenza, Ed. Hoepli.  
S.B. Dewan, A.Straughen, Power Semiconductor Circuits, Ed. John Wiley

**Metodi didattici**

Nel corso verranno illustrati la struttura ed i criteri di progetto di diversi circuiti elettronici di potenza impiegati nell'automazione industriale, complementando le lezioni teoriche con esempi numerici di analisi e progetto.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Copie di lucidi impiegati nelle lezioni. Appunti del corso.

**17992 - ELETTRONICA I**

<b>Docente:</b>	METRA CECILIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di illustrare i dispositivi e i circuiti elettronici, sia analogici che digitali, e di introdurre le relative metodologie di progettazione. In particolare si intende fornire le conoscenze di base sui circuiti e sui dispositivi utilizzati per la progettazione di sistemi elettronici e di illustrarne le possibilità di implementazione mediante le più moderne tecnologie a semiconduttori. Il corso si propone inoltre di introdurre alcuni concetti fondamentali di reti logiche, propedeutici alla comprensione del funzionamento dei moderni sistemi di elaborazione digitale e di calcolo numerico.

**Programma / Contenuti****Introduzione al corso**

- Sviluppo dell'elettronica (cenni storici)
- Prospettive future

**Premesse**

- Segnali analogici e digitali
- Blocchi lineari
- Blocchi non lineari

**Amplificatori**

- Amplificatori differenziali
- Amplificatori operazionali ideali
- Amplificatore invertente e non invertente
- Inseguitore di tensione
- Amplificatore sommatore e differenza
- Integratore
- Amplificatore differenza

**Elementi di reti logiche**

- Modello a scatola nera
- Segnali binari
- Configurazioni binarie
- Convertitori serie/parallelo
- Numeri binari
- Conversione decimale/binario
- Reti Combinatorie
- Algebra di Boole
- Leggi di De Morgan
- Decodificatore, multiplexer
- Half adder, Full adder, Addizionatori
- Flip-flop

**Elementi di fisica dei dispositivi**

- Classificazione elettrica dei materiali
- Struttura monocristallina del silicio
- Drogaggio
- Giunzione p-n

**Diodo a giunzione****Condensatore MOS**

- Struttura fisica
- Funzionamento
- Caratteristica tensione-corrente
- Effetto body

**Transistore MOS**

- Regioni di funzionamento

- Transistori nMOS e pMOS
- Transistore a svuotamento
- Caratteristiche tensione-corrente
- Dipendenza della tensione di soglia dalla temperatura
- Simmetria
- Occupazione d'area e velocità
- Capacità interne: capacità di gate e capacità di diffusione

#### **Cenni alla tecnologia CMOS**

- Ossidazione: Chemical Vapor Deposition
- Epitassia
- Fotolitografia
- Diffusione
- Impianto ionico
- Processi CMOS nwell e twin well

#### **Invertitore CMOS**

- Principio di funzionamento
- Caratteristica ingresso-uscita
- Margine di immunità ai disturbi
- Swing logico
- Soglia logica
- Dissipazione di potenza statica e dinamica
- Tempi di salita e di discesa

#### **Circuiti CMOS**

- Vantaggi tecnologia CMOS
- Invertitore Tri-state
- Invertitore a Pass transistor
- Transfer gate CMOS: multiplexer
- Connessioni in serie/parallelo
- Fenomeni di redistribuzione di carica
- Effetto body: impatto sulle prestazioni; strategie di progetto per limitare tale impatto

#### **Logiche CMOS**

- Progetto di gate FCMOS
- Logica pseudo nMOS: confronto con logica FCMOS
- Logiche CMOS dinamiche e loro collegamento in cascata: logiche Domino
- Confronto logiche Domino e FCMOS
- Logiche C2MOS (Clicked CMOS) e confronto tra i vari tipi di logica
- Logica a pass-transistor

**Testi / Bibliografia**

- J. Millman, M. Grabel, P. Terreni, *Elettronica di Millman*, McGraw Hill.
- P. U. Calzolari, S. Graffi, *Elementi di Elettronica*, Zanichelli
- Sedra, Smith, *Microelectronic Circuits*,
- N. Weste, K. Eshraghian, *Principles of CMOS VLSI Design*, Addison-Wesley, 1992.
- J. Rabaey, *Digital Integrated Circuits - A Design Perspective*, Prentice-Hall 1995.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Le esercitazioni consisteranno nella analisi e sintesi di circuiti elettronici elementari. Lo scopo è quello di fornire agli studenti la possibilità di saper analizzare e progettare in autonomia semplici circuiti per la elaborazione di segnali elettrici.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento è scritta. Si richiede l'analisi e/o la sintesi di un circuito elettronico, di complessità paragonabile agli schemi presi in considerazione durante le esercitazioni in aula. L'esercizio è mirato a verificare la capacità dello studente di utilizzare a fini pratici le conoscenze teoriche acquisite. La prova può anche comprendere domande che tendono ad accertare la conoscenza degli argomenti di teoria svolti durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti del corso.

**17992 - ELETTRONICA L**

<b>Docente:</b>	RUDAN MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**17992 - ELETTRONICA L**

<b>Docente:</b>	RUDAN MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link <http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan> e selezionando la voce "Teaching activity".

**Programma / Contenuti**

**ATTENZIONE: LE MUTUAZIONI INDICATE NELLA PAGINA GENERALE SONO ERRATE.**

**MICROELETTRONICA L-A È UN INSEGNAMENTO DA 3 CREDITI A SÈ STANTE, CHE APPARTIENE SOLO AL CORSO DI LAUREA "INGEGNERIA ELETTRONICA".**

ELETTRONICA L È UN INSEGNAMENTO DA 6 CREDITI A SÈ STANTE, CHE APPARTIENE AI CORSI DI LAUREA "INGEGNERIA DEI PROCESSI GESTIONALI" E "INGEGNERIA ENERGETICA".

IL LEGAME FRA I DUE INSEGNAMENTI È CASUALE ED È DOVUTO AI CONTENUTI: LA PRIMA PARTE DI ELETTRONICA L HA GLI STESSI CONTENUTI DI MICROELETTRONICA L-A.

È OVVIAMENTE ERRATA L'INDICAZIONE CHE ELETTRONICA L "MUTUA" DA MICROELETTRONICA L-A, VISTO CHE IL PRIMO HA 6 CFU E IL SECONDO 3 CFU. I DUE CORSI SONO DISTINTI E COME TALI DOVREBBERO ESSERE INDICATI NEL SITO. PURTROPPO IL SITO NON È SOTTO IL MIO CONTROLLO, E NON POSSO FARE ALTRO CHE SCUSARMI CON GLI UTENTI.

NEL SEGUITO È RIPORTATO IL PROGRAMMA DA 3 CFU DI MICROELETTRONICA L-A, CHE È ANCHE LA PRIMA PARTE DI QUELLO DI ELETTRONICA L. PIÙ SOTTO È RIPORTATA LA SECONDA PARTE DEL PROGRAMMA DI ELETTRONICA L SVOLTA NELL'ANNO ACCADEMICO INDICATO.

M. Rudan.

AA 2005-2006

**Microelettronica L-A**

#### *Introduzione*

Presentazione del corso. Scopi del corso. Orario delle lezioni e di ricevimento. Nozioni che si suppongono già acquisite in precedenza da parte degli Studenti. Modalità dell'esame e iscrizione agli appelli. Programma e bibliografia.

Generalità sull'importanza industriale dei sistemi elettronici. Diffusione e pervasività dei microprocessori. Volume di produzione delle memorie a semiconduttore. Costi d'impianto e di manutenzione di uno stabilimento per la produzione di circuiti integrati.

#### *Programma*

Generalità sulla produzione del silicio. Tecniche CZ e FZ. Segregazione delle impurezze. Generalità sul meccanismo di diffusione. Equazione di continuità. Equazione del trasporto: il tipo diffusivo e quello ohmico-diffusivo. Calcolo della distribuzione del drogante durante la cristallizzazione. Il caso del coefficiente di segregazione costante e quello del coefficiente di segregazione variabile. Difetti cristallografici. Relazione fra difetti e resa di produzione.

Ossidazione del silicio. Generalità. Modello di Deal e Grove per la cinetica dell'ossidazione termica. Calcolo della cinetica dell'ossidazione. Casi limite del modello. Dipendenza dei coefficienti dai parametri esterni. Esercizi sull'ossidazione termica.

Deposizione di film sottili. Tecniche PVD e CVD. Epitassia CVD. Calcolo della cinetica dell'epitassia CVD.

Generalità sulla diffusione dei droganti. Nozioni preliminari necessarie per la soluzione dell'equazione della diffusione nel caso generale. Descrizione qualitativa dei processi di diffusione termica dei droganti nel silicio. Soluzione dell'equazione della diffusione. Il caso del dominio illimitato da ambo i lati. Applicazioni: predep e drive-in. Il caso del dominio illimitato da uno solo lato. Condizioni di saldatura all'interfaccia. Processi termici successivi.

Generalità sull'impianto ionico. Schema a blocchi dell'impiantatore ionico. Filtro magnetico e filtro elettromagnetico. Parametri tipici dell'impiantatore ionico. Collisione binaria fra ione e nucleo. Tipi di traiettorie percorse dagli ioni nel silicio. Incanalamento. Energia trasferita nella collisione con un nucleo. Potere frenante nucleare. Calcolo della lunghezza della traiettoria dello ione. Potere frenante elettronico. Andamento dei poteri frenanti. Energia critica. Calcolo del range per mezzo del teorema del limite centrale. Distribuzione del profilo impiantato. Fenomeni che causano

"code" della distribuzione. Metodi per prevenire l'incanalamento. Annealing. Tecniche TA, LA, RTA. Confronto fra impianto ionico e diffusione termica.

Generalità sulla litografia. Resist positivo e resist negativo. Litografia ottica, a raggi X, elettronica, ionica. Confronto fra le tecniche litografiche.

Fabbricazione delle maschere. Litografia a contatto e litografia in prossimità. Litografia a proiezione.

Etching isotropo. Tipi di etching anisotropo: PE e RIE, e schema dell'apparato.

Esempi di calcolo di passi di processo.

Descrizione del processo bipolare. Descrizione del processo CMOS. Descrizione di uno stabilimento per la produzione di circuiti integrati.

Funzioni generatrici della "delta" di Dirac.

Introduzione al trasporto di carica nei solidi. Legge di Ohm. Conducibilità elettrica. Concetto di drogante. Materiali droganti usati nella tecnologia del silicio. Definizioni del vettore densità di corrente elettrica e della corrente elettrica. Legge di Ohm locale. Espressione del campo elettrico nel caso statico o a bassa frequenza. Esempio di applicazione di questi concetti al caso del resistore.

Semiconduttori di tipo intrinseco, di tipo estrinseco n e di tipo estrinseco p. Materiali droganti di tipo donatore e di tipo accettore. Concetto di lacuna. Struttura della giunzione p-n. Caratteristica statica della giunzione p-n. Struttura del transistor bipolare a giunzione di tipo n-p-n e di tipo p-n-p. Struttura del condensatore MOS. Struttura del transistor MOS a canale n e a canale p.

Simboli usati per i dispositivi illustrati. Convenzioni tipiche adottate per la descrizione di tensioni e correnti nei dispositivi illustrati. Concetto di caratteristica statica e di famiglia di caratteristiche nel caso di dispositivi con più di due morsetti.

Funzionamento qualitativo del transistor MOS a canale n e a canale p. Struttura dell'invertitore CMOS a n-well. Struttura dell'invertitore CMOS a p-well.

Esercizi riassuntivi sulla prima parte del corso.

## **QUI COMINCIA LA SECONDA PARTE DEL PROGRAMMA DI ELETTRONICA I**

Richiami sulle equazioni di Maxwell. Deduzione dei parametri circuitali concentrati: conduttanza differenziale e capacità differenziale. Deduzione dell'induttanza differenziale. Esempi: transitorio di carica di un condensatore, circuito LC risonante.

Definizioni e proprietà generali dei bipoli. Definizioni e proprietà generali dei circuiti. Simboli utilizzati per la descrizione dei bipoli fondamentali. Esempi di circuiti patologici. Partizione di un circuito in due bipoli. Partizione di un circuito in due bipoli e un doppio bipolo. Equazioni differenziali risultanti dalle partizioni di un circuito.

Trasformata di Laplace. Proprietà dei bipoli trasformati secondo Laplace. Equazioni algebriche risultanti dalle partizioni di un circuito nel campo delle trasformate di Laplace. Circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton. Determinazione dell'impedenza equivalente e del generatore equivalente di Thevenin, e degli analoghi di Norton. Esempio di determinazione di un circuito equivalente di Thevenin.

Doppio bipolo: matrice delle impedenze, matrice delle ammettenze e matrice mista. Definizione dell'impedenza d'ingresso e dell'impedenza di uscita. Circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton per i doppi bipoli. Circuito equivalente di Thevenin per un bipolo formato dalla cascata di un doppio bipolo e di un bipolo. Definizione dell'impedenza di ingresso e dell'impedenza di uscita. Sistema formato da una sorgente, doppi bipoli connessi in cascata, e un carico. Approssimazioni consentite dalla condizione di non reciprocità. Calcolo del guadagno di tensione.

Circuito equivalente per piccoli segnali del transistor bipolare nella connessione a emettitore comune.

Calcolo del guadagno di tensione, di corrente e di potenza. Circuito equivalente per piccoli segnali del transistor bipolare nella connessione a collettore comune. Calcolo del guadagno di tensione, di corrente e

di potenza. Commenti conclusivi sull'uso delle connessioni a emettitore o collettore comune per realizzare l'amplificazione o il disaccoppiamento.

Esempio di calcolo di un circuito lineare col metodo della trasformata di Laplace. Formula di Carson.

Comportamento asintotico. Il caso della sollecitazione sinusoidale.

Esempi di calcolo di circuiti analogici.

Concetto di filtro. Esempio di un filtro passa-basso e calcolo della funzione di trasferimento. Altri esempi di filtri: passa-alto, passa-banda, elimina-banda.

Richiami sulle caratteristiche statiche dei dispositivi a semiconduttore. Richiami sul transistor MOS a canale  $n$  e a canale  $p$ . Modello lineare-parabolico del transistor MOS. Tensione di soglia e tensione di saturazione.

Concetto di interruttore comandato. Concetto di invertitore. Esempio: l'invertitore realizzato con un transistor MOS a canale  $n$  a carico resistivo. Esempio: l'invertitore realizzato con un transistor MOS a canale  $p$  a carico resistivo. Caratteristica ingresso-uscita dei due invertitori descritti. Problemi legati al *range* dinamico, alla potenza dissipata e alla pendenza della caratteristica ingresso-uscita nella regione intermedia.

L'invertitore CMOS. Caratteristica ingresso-uscita.

Operatori logici NOT, AND, Definizione di operatore logico universale. Esempio: il caso del NAND.

Operatore logico EXOR.

Variabili binarie e funzioni binarie. Teoremi dell'Algebra booleana. Circuiti analogici e circuiti sequenziali. Il *flip-flop* come elemento di memoria. Il *flip-flop* SR realizzato con operatori NOR. Il FLIP-FLOP SR realizzato con operatori NAND. Problemi di sincronizzazione nei circuiti logici. Il segnale di *clock*.

Memoria ad accesso casuale realizzata in tecnologia CMOS. Segnali delle *bit line* e delle *word line*. Segnali di lettura e scrittura. Necessità del decodificatore.

Esempi di calcolo di funzioni logiche.

## Testi / Bibliografia

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

## Metodi didattici

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

## Strumenti a supporto della didattica

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

## 17922 - ELETTRONICA L-A

<b>Docente:</b>	LANZONI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenze di base sull'analisi e sui criteri di progetto dei circuiti elettronici analogici.

**Programma / Contenuti**

Segnali. Metodi matematici per l'analisi dei segnali. Amplificatori ed amplificatori multistadio. Amplificatori lineari. Amplificatori operazionali. Circuiti ad operazionali. Filtri attivi. Multivibratori. Diodi. Circuiti a diodi. Alimentatori. Transistori: descrizione del comportamento elettrico e modelli compatti elementari. Analisi del punto di riposo di un circuito. Applicazione ad alcune connessioni notevoli di transistori: connessione a diodo, specchi di corrente, generatori di corrente, coppia differenziale. Stadi amplificatori elementari: biasing e analisi ai grandi segnali. connessione in cascata di stadi amplificatori, . Stadi di potenza.

**Testi / Bibliografia**

Sedra-Smith "Microelectronic Circuits" - 4th edition Oxford University Press  
 Gray-Meyer, "Circuiti integrati analogici" MCGRAW-HILL  
 Millman, Gabel, Terreni, "Elettronica di Millman" terza edizione, McGraw-Hill

**Metodi didattici**

Lezioni in aula ed esercitazioni di laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame finale scritto

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense sul sito web dedicato al corso

## 17922 - ELETTRONICA L-A

<b>Docente:</b>	SANTARELLI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di illustrare i dispositivi e i circuiti elettronici di base, sia analogici che digitali, e di introdurre le relative metodologie di progettazione. Lo studente conseguirà la capacità di analizzare e progettare semplici circuiti elettronici e verrà a conoscenza delle moderne tecnologie a semiconduttori per la loro realizzazione.

**Programma / Contenuti**

**Premesse.** Funzioni periodiche e aperiodiche. Serie e integrale di Fourier. Segnali analogici e digitali. Segnali analogici a banda limitata. Segnali in banda-base: audio e video, cenni alla modulazione di ampiezza, di fase e di frequenza. Spettro di oscillazione modulata in ampiezza. Funzione di trasferimento di un doppio bipolo lineare. Condizioni di non distorsione. Curva di risposta di filtri passa banda, passa basso, passa alto. Richiami ai parametri impedenza, ammettenza e ibridi.

**Dispositivi elettronici.** Considerazioni elementari di fisica dei dispositivi: conducibilità nei metalli, nei dielettrici e nei semiconduttori; portatori di carica: elettroni e lacune; semiconduttori di tipo p e di tipo n.

Diodo a giunzione: principi fisici di funzionamento, caratteristica I/V, modelli analitici e circuitali. Effetti reattivi: capacità di barriera e di diffusione. Fenomeno di breakdown. Diodo Zener. Transistori bipolari a giunzione: principi fisici di funzionamento, modello analitico di Ebers- Moll e circuiti equivalenti. Modelli semplificati per le varie regioni di operazione. Caratteristiche elettriche a base comune ed emettitore comune. Transistori MOSFET a canale n e canale p: principi fisici di funzionamento, modello analitico e caratteristiche elettriche.

**Circuiti elettronici analogici.** Raddrizzatore monofase a singola ed a doppia semionda, circuiti limitatori e squadratori. Capacità di spianamento. Linearizzazione di bipoli elementari: resistore e condensatore anomalo. Circuito equivalente per piccoli segnali del transistor bipolare e ad effetto di campo. Parametri fisici e ibridi. Circuito equivalente per alte frequenze. Analisi alle variazioni di stadi elementari di amplificazione a base, emettitore, e collettore comune. Circuiti di polarizzazione. Dipendenza termica delle caratteristiche elettriche dei transistori. Stabilità del punto di riposo. Accoppiamento a condensatore tra stadi in cascata. Amplificatori accoppiati in continua. Deriva termica. Offset. Amplificatore differenziale: guadagno differenziale e di modo comune; fattore di reiezione del modo comune. Cenni alle proprietà degli amplificatori in retroazione: insensibilità alle variazioni del guadagno dell'amplificatore in catena diretta ed estensione della banda passante. Amplificatori operazionali ideali e non. Circuiti elementari basati su amplificatori operazionali. Amplificatore per strumentazione.

**Circuiti elettronici digitali.** Proprietà generali delle famiglie logiche: margini di immunità ai disturbi, fan in, fan out, tempi di commutazione, dissipazione di potenza. Il transistor visto come un interruttore controllato: calcolo della caratteristica di trasferimento statica ingresso-uscita di un invertitore a MOSFET con carico resistivo. Invertitore CMOS. Famiglie logiche CMOS e relative proprietà. Realizzazione di gate NOR e NAND in tecnologia CMOS. Circuiti CMOS statici e dinamici. Concetti di pass-transistor e transfer-gate. Esempi di realizzazione di circuiti logici combinatori e sequenziali in tecnologia CMOS.

### Testi / Bibliografia

- J. Millman, A. Grabel, P. Terreni, Eletttronica di Millman, McGraw-Hill.
- R.C. Jaeger, T. N. Blalock, Microelettronica, Vol. 3: Eletttronica digitale, McGraw-Hill.
- P. U. Calzolari, S. Graffi, Elementi di Eletttronica, Zanichelli.

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Le esercitazioni consisteranno nella analisi e sintesi di circuiti elettronici elementari basati su transistori e diodi. Lo scopo è quello di fornire agli studenti la possibilità di saper analizzare e progettare in autonomia semplici circuiti per la elaborazione dei segnali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è scritta e consiste in due parti. Nella prima si richiede l'analisi e/o la sintesi di un semplice circuito elettronico. Nella seconda parte vengono invece poste domande che tendono ad accertare la conoscenza degli argomenti di teoria svolti durante il corso. Lo studente può sostenere facoltativamente anche una prova orale, da intendersi come integrazione o sostituzione della seconda parte della prova scritta. La prova orale, oltre a riguardare gli argomenti del programma di esame, può comprendere anche una discussione dell'esercizio svolto nella prova scritta.

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti del corso.

## 17923 - ELETTRONICA L-B

<b>Docente:</b>	BENINI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano (possibili seminari in lingua inglese)

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso intende fornire gli elementi di base per comprendere il funzionamento dei circuiti elettronici digitali, con particolare riferimento a quelli realizzati in tecnologia CMOS. Inoltre si affronterà lo studio dei sistemi digitali complessi e delle loro interconnessioni con i vincoli imposti dalle prestazioni in termini di costo, velocità, occupazione d'area, immunità ai disturbi.

Le principali conoscenze acquisite con il corso sono le seguenti:

- comprensione del funzionamento dei circuiti a livello elettrico
- valutazione quantitativa delle prestazioni e del consumo dei circuiti
- valutazione comparativa di costi e prestazioni
- elementi di progettazione di circuiti e sistemi digitali

**Programma / Contenuti**

- Introduzione all'elettronica digitale
- Metriche dei circuiti digitali
- Il transistor MOS
- Le capacità del transistor MOS
- Tecnologia CMOS
- L'invertitore CMOS
- Blocchi fondamentali di tipo combinatorio in tecnologia FCMOS
- Logiche a pass-transistor e dinamiche
- Interconnessioni
- Studio e progettazione di logica multilivello
- HDL linguaggi di descrizione dell'hardware
- Flip Flop
- Fondamenti sulle memorie a semiconduttore
- SRAM e DRAM
- Memorie non volatili

**Testi / Bibliografia**

- J.M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, "Circuiti Integrati digitali", 2a edizione, Prentice-Hall 2005
- N. Weste, D. Harris, "CMOS VLSI Design - A circuits and systems perspective", 3rd edition, Addison Wesley 2004

**Metodi didattici**

- Lezioni in aula
- Esercitazioni in aula
- Esercitazioni in laboratorio su progetti facoltativi proposti a lezione

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

- Esame scritto, composto da esercizi numerici di analisi e/o progettazione e domande su argomenti teorici del corso
- Progetto facoltativo
- Esame orale facoltativo

**Strumenti a supporto della didattica**

- Slide delle lezioni presenti sul sito del corso (disponibili al sito [www-micrel.deis.unibo.it](http://www-micrel.deis.unibo.it))
- Link ipertestuali ad articoli e tutorial inerenti ad argomenti del corso
- Testi consigliati

**44600 - ELETTRONICA LS (6 CFU)**

<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Mutuato da:</b>	41567 - ELETTRONICA PER L'AUTOMAZIONE L-A (vedi p. 456)

**41567 - ELETTRONICA PER L'AUTOMAZIONE L-A**

<b>Docente:</b>	FILICORI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di illustrare i principi di funzionamento e le principali caratteristiche dei circuiti elettronici necessari per la realizzazione dei sistemi di controllo impiegati nel campo nell'automazione industriale. In particolare verranno descritti i principali circuiti impiegati nell'elaborazione dei segnali digitali, nell'acquisizione e conversione dei segnali e nell'interfacciamento con i diversi tipi di trasduttori.

**Programma / Contenuti**

-Generalità sui circuiti per l'acquisizione e la conversione dei segnali. Amplificatori e filtri per il condizionamento dei segnali. Amplificatore differenziale per strumentazione. -Problematiche relative all'interfacciamento dei circuiti per l'elaborazione dei segnali con i principali tipi di sensori e trasduttori impiegati nei sistemi di controllo industriale: messa in scala delle variabili, rumore, immunità ai disturbi, problemi di isolamento elettrico. -Classificazione dei sensori: sensori multipli, differenziali e bilanciati. Cenni sui principi di funzionamento dei sensori di tipo diretto (elettrodinamici, termocoppie, piezoelettrici). Dispositivi opto-elettronici: diodo fotorivelatore e LED. Isolamento opto-elettronico. Trasmissione di variabili analogiche con isolamento optoelettronico (circuiti modulatore PWM). -Sensori modulanti (parametrici). Cenni su alcuni sensori parametrici di tipo resistivo, induttivo e capacitivo ed esempi di sensore differenziale. Circuiti per la generazione di segnali impieganti sensori parametrici. Circuiti a ponte intero di impedenze. Proprietà di immunità rispetto a derivate di natura termica e dovute a variazioni della tensione di

polarizzazione. Varianti del circuito a ponte di impedenze. -Introduzione ai segnali modulati in ampiezza, frequenza e fase. Cenni su modulazioni di tipo impulsivo (PAM, PWM, PPM). Proprietà di immunità alla distorsione non-lineare ed ai disturbi. Circuiti demodulatori d'ampiezza, demodulazione di ampiezza sincrona, mixer a FET freddo. Demodulazione di segnali con modulazione impulsiva. -Amplificatore a chopper. Isolamento elettrico mediante trasformatore. Amplificatore selettivo. Esempi di impiego dell'amplificatore-limitatore. -Principi di funzionamento dei circuiti oscillatori sinusoidali. Impieghi degli oscillatori come generatori di portante, clock, modulatori di frequenza (VCO) e come generatori di segnali modulati impieganti sensori di tipo risonante. -Conversioni Analogico/Digitale e Digitale/Analogico: quantizzazione, codifica binaria, errore di quantizzazione. Principio di funzionamento del circuito comparatore con isteresi. Circuiti per la conversione D/A. Circuiti per la conversione A/D: a successive approssimazioni, flash/parallelo e a doppia rampa. Campionamento dei segnali e circuiti Sample/Hold. Esercitazioni Le esercitazioni riguarderanno esempi pratici di progetto di circuiti, anche con l'impiego di strumenti CAD. -Richiami di teoria dei semiconduttori. Legame covalente, elettroni, lacune. Bande di energia. Materiali isolanti, conduttori, semiconduttori. Semiconduttori di tipo n e di tipo p. Introduzione al MOSFET ad arricchimento a canale n. MOSFET ad arricchimento a canale n: descrizione del dispositivo, principio di funzionamento. Descrizione analitica della corrente statica di drain. Caratteristiche di uscita e transcaratteristica statica. Interpretazione del MOSFET come interruttore controllato. -Estensione al caso del MOSFET ad arricchimento a canale p. Modello ai piccoli segnali del MOSFET. Analisi ai grandi segnali e ai piccoli segnali dello stadio amplificatore invertente con MOSFET a source comune e pull-up resistivo. Calcolo della caratteristica  $v_{out}$ - $v_{in}$ . -Effetti reattivi del transistor MOSFET. Circuito equivalente completo di effetti capacitivi. Classificazione degli amplificatori di segnale in funzione della risposta in frequenza: amplificatori aperiodici, selettivi e accoppiati in continua. Effetti delle capacità di accoppiamento e degli effetti reattivi del transistor. -Analisi ai piccoli segnali del guadagno di tensione di uno stadio amplificatore MOSFET a source comune in funzione della frequenza. Calcolo della frequenza di taglio inferiore e superiore. -Introduzione alle famiglie logiche. Margini di immunità ai disturbi, Tempi di commutazione caratteristici di un gate logico, fan-in/out. Invertitore CMOS, analisi statica. Caratteristica  $V_{out}$ - $V_{in}$ . Consumo di potenza delle famiglie logiche CMOS. Calcolo della potenza dissipata in condizioni dinamiche. Analisi dinamica dell'invertitore CMOS: tempi di commutazione. Gate NOR e NAND in tecnologia CMOS. -Memorie a semiconduttori. Classificazione delle memorie: volatili (SRAM, DRAM), non volatili (PROM, EPROM, EEPROM, FLASH).

### Testi / Bibliografia

- P. U. Calzolari, S. Graffi, Elementi di Elettronica, Zanichelli. - M. Rashid, Fondamenti di elettronica, Apogeo

### Metodi didattici

Il corso prevede lezioni frontali ed esercitazione. Le esercitazioni saranno svolte in laboratorio usando il programma PSPICE e consentiranno agli studenti di studiare mediante simulazione numerica il comportamento di diversi tipi di circuiti elettronici impiegati nell'ambito dell'automazione industriale. Gli studenti che lo desiderano potranno approfondire le conoscenze acquisite nel corso svolgendo tesi di laurea su argomenti riguardanti i circuiti elettronici impiegati nei sistemi di automazione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

Copie di lucidi impiegati nelle lezioni. Appunti del corso.

## 57883 - ELETTROTECNICA INDUSTRIALE L

<b>Docente:</b>	FABBRI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone come principale obiettivo la formazione dell'allievo all'analisi delle principali problematiche dell'Ingegneria Elettrica. Saranno approfonditi i concetti e le metodologie inerenti l'elettromagnetismo stazionario e lentamente variabile. Saranno sviluppate le principali metodologie per l'analisi dei circuiti elettrici. Saranno forniti i concetti basilari di conversione elettromagnetica dell'energia, e saranno illustrate le caratteristiche costruttive e di funzionamento delle principali macchine elettriche. Saranno illustrate i principi di funzionamento dei componenti di un sistema elettrico di potenza.

**Programma / Contenuti**

Campi Elettromagnetici: Richiami sui principali operatori differenziali lineari. Definizioni delle grandezze fondamentali. Equazioni di Maxwell in forma locale ed integrale. Teorema di Poynting. Passaggio dalla teoria dei campi alla teoria dei circuiti. Bilanci energetici in sistemi elettromeccanici, calcolo di forze e coppie, principi di conversione elettromeccanica dell'energia.

Circuiti Elettrici: Reti e circuiti a parametri concentrati. Leggi di Kirchhoff. Principali elementi circuitali: resistenze, induttori, condensatori, generatori indipendenti e pilotati di tensione e di corrente, diodo, trasformatore ideale, amplificatore operazionale. Regime stazionario. Serie e parallelo di resistenze.

Trasformazioni triangolo - stella. Metodi di studio dei circuiti elettrici (Tableau, equazioni di Kirchhoff, potenziali di nodo, tagli fondamentali). Teoremi fondamentali per l'analisi delle reti elettriche (sovrapposizione degli effetti, Tellegen, Thevenin, Norton, etc.). Studio delle reti in fase transitoria. Stato iniziale dei componenti con memoria. Regime sinusoidale. Legge di Ohm simbolica e concetto di impedenza. Leggi di Kirchhoff simboliche. Studio di circuiti in regime sinusoidale mediante il metodo simbolico. Potenza in regime sinusoidale. Riferimento. Sistemi trifase. Utilizzatori a stella ed a triangolo. Utilizzatori equilibrati e squilibrati. Potenza assorbita da un utilizzatore trifase. Trifase con neutro.

Macchine Elettriche: Generalità. Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson. Coefficienti di auto e mutua induzione. Fenomeni di perdita nelle macchine elettriche, grandezze nominali, riscaldamento delle macchine elettriche, vita dei dielettrici, il rendimento convenzionale ed il collaudo delle macchine elettriche. Il trasformatore. Principio di funzionamento. Ipotesi di campo. Equazioni interne ed esterne. Circuiti equivalenti. Funzionamento a vuoto ed in corto circuito. Misura del rendimento. Trasformatori trifase. Campo magnetico rotante. Macchine asincrone. Principio di funzionamento. Equazioni interne ed esterne. Teorema di equivalenza. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica. Motori a gabbia e a doppia gabbia. Macchine sincrone. Principio di funzionamento e caratteristiche costruttive. Macchine a corrente continua. Principio di funzionamento e caratteristiche costruttive. Cenni sulle macchine elettriche speciali e gli azionamenti elettrici.

Sistemi Elettrici: Cenni sulle centrali elettriche e sulle fonti energetiche, linee elettriche, dispositivi di manovra e protezione. Elementi di sicurezza elettrica.

**Testi / Bibliografia**

- G. Rizzoni, "Elettrotecnica: principi e applicazioni", McGraw-Hill.  
 C.K. Alexander, M.N.O. Sadiku, "Circuiti elettrici", Ed. McGraw-Hill  
 Edminster, Nahvi, *Elettrotecnica*, (2 volumi), Collana SHAUM, McGraw-Hill.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali, durante le quali sono sviluppati gli argomenti previsti nel programma del corso. Il corso è affiancato da esercitazioni.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame si svolge mediante una prova scritta ed una prova orale. La prova scritta consiste in due esercizi che possono riferirsi a: Reti elettriche in regime di corrente continua, Circuiti in fase transitoria, Reti elettriche in regime sinusoidale, Sistemi trifase, Circuiti magnetici. Per accedere alla prova orale lo studente dovrà conseguire un punteggio non inferiore ai 15/30. Sono previste, durante lo svolgimento del corso, due prove parziali.

## Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili in copisteria e sul sito <http://www.dic.ing.unibo.it/pers/fabbri/MEC/index.htm> le dispense e le tracce delle esercitazioni.

## 57883 - ELETTROTECNICA INDUSTRIALE L

<b>Docente:</b>	BORGHI CARLO ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

## 17991 - ELETTROTECNICA L

<b>Docente:</b>	RIBANI PIER LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Al termine del corso lo Studente conoscerà le principali caratteristiche dei componenti e dei sistemi che utilizzano l'energia elettrica, quali ad esempio i sistemi trifase, i trasformatori, i generatori, i motori ed i sistemi di protezione.

## Programma / Contenuti

**Teoria dei Circuiti.** Teoria dei circuiti elettrici a parametri concentrati. Reti elettriche in regime variabile quasi-stazionario. Reti elettriche in regime sinusoidale. Sistemi trifase: simmetrico ed equilibrato, simmetrico e squilibrato, a quattro fili.

**Trasformatori.** Generalità costruttive e principio di funzionamento. Circuito elettrico equivalente.

Rendimento convenzionale, prova a vuoto e prova in corto circuito. Trasformatore trifase.

Autotrasformatore. Parallelo dei trasformatori.

**Macchine asincrone.** Motore asincrono trifase. Generalità costruttive e principio di funzionamento.

Teorema di equivalenza e circuito elettrico equivalente per fase. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica.

Regolazione della velocità ed avviamento. Funzionamento da freno e da generatore. Motore asincrono monofase. Generalità costruttive e principio di funzionamento. Caratteristica meccanica ed avviamento.

**Macchine sincrone.** Generalità costruttive e principio di funzionamento di un generatore sincrono trifase.

Parallelo con una rete di potenza infinita. Funzionamento da compensatore sincrono.

**Macchine a corrente continua.** Motore a corrente continua. Generalità costruttive e principio di funzionamento. Caratteristica meccanica del motore con collegamento in serie/parallelo, regolazione della velocità ed avviamento. Funzionamento da generatore.

**Impianti elettrici.** Generalità sugli impianti elettrici e loro costituzione. Cenni sulle centrali elettriche e sulle fonti energetiche. Linee elettriche: circuito equivalente, caduta di tensione, rifasamento. Apparecchiature degli impianti: di comando, di manovra, di protezione, di misura. Interruttori automatici. Protezione dalle

sovracorrenti e dalle sovratensioni. Sicurezza elettrica: effetti fisiologici della corrente, protezione contro i contatti indiretti, impianti di terra ed interruttori differenziali, riferimenti normativi.

### Testi / Bibliografia

G. FABRICATORE, 'ELETTROTECNICA E APPLICAZIONI', ED. LIGUORI NAPOLI.

Sono disponibili dispense del docente

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Una prova scritta che può essere svolta anche durante il corso ed una prova orale che viene svolta al termine del corso. La prova scritta è costituita dalla soluzione di un circuito in regime transitorio od in regime di corrente alternata

## 17991 - ELETTROTECNICA L

<b>Docente:</b>	GHIGI PAOLO RAFFAELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Programma / Contenuti

Grandezze e leggi fondamentali. Condizioni stazionarie, quasi stazionarie, essenzialmente non stazionarie. Definizione della grandezza "potenziale elettrico"  $v$ .

Definizione della grandezza "corrente elettrica"  $i$ . Legge di conservazione della carica elettrica e legge di kirchhoff per le correnti  $i_k$ . Legge della induzione elettromagnetica e legge di kirchhoff per le tensioni  $u_k$ . Componenti elementari: resistore  $r$ , induttore  $l$ , condensatore  $c$ , generatore ideale indipendente di tensione  $e$ , generatore ideale indipendente di corrente  $f$ . Potenza dissipata in un resistore (effetto joule); energia accumulata in un induttore e in un condensatore.

Potenza generata da un generatore. Versi convenzionale di tensione e corrente; convenzione del generatore e convenzione dell'utilizzatore. Collegamenti elementari: collegamento "in serie" e collegamento "in parallelo", altri collegamenti. Componenti fisici e modelli ideali. Il modello di generatore di tensione con resistenza in serie; il modello di generatore di corrente con conduttanza in parallelo. Circuiti comprendenti solo resistori e generatori indipendenti Circuiti elementari: più componenti collegati tutti in serie a formare un anello; più componenti collegati tutti in parallelo tra due nodi. Partitore di tensione, partitore di corrente. Circuiti riducibili a circuiti elementari per mezzo di composizioni serie o parallelo. Resistenza equivalente di un bipolo non comprendente generatori.

Bipoli equivalenti (di thévenin e di norton) di un bipolo comprendente resistori e generatori. Parallelo di generatori di tensione e serie di generatori di corrente (formule di millmann). Il problema fondamentale di un circuito relazioni costitutive dei componenti. Equazioni dei collegamenti. Numero delle equazioni indipendenti e numero delle incognite. Scrittura delle equazioni di un circuito: metodo di riferimento generale ("tableau") e metodo dei nodi. Circuiti in condizioni di regime sinusoidale (correnti alternate) periodo  $t$ , frequenza  $f$ , pulsazione, ampiezza, fase. Metodo simbolico (o trasformata di steinmetz) Impedenza e ammettenza dei componenti elementari  $r$ ,  $l$ ,  $c$ . Impedenza  $z$  e ammettenza  $y$  di un bipolo non comprendente generatori. Bipoli equivalenti (di thévenin e di norton) di un bipolo comprendente  $z$  (o  $y$ ) e generatori. Analisi e calcolo della potenza assorbita in regime sinusoidale da un bipolo non comprendente generatori: potenza istantanea  $p(t)$ , potenza attiva  $p$ , potenza reattiva  $q$ , potenza complessa  $n$ . Conservazione della energia.

Relazione di tellegen. Cenni alla costituzione di un sistema elettrico di potenza continua e alternata. Trasformatore e macchina a campo rotante. I valori della frequenza; i valori della tensione. Localizzazione delle centrali di produzione della energia elettrica, siti utilizzatori, linee di trasporto della energia elettrica. Il problema fondamentale del produttore: diagramma di carico giornaliero. Linee e sistemi trifase. Carico a triangolo, carico a stella, carico generico; equivalenza. La distribuzione; il filo neutro. Calcolo di potenze nei

sistemi trifase. Ceno al problema del rifasamento. Componenti multipolari, tripòli, quadripòli, doppi bipòli. Rappresentazioni di doppi bipòli con matrici di conduttanze, di resistenze, ibride, di trasmissione. Doppio bipòlo a  $t$  e a pigreco. trasformazioni stella triangolo e triangolo stella. Collegamenti tra doppi bipòli. Doppi bipòli singolari. I componenti generatori dipendenti (generatori di tensione comandati in tensione, o in corrente, e generatori di corrente comandati in tensione, o in corrente). Scrittura delle equazioni di un circuito comprendente anche generatori dipendenti. Confronto tra generatori dipendenti e indipendenti rispetto ai bipòli equivalenti di thévenin e di norton. Circuiti in condizioni transitorie. Componenti con memoria. Grandezze che rendono determinato lo stato di un circuito in condizioni transitorie. Unicità. Circuiti comprendenti un solo componente con memoria (circuiti del primo ordine). Un condensatore e un bipolo equivalente di thévenin; un condensatore e un bipolo equivalente di norton. Un induttore e un bipolo equivalente di thévenin; un induttore e un bipolo equivalente di norton. Formula risolutiva di una equazione differenziale del primo ordine. Costante di tempo. Grandezze impresse costanti, sinusoidali, periodiche. Componenti transitoria e di regime. Risposte "con ingresso zero", "nello stato zero", "completa". Impulso di corrente e gradino di carica. Impulso di tensione e gradino di flusso. Circuiti comprendenti due componenti con memoria (circuiti del secondo ordine). Variabili di stato. Eequazioni differenziali del secondo ordine: soluzione sovrasmorzata, sottosmorzata e con smorzamento critico. Diagrammi nello spazio delle fasi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta. A giudizio della commissione d'esame la prova scritta può essere integrata da una interrogazione orale.

La iscrizione a una prova è da eseguire tramite il sistema "univex", che verrà anche usato per indicare le date e le aule delle prove, nonché i giudizi o i voti.

Durante le prove non è consentito consultare appunti né libri. E' vivamente consigliato l'uso di un calcolatore tascabile in grado di operare con i numeri complessi.

## 17991 - ELETTROTECNICA L

<b>Docente:</b>	CRISTOFOLINI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il principale obiettivo del corso è una presentazione dei concetti basilari delle principali problematiche attinenti al campo dell'Ingegneria Elettrica. Verranno forniti allo studente i principali metodi per l'analisi dei circuiti elettrici. Saranno forniti i concetti basilari di conversione elettromagnetica dell'energia, e saranno illustrate le caratteristiche costruttive e di funzionamento delle principali macchine elettriche. Saranno illustrate i principi di funzionamento dei componenti di un sistema elettrico di potenza.

### Programma / Contenuti

#### Campi Elettromagnetici

Richiami sui principali operatori vettoriali. Definizioni fondamentali. Equazioni di Maxwell in forma ed integrale. Dalla teoria dei campi alla teoria dei circuiti.

#### Elettrostatica

Equazioni di Laplace e di Poisson, problema generale dell'elettrostatica, matrice di capacità, condensatori

#### Circuiti Elettrici

Reti e circuiti a parametri concentrati. Leggi di Kirkhoff. Principali elementi circuitali: resistenze, induttori, condensatori, generatori indipendenti di tensione e di corrente. Regimi stazionari. Serie e parallelo di resistenze. Trasformazioni triangolo - stella. Metodi di studio dei circuiti elettrici. Metodo delle equazioni di Kirkhoff. Metodo dei potenziali di nodo. Metodo delle maglie. Principio di sovrapposizione degli effetti.

Teorema di Tellegen. Teoremi di Thevenin e di Norton. Regimi transitori. Circuiti RC, LC, RLC. Stato iniziale dei componenti con memoria. Regimi sinusoidali. Legge di Ohm simbolica e concetto di impedenza. Leggi di Kirchhoff simboliche. Studio di circuiti in regime sinusoidale mediante il metodo simbolico. Potenza in regime sinusoidale. Rifasamento. Sistemi trifase. Utilizzatori a stella ed a triangolo. Utilizzatori equilibrati e squilibrati. Potenza assorbita da un utilizzatore trifase. Trifase con neutro.

**Magnetostatica**

Proprietà magnetiche della materia, materiali diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici, circuiti magnetici, coefficienti di auto e mutua induzione

Principi di conversione elettromeccanica dell'energia

Bilanci energetici in sistemi elettromeccanici, calcolo di forze e coppie in sistemi elettromeccanici.

**Macchine elettriche**

**Generalità.** Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson. Fenomeni di perdita nelle macchine elettriche.

**Il trasformatore.** Principio di funzionamento. Ipotesi di campo. Equazioni interne ed esterne. Circuiti equivalenti. Funzionamento a vuoto ed in corto circuito. Misura del rendimento.

**Campo magnetico rotante**

**Macchine asincrone.** Principio di funzionamento. Equazione interne ed esterne. Teorema di equivalenza. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica.

**Macchine sincrone.** Principio di funzionamento. Equazione interne ed esterne.

**Macchine a corrente continua.** Principio di funzionamento. F.e.m. indotta alle spazzole. Reazione d'armatura. Commutazione. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica. Dinamo.

**Impianti elettrici.** Generalità sugli impianti elettrici e loro costituzione. Cenni sulle centrali elettriche e sulle fonti energetiche, linee elettriche, dispositivi di manovra e protezione, cenni sulla sicurezza elettrica, impianto di terra

## Testi / Bibliografia

G. Rizzoni, 'Principles and applications of Electrical Engineering', Mc Graw Hill

C. Alexander, M. Sadiku, 'Electrical circuits', Mc Graw Hill

P. Ghigi, M. Martelli, F. Mastri 'Esercizi di Elettrotecnica', Ed. Pitagora

## Metodi didattici

Lezioni frontali, durante le quali il docente illustrerà gli argomenti in programma. Esempi, applicazioni ed esercizi svolti a lezione.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

**Esame completo :** l'esame completo è costituito da una prova scritta ed una prova orale. La prova scritta è costituita da due esercizi. Per accedere alla prova orale è necessario avere conseguito allo scritto un punteggio maggiore o uguale a 15/30.

## Strumenti a supporto della didattica

Dispense, informazioni ed altro materiale didattico viene distribuito all'indirizzo web: <http://www.die.ing.unibo.it/pers/cristoforo/andrea.htm>

## 17991 - ELETTROTECNICA L

<b>Docente:</b>	NEGRINI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire concetti e metodologie inerenti l'elettromagnetismo stazionario e lentamente variabile come strumenti di analisi e di calcolo dei circuiti elettrici e magnetici. Vengono analizzati i componenti fondamentali di un sistema elettrico di potenza ed elementi introduttivi all'economia dell'energia elettrica per lo sviluppo sostenibile.

**Programma / Contenuti****Campi e circuiti**

Equazioni di Maxwell in forma locale ed integrale. Energia di un sistema elettromagnetico e bilanci energetici. Teorema di Poynting. Passaggio dalla teoria dei campi alla teoria dei circuiti. Concetto di circuito a costanti concentrate. Elettrodinamica stazionaria: Leggi di Kirchhoff. Principali elementi circuitali. Metodi di studio dei circuiti elettrici (metodo delle equazioni di Kirchhoff, dei potenziali di nodo, delle correnti di maglia). Teoremi fondamentali per l'analisi delle reti elettriche. Elettrodinamica quasi-stazionaria. Studio di circuiti in regime sinusoidale mediante il metodo simbolico di Steinmetz. Potenza in corrente alternata e rifasamento. Principali strumenti di misura di tensione, corrente e potenza. Metodi di studio dei sistemi trifase simmetrici, asimmetrici, equilibrati e squilibrati. Calcolo e misura delle potenze nei sistemi a tre ad a quattro fili, inserzione Aron e rifasamento. Studio delle reti elettriche in fase transitoria mediante il metodo delle equazioni differenziali: passaggio dai dati iniziali alle condizioni iniziali tramite il postulato di continuità dell'energia.

**Elettromagnetismo applicato**

Metodi di studio dei circuiti magnetici lineari e non lineari. Norme CEI: fondamenti legislativi e valore legale. Grandezze nominali, riscaldamento delle macchine elettriche, vita dei dielettrici, il rendimento convenzionale ed il collaudo delle macchine elettriche. Trasformatori monofase e trifase: principio di funzionamento, equazioni, reti elettriche equivalenti e calcolo delle prestazioni. Cenni ai trasformatori speciali. Introduzione alla conversione elettromeccanica dell'energia. Principio di funzionamento, caratteristiche costruttive, prestazioni e modalità di esercizio delle macchine Asincrone. Elementi di economia dell'energia elettrica. Lo "sviluppo sostenibile" nel settore energetico. Struttura di un sistema elettrico di potenza. Caratteristiche dell'energia elettrica (intensità energetica e penetrazione elettrica). La produzione di energia elettrica: esigenze e vincoli del servizio, principali tipologie di centrali di produzione. Analisi dei sistemi per la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Sistemi per l'accumulo dell'energia. Diagrammi di carico e modalità per la loro copertura. Esecuzione in laboratorio di prove su circuiti e macchine elettriche.

**Laboratorio di elettrotecnica**

Il corso viene integrato con lo svolgimento di tre esercitazioni di laboratorio (obbligatorie) relative a: rilievi su reti e circuiti elettrici in corrente alternata (monofase, trifase), rilievi e verifiche sperimentali su transistori elettromagnetici, prove secondo le Norme CEI relative al collaudo dei trasformatori.

**Cicli di seminari integrativi**

Il corso viene integrato normalmente con lo svolgimento di un ciclo di seminari specialistici sull'elettromagnetismo applicato, con particolare riferimento alle applicazioni industriali della superconduttività.

**Testi / Bibliografia**

- EDMINSTER NAHVI ELETTRITECNICA (2 VOLUMI) COLLANA SHAUM MCGROW-HILL 1997  
 Quale ausilio alla risoluzione dei problemi di elettrotecnica ALEXANDER SADIKU CIRCUITI  
 ELETTRICI MCGROW-HILL 2001 Quale ausilio alla risoluzione dei problemi di elettrotecnica P. GHIGI  
 M. MARTELLI F. MASTRI ESERCIZI DI ELETTRITECNICA PROGETTO LEONARDO  
 BOLOGNA 1997 Quale ausilio alla risoluzione dei problemi di elettrotecnica G. FABRICATORE  
 ELETTRITECNICA ED APPLICAZIONI ED. LIGUORI 1994  
 G. RIZZONI, Elettrotecnica: Principi ed Applicazioni, McGraw-Hill, 2004  
 G. SOMEDA, Elettrotecnica Generale, Partron Ed., 1979

**Metodi didattici**

Lezione frontale in Aula; sono previste esercitazioni e prove di laboratorio durante il corso. Facoltativi seminari per elaborazione tesine.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste di una parte scritta e di una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sono previste durante il corso due prove in itinere.

Aldif fuori del periodo di svolgimento del corso vengono fissati dieci appelli per le prove scritte.

A lezione vengono distribuite le istruzioni scritte per le prove d'esame.

Tutta la documentazione necessaria e sufficiente per superare le prove d'esame è reperibile sul sito web <http://www.die.ing.unibo.it/pers/negrini/nome.htm>

e viene distribuita ed illustrata durante le ore di lezione ed esercitazione.

**17991 - ELETTROTECNICA L**

<b>Docente:</b>	RIBANI PIER LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Al termine del corso lo Studente conoscerà le caratteristiche principali dei componenti e dei sistemi che utilizzano l'energia elettrica, quali ad esempio i sistemi trifase, i trasformatori, i motori asincroni, i sistemi di protezione.

**Programma / Contenuti**

*Teoria dei Circuiti.* Teoria dei circuiti elettrici a parametri concentrati. Reti elettriche in regime variabile quasi-stazionario. Cenni ai fenomeni transitori. Reti elettriche in regime sinusoidale. Sistemi trifase: simmetrico ed equilibrato, a quattro fili.

*Trasformatori.* Generalità costruttive e principio di funzionamento. Circuito elettrico equivalente. Rendimento convenzionale, prova a vuoto e prova in corto circuito, variazione di tensione. Trasformatore trifase. Parallelo dei trasformatori. *Macchine asincrone.* Motore asincrono trifase. Generalità costruttive e principio di funzionamento. Teorema di equivalenza e circuito elettrico equivalente per fase. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica. Regolazione della velocità ed avviamento. Funzionamento da freno e da generatore.

*Impianti elettrici.* Generalità sugli impianti elettrici e loro costituzione. Linee elettriche: circuito equivalente, caduta di tensione, rifasamento. Apparecchiature degli impianti: di comando, di manovra, di protezione, di misura. Interruttori automatici. Protezione dalle sovracorrenti e dalle sovratensioni.

*Sicurezza elettrica:* effetti fisiologici della corrente, protezione contro gli infortuni, impianti di terra ed interruttori differenziali, riferimenti normativi.

**Testi / Bibliografia**

G. FABRICATORE, 'ELETTROTECNICA E APPLICAZIONI', ED. LIGUORI NAPOLI.

Sono disponibili dispense del docente

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Una prova scritta che può essere svolta anche durante il corso ed una prova orale che viene svolta al termine del corso. La prova scritta è costituita dalla soluzione di un circuito in corrente alternata.

## 17915 - ELETTRTECNICA L-A

<b>Docente:</b>	GHIGI PAOLO RAFFAELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0055 - Ingegneria dell'automazione 0051 - Ingegneria informatica 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

grandezze e leggi fondamentali.

condizioni stazionarie, quasi stazionarie, essenzialmente non stazionarie.

definizione della grandezza "potenziale elettrico"  $v$ .

definizione della grandezza "corrente elettrica"  $i$ .

legge di conservazione della carica elettrica e legge di kirchhoff per le correnti  $i_k$ .

legge della induzione elettromagnetica e legge di kirchhoff per le tensioni  $l_k$ .

componenti elementari: resistore  $r$ , induttore  $l$ , condensatore  $c$ , generatore ideale indipendente di tensione  $e$ , generatore ideale indipendente di corrente  $f$ .

potenza dissipata in un resistore (effetto joule); energia accumulata in un induttore e in un condensatore.

potenza generata da un generatore.

versi convenzionale di tensione e corrente; convenzione del generatore e convenzione dell'utilizzatore.

collegamenti elementari: collegamento "in serie" e collegamento "in parallelo", altri collegamenti.

componenti fisici e modelli ideali.

il modello di generatore di tensione con resistenza in serie; il modello di generatore di corrente con conduttanza in parallelo.

circuiti comprendenti solo resistori e generatori indipendenti

circuiti elementari: più componenti collegati tutti in serie a formare un anello; più componenti collegati tutti in parallelo tra due nodi.

partitore di tensione, partitore di corrente.

circuiti riducibili a circuiti elementari per mezzo di composizioni serie o parallelo.

resistenza equivalente di un bipolo non comprendente generatori.

bipoli equivalenti (di thévenin e di norton) di un bipolo comprendente resistori e generatori.

parallelo di generatori di tensione e serie di generatori di corrente (formule di millmann).

il problema fondamentale di un circuito

relazioni costitutive dei componenti.

equazioni dei collegamenti.

numero delle equazioni indipendenti e numero delle incognite.

scrittura delle equazioni di un circuito: metodo di riferimento generale ("tableau") e metodo dei nodi.

circuiti in condizioni di regime sinusoidale (correnti alternate)

periodo  $t$ , frequenza  $f$ , pulsazione, ampiezza, fase.

metodo simbolico (o trasformata di steinmetz)

impedenza e ammettenza dei componenti elementari  $r$ ,  $l$ ,  $c$ .

impedenza  $z$  e ammettenza  $y$  di un bipolo non comprendente generatori.

bipoli equivalenti (di thévenin e di norton) di un bipolo comprendente  $z$  ( $o y$ ) e generatori.

analisi e calcolo della potenza assorbita in regime sinusoidale da un bipolo non comprendente generatori:

potenza istantanea  $p(t)$ , potenza attiva  $p$ , potenza reattiva  $q$ , potenza complessa  $n$ .

conservazione della energia.

relazione di tellegen.

cenni alla costituzione di un sistema elettrico di potenza continua e alternata. trasformatore e macchina a campo rotante. i valori della frequenza; i valori della tensione.

localizzazione delle centrali di produzione della energia elettrica, siti utilizzatori, linee di trasporto della energia elettrica.

il problema fondamentale del produttore: diagramma di carico giornaliero.

linee e sistemi trifase.

carico a triangolo, carico a stella, carico generico; equivalenza.

la distribuzione; il filo neutro.

calcolo di potenze nei sistemi trifase.

cenni al problema del rifasamento.

componenti multipolari

tripoli, quadripoli, doppi bipoli.

rappresentazioni di doppi bipoli con matrici di conduttanze, di resistenze, ibride, di trasmissione.

doppio bipolo a t e a pigreco. trasformazioni stella triangolo e triangolo stella.

collegamenti tra doppi bipoli.

doppi bipoli singolari.

i componenti generatori dipendenti (generatori di tensione comandati in tensione, o in corrente, e generatori di corrente comandati in tensione, o in corrente).

scrittura delle equazioni di un circuito comprendente anche generatori dipendenti.

confronto tra generatori dipendenti e indipendenti rispetto ai bipoli equivalenti di thévenin e di norton.

circuiti in condizioni transitorie

componenti con memoria.

grandezze che rendono determinato lo stato di un circuito in condizioni transitorie. unicità.

circuiti comprendenti un solo componente con memoria. (circuiti del primo ordine).

un condensatore e un bipolo equivalente di thévenin; un condensatore e un bipolo equivalente di norton.

un induttore e un bipolo equivalente di thévenin; un induttore e un bipolo equivalente di norton.

formula risolutiva di una equazione differenziale del primo ordine.

costante di tempo.

grandezze impresse costanti, sinusoidali, periodiche.

componenti transitoria e di regime.

risposte "con ingresso zero", "nello stato zero", "completa".

impulso di corrente e gradino di carica.

impulso di tensione e gradino di flusso.

circuiti comprendenti due componenti con memoria. (circuiti del secondo ordine).

variabili di stato.

equazioni differenziali del secondo ordine: soluzione sovrasmorzata, sottosmorzata e con smorzamento critico.

diagrammi nello spazio delle fasi.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove scritte con eventuale interrogazione orale.

Iscrizione obbligatoria tramite uniwex.

Chiusura delle liste di iscrizione tre giorni prima della data dell'appello.

A metà circa del corso verrà effettuata una PROVA INTERMEDIA riferita alla parte di programma svolta a quel momento. Chi supera la prova intermedia potrà, alla fine delle lezioni, effettuare la PROVA FINALE, che si terrà prima del primo appello.

## 57885 - ENERGETICA L

<b>Docente:</b>	ORLANDELLI CARLO MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge di fornire agli studenti una panoramica sulle fonti di energia, con particolare enfasi per quanto riguarda le fonti alternative ai combustibili fossili. Verrà così approfondita l'analisi delle fonti energetiche integrative quali: idroelettrico, solare, eolico, geotermico, idrogeno, energia dal mare; mentre si effettueranno dei brevi accenni alle fonti tradizionali (carbone, petrolio, gas e soprattutto nucleare). Grazie alle conoscenze di base acquisite gli studenti saranno in grado di porre tra loro a confronto i diversi sistemi in termini di efficienza ed economicità.

**Programma / Contenuti**

La parte introduttiva del corso consisterà in una panoramica della situazione energetica mondiale e di quella italiana; con particolare riferimento al quadro normativo in tema di risparmio energetico.

Verranno poi introdotte le diverse fonti energetiche integrative, effettuando per ognuna di esse una valutazione di impatto ambientale:

1. *Energia Solare* : richiamo del calcolo dell'irraggiamento globale su una superficie al suolo; applicazioni solari a diverse temperature operative; celle fotovoltaiche; bilancio termico ed efficienza per diverse tipologie impiantistiche.
2. *Energia eolica* : analisi delle caratteristiche del vento e valutazione della potenza teorica associata; curve di potenza di un aeromotore; valutazione delle diverse soluzioni impiantistiche e della associata redditività.
3. *Energia Geotermica* : diverse possibili soluzioni impiantistiche; valutazione dell'indice di redditività.
4. *Energia idroelettrica* : cenni alle soluzioni impiantistiche.
5. *Energia dal mare* : energia termica dal mare; energia dalle correnti marine e dal moto ondoso; energia dalle maree .
6. *Conversione elettrochimica* : batterie; celle a combustibile; cenni storici e possibili sviluppi futuri.

In conclusione al corso verranno accennate le problematiche legate all'utilizzo delle principali fonti energetiche tradizionali compresa l'energia nucleare.

**Testi / Bibliografia**

G. Comini, G. Cortella, *Energetica generale*, Ed. SGE, Padova 2001

Appunti delle lezioni e materiale didattico integrativo.

**Metodi didattici**

La parte teorica del corso sarà costantemente affiancata da una serie di esercitazioni pratiche al fine di consentire agli studenti di conseguire la necessaria dimestichezza nell'effettuare le valutazioni tecnico-economiche di una fonte energetica.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante lo svolgimento del corso è previsto il ricorso a test scritti (risposte chiuse, risposte aperte, esercizi) che permettano agli studenti di verificare il livello di apprendimento e comprensione via via raggiunti.

L'esame orale consiste in un colloquio su due temi distinti che possono essere sia di carattere teorico sia applicativo.

**Strumenti a supporto della didattica**

Per l'attività didattica si farà uso sia di presentazioni al computer sia di proiezione di trasparenti.

**02429 - ESTIMO**

<b>Docente:</b>	MINGHINI ELENA ELISABETTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

**17437 - ESTIMO E CONTABILITÀ DEI LAVORI I**

<b>Docente:</b>	CASALINI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge di mettere in condizione lo studente di redigere un capitolato particolare d'appalto e di eseguire una computazione completa di un edificio generico senza nulla omettere o sott'intendere, in ottemperanza a quanto disposto dalla Legge Merloni, con particolare riferimento alla conoscenza dei *livelli progettuali* minimi necessari per il raggiungimento dello scopo. Ogni studente si cimenterà su un progetto diversamente articolato sia formalmente sia morfologicamente.

**Programma / Contenuti**

- Analisi del progetto esecutivo - costruttivo di cantiere, quale strumento del controllo del processo produttivo. Nozione.
  - Esame di livelli progettuali differenziati. Nozioni.
  - progettazione di massima;
  - progettazione esecutiva elementare;
  - progettazione esecutiva dettagliata - Esecuzione di bozze finalizzate all'extrapolazione - progettazione "guida".
  - Il capitolato quale strumento fondamentale della progettazione. Esame dettagliata dell'"architettura" delle voci di capitolato.
  - Opere di nuova costruzione.
  - Opere per lavori di ristrutturazione, sopraelevazione e ampliamenti.
  - Forme di capitolato:
    - descrizione elementare e sommaria delle opere;
    - descrizione dettagliata delle singole opere;
    - descrizione delle modalità esecutive e costruttive delle opere;
  - il capitolato figurato a oggetti.
  - Estrapolazione delle quantità omogenee.
  - Formazione dei costi delle opere omogenee.
  - Prezzari regionali, di Associazioni di categoria, di mercato, ecc.
  - Il computo metrico.
  - Appalto dei lavori.
  - Forme e modalità d'appalto.
  - Contratti, Chiusura dei lavori, Controversie.
- Metodologia inerente la progettazione contabile a Oggetti.

- I concetti che stanno alla base della metodologia;
- definizione di un Oggetto;
- concetto di variabile di progetto;
- concetto di variabile elementare;
- Progettazione contabile parametrica.
- concetto di valore ragguagliato
- concetto di oggetto unitario

## Testi / Bibliografia

### Bibliografia:

- 1) Bibliografia di riferimento particolare. Si intende quella fondamentale e utile allo svolgimento del corso.
  - a) **Valentinetti** - *La pratica amministrativa e contabile nella condotta delle opere pubbliche* - Ed. Vannini -
  - b) **Casalini** - *Il capitolato figurato a oggetti* - Dario Flaccovio Editore -
  - c) **Catalano, Lombardo** - *Analisi costi e benefici nelle opere pubbliche* - Dario Flaccovio Editore -
- 1) Bibliografia di riferimento generale. Si tratta di quella *operativa* (della quale lo studente ne deve conoscere almeno l'esistenza), che approfondisce settori specifici, appositamente predisposta da professionisti specialisti. E' accompagnata normalmente da software operativo ed esemplificativo. Da definire direttamente con gli studenti.
  - a) **Colombo** - *La gestione dei cantieri* - Dario Flaccovio Editore -
  - b) **Micelli** - *Architettura bioecologica. - Contabilizzazione nelle ristrutturazioni*. Ed. ANAB.
  - c) **Tinë** - *Capitolato speciale d'appalto per lavori di Ristrutturazione, Restauro, Recupero edilizio*. - Dario Flaccovio Editore.
  - d) **Casalini** - *Collana "Doradus"* - Collana di volumi dedicati alla progettazione di cantiere e al capitolato figurato a oggetti - Dario Flaccovio - Editore.
  - e) *Prezario informativo per opere edili di nuova costruzione in Italia, - Nord-Centro-Sud* - Dario Flaccovio Editore.
  - f) **Autori vari** - *Forme di capitolati speciali* - Editori vari.

## 57886 - ESTIMO L

<b>Docente:</b>	CASALINI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di offrire agli studenti un piano di conoscenze sviluppato nell'ambito della materia estimativa, in ottemperanza alle più frequenti casistiche pratiche ed in riferimento ai vincoli legislativi. Nell'ambito delle lezioni è prevista la trattazione di numerosi casi applicativi che si affacciano sulla realtà economica giuridica e sociale, e lo svolgimento di esercizi finalizzati al consolidamento delle conoscenze acquisite.

## 45158 - FINANZA AZIENDALE E DI PROGETTO LS

<b>Docente:</b>	TAIOLI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Contenuti del corso

Il corso tratta delle decisioni finanziarie delle imprese, quelle cioè d'investimento e finanziamento. Le decisioni sono sviluppate nella prospettiva della creazione di valore per gli azionisti. La massimizzazione del valore del capitale azionario è ipotizzata essere l'obiettivo fondamentale del management. Il riferimento principale è alle imprese quotate nei mercati ufficiali, tipicamente di grandi dimensioni. Gli argomenti sono affrontati ponendo in relazione l'impresa con i mercati finanziari. I mercati finanziari sono visti sia come possibili luoghi in cui le imprese raccolgono risorse finanziarie per finanziare i loro progetti d'investimento, sia come ambiti in cui si misurano le performance delle imprese (l'andamento del loro valore di mercato) e si giudica il loro operato.

#### Obiettivi del corso

L'obiettivo fondamentale del corso è portare gli studenti a rispondere a due domande fondamentali nell'ambito della gestione di un'impresa:

- Quali investimenti dovrebbe effettuare un'impresa?
- Come dovrebbe procurarsi il denaro per finanziare tali investimenti?

Per rispondere a queste domande saranno presentati i principi da applicare nella gestione finanziaria di un'impresa. Il corso ha carattere prevalentemente applicativo. Questo non vuol dire semplicemente "pratico", quanto piuttosto l'applicazione dei principi teorici alla realtà.

Il corso ha anche l'obiettivo di fornire agli studenti un linguaggio specialistico. Entrando in possesso di tale linguaggio gli studenti saranno in grado di interagire con aziende e operatori e studenti a livello internazionale. Si ritiene che gli obiettivi del corso saranno raggiunti se gli studenti alla fine delle lezioni e dopo aver sostenuto l'esame potranno leggere, in modo anche critico, i principali eventi che nella realtà caratterizzano la gestione finanziaria delle imprese

Al fine di favorire l'apprendimento e facilitare lo studio, si consiglia di frequentare il corso dopo avere assimilato nozioni di base nei seguenti ambiti:

- Bilanci di esercizio
- Diritto Commerciale
- Matematica finanziaria
- Microeconomia
- Statistica

#### Programma / Contenuti

##### Calendario del Corso

#	Argomento	Materiale di Studio	Data
1	Presentazione del corso. La creazione del valore per gli azionisti come obiettivo delle imprese. Il concetto di valore attuale netto (VAN)	<i>Cap. 1; Cap. 2; Cap 3</i>	23-apr
2	Bilanci aziendali, Principi contabili, Rendiconto Finanziario e Analisi di bilancio.	<i>Cap. 28, pp.819 - 834</i>	24-apr

3	Pianificazione finanziaria	Cap. 28, pp. 834 – 840; Cap. 29, pp 846 – 858	30-apr
4	<b>Esercitazione sui criteri di scelta degli investimenti (Cap. 2, 3, 5 e 6)</b>		2-mag
5	Metodi di scelta degli investimenti alternativi al VAN. Razionamento del capitale e tasso interno di rendimento. Stima dei flussi di cassa per il calcolo del VAN	Cap. 5; Cap. 6	7-mag
6	Valutazione di azioni e obbligazioni tramite i flussi di cassa attualizzati. Valore attuale delle opportunità di crescita e rapporto prezzo – utili	Cap. 4	8-mag
7	<b>Esercitazione sulla valutazione di azioni e obbligazioni (Cap. 4)</b>		9-mag
8	Relazione rischio rendimento: rischio di portafoglio e diversificazione.	Cap. 7; Cap. 8	14-mag
9	Relazione rischio rendimento: CAPM. Utilizzo del CAPM per la stima del costo opportunità del capitale: beta equity, beta debiti e beta attività.	Cap. 8; Cap. 9	15-mag

10	<b>Esercitazione sui capp 7, 8 e 9</b>		16-mag
11	Simulazioni, analisi di sensibilità e di scenario, alberi delle decisioni. Controllo dei risultati: redditi contabili, redditi economici, EVA.	Cap. 10; Cap. 11	21-mag
12	Decisioni di finanziamento ed efficienza del mercato dei capitali. Modelli di finanziamento, tipologie di azioni e valore del diritto di voto.	Cap. 12; Cap. 13	22-mag
13	Finanziamento attraverso capitale di rischio: venture capital e quotazione in borsa. Aumenti di capitale	Cap. 13; Cap. 14	23-mag
14	Approfondimento: la quotazione in borsa. Tecnicità e casi aziendali.		28-mag
15	Approfondimento: la quotazione in borsa. Tecnicità e casi aziendali.		29-mag
16	Lettura di una Equity Research. Valutazione di azienda.		30-mag
17	Politica dei dividendi: i modelli e il ruolo delle imposte. Esercitazione sul cap. 15	Cap. 15	4-giu

18	L'irrelevanza della struttura finanziaria: la proposizione I e II di Modigliani e Miller; La rilevanza della struttura finanziaria: la correction di Modigliani – Miller	Cap. 16	5-giu
19	Struttura finanziaria ottimale: il modello del trade – off e la preferenza nei confronti dei fondi interni	Cap. 17	6-giu
20	<b>Esercitazione sui capp. 16 e 17</b>		11-giu
21	Interazioni fra le decisioni di investimento e di finanziamento: il costo medio ponderato del capitale e il valore attuale modificato	Cap. 18	12-giu
22	<b>Esercitazione sul cap 18</b>		13-giu

### Testi / Bibliografia

Il testo di riferimento per le lezioni è:

R. Brealey, S. Myers, F. Allen, S. Sandri, *Principi di Finanza Aziendale*, Quinta Edizione, McGraw Hill Libri Italia, 2007.

Il testo di riferimento per gli esercizi è:

E. Bajo, S. Sandri, *Finanza Aziendale. Temi d'esame*, Seconda Edizione, Pitagora Editrice Bologna, 2007.

Testi suggeriti per l'approfondimento:

M. Massari, L. Zanetti, *Valutazione - Fondamenti teorici e best practice nel settore industriale e finanziario*. Seconda Edizione, McGraw Hill Libri Italia, 2008

A. Damodaran, *Valutazione delle aziende*. Apogeo, 2002

R. Cesari, E. Susini, *Introduzione alla Finanza Matematica*. Concetti di base, tassi, obbligazioni. McGraw Hill Libri Italia, 2005

R. Cesari, E. Susini, *Introduzione alla Finanza Matematica*. Mercati azionari, rischi e portafogli. McGraw Hill Libri Italia, 2005

Testi analoghi al testo di riferimento per l'approfondimento e il confronto:

S. A. Ross, R. W. Westerfield, J. F. Jaffe *Finanza Aziendale*. Il Mulino, 2005

A. Damodaran *Finanza Aziendale*. Seconda Edizione, Apogeo, 2006

M. Dallocchio e A. Salvi *Finanza d'Azienda*, Seconda Edizione, Egea, 2006

## Modalità di verifica dell'apprendimento

### Valutazione

La preparazione dei partecipanti sarà valutata attraverso un esame scritto. Lo scritto è diviso in tre parti. La prima (15 punti) è formata da due esercizi. La seconda (10 punti) da 10 domande a multiple choice o vero-falso. Le risposte corrette possono essere più di una. Ogni domanda prevede almeno una risposta giusta. E' prevista una penalità per ogni risposta sbagliata (-0,5 punti per singola domanda errata). La terza parte dell'esame (5 punti) è formata da una domanda aperta a cui si chiede di rispondere discutendo un problema o descrivendo un concetto.

La durata della prova è 90 minuti. Durante l'esame è consentito l'uso di calcolatrici non programmabili. La registrazione dei voti deve avvenire entro la medesima sessione in cui si è sostenuto e superato con profitto l'esame scritto. La visione dei compiti può avvenire esclusivamente durante l'appello orale immediatamente successivo all'esame scritto.

Per disporre di esercizi analoghi a quelli che verranno proposti in sede di esame si consiglia di consultare il libro suggerito per i temi di esame.

L'esame orale è facoltativo. Sostenendo la prova orale lo studente può beneficiare di un voto aggiuntivo di massimi 3 punti, senza garanzia di mantenere il voto ottenuto nella prova scritta. L'esame orale può essere sostenuto in ogni appello ufficiale all'interno della sessione in cui si è sostenuto e superato con profitto l'esame scritto. Per sostenere l'esame orale è necessaria l'iscrizione alla lista. L'esame orale verterà sul programma dello scritto con l'aggiunta dei capitoli 19, 20, 21 e 22 del testo di riferimento.

Per la sessione estiva gli esami scritti sono fissati

- a) venerdì 20 giugno, ore 9.00-11.00, aule TA01 e TA02
- b) venerdì 18 luglio, ore 14.00-16.00, aule TA01 e TA02

Per la sessione autunnale gli esami scritti sono fissati:

- a) venerdì 5 settembre, ore 9.00-11.00, aule TA01 e TA02
- b) venerdì 26 settembre ore 9.00-11.00 aule TA01 e TA02

Consultare uniwex per l'apertura delle liste.

Le date delle prove orali saranno comunicate durante gli esami scritti. Consultare uniwex per l'iscrizione alla liste degli esami orali.

## 00413 - FISICA GENERALE

<b>Docente:</b>	DONA' ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Educazione al metodo scientifico-sperimentale. Significato dei concetti fondamentali riguardante prevalentemente Meccanica e Termodinamica.

### Programma / Contenuti

Programma di Meccanica

Elementi di calcolo vettoriale.

Cinematica. – Punto materiale e sistemi di riferimento. Vettori posizionale, velocità, e accelerazione. Moti rettilinei vari. Moto circolare uniforme. Moto armonico semplice e smorzato. Applicazioni alla cinematica dei sistemi di punti materiali: la formula fondamentale della cinematica del corpo rigido. Velocità angolare. Cinematica dei moti relativi: trasformazione di spostamenti, velocità e accelerazioni.

**Dinamica.** – Forze e reazioni vincolari, misura statica di una forza. Cenni di statica (equazioni cardinali, baricentro) e sui fenomeni di attrito. Primo e secondo principio della dinamica. Massa inerziale. Impulso e quantità di moto. Legge di Newton sulla gravitazione universale. Il problema fondamentale della dinamica. Sistemi isolati. Il terzo principio della dinamica. Applicazioni alla dinamica dei sistemi di punti materiali. Conservazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Problemi d'urto. Le equazioni cardinali della dinamica. Centro di massa e sue proprietà. Momenti d'inerzia. Teorema di Huygens - Steiner. Inerzia di rotazione.

**Lavoro ed energia.** – Lavoro di una forza e di sistemi di forze. Il teorema delle forze vive. Il Teorema di Koenig. Proprietà dell'energia cinetica. Lavoro compiuto dalla forza peso. Forze posizionali e conservative. Condizioni perché un campo di forza sia conservativo. Potenziali ed energie potenziali. Conservazione dell'energia meccanica. I diversi tipi di equilibrio.

**Programma di Elettromagnetismo**

**Elettricità.** – Legge di Coulomb, campo e potenziale elettrico, legge di Gauss per il campo elettrico. Teorema della divergenza e teorema di Stokes. Cariche soggette a campi elettrici. Equazione di continuità per la corrente elettrica.

**Magnetismo.** – Forze magnetiche e loro proprietà. Prima e seconda equazione di Laplace. Legge di Gauss per il campo magnetico. Legge di Ampère - Maxwell. Legge di Faraday - Lenz.

**Elettromagnetismo.** - Le equazioni di Maxwell. Cenni sulle onde elettromagnetiche. Aspetti energetici del campo elettromagnetico. Il vettore di Poynting.

### Testi / Bibliografia

A. BERTIN M. POLI A. VITALE, FONDAMENTI DI MECCANICA, ESCULAPIO EDITORE (PROGETTO LEONARDO)

A. BERTIN N. SEMPRINI CESARI A VITALE A. ZOCOLI, LEZIONI DI ELETTROMAGNETISMO, ESCULAPIO EDITORE (PROGETTO LEONARDO) BOLOGNA

### Metodi didattici

Didattica frontale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta per la verifica dell'acquisizione della metodologia per la risoluzione di problemi di Fisica Generale, e in una successiva prova per la verifica dell'acquisizione delle conoscenze teoriche proprie dell'insegnamento

### Strumenti a supporto della didattica

E' prevista attività tutoriale.

## 17935 - FISICA GENERALE L-C

<b>Docente:</b>	MASSA IGNAZIO GIACOMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Meccanica ed Elettromagnetismo classici, come presentati nei corsi di Fisica L-A e Fisica L-B della Facoltà di Ingegneria di Bologna.

### Programma / Contenuti

Termodinamica e Onde

Metodo statistico. Coordinate macroscopiche. Sistemi idrostatici. Equilibri termico e termodinamico. Temperatura. Equazioni di stato. Lavoro termodinamico. Trasformazioni quasi statiche e reversibili. Gas reali e ideali. Energia. I° Principio. Calore. Capacità termica. Trasformazioni quasi statiche di un gas ideale. Conversione di lavoro in calore e viceversa. Serbatoi. Macchine termiche e frigorifere. Enunciati di Kelvin e di Clausius; equivalenza. Ciclo e Teorema di Carnot. Temperatura assoluta. Teorema di Clausius. Entropia. Entropia, reversibilità e irreversibilità. Energia degradata. Elementi per una interpretazione microscopica. Oscillazioni armoniche libere, smorzate e forzate. Risonanza. Propagazione per onde di perturbazioni fisiche. Onde elastiche nei fluidi e nei solidi. Equazione di D'Alembert. Energia, riflessione e trasmissione. Sovrapposizione di onde. Battimenti. Velocità di fase e di gruppo. Onde stazionarie. Onde piane e sferiche. Onde elettromagnetiche. Carattere trasversale delle onde elettromagnetiche. Energia e impulso: vettore di Poynting. Cariche accelerate. Irraggiamento da cariche oscillanti. Spettro delle onde elettromagnetiche e luce. Diffusione e assorbimento della luce. Campi elettromagnetici nei dielettrici. Dispersione e assorbimento. Propagazione della luce in mezzi trasparenti. Riflessione e rifrazione. Interferenza di onde e coerenza. Diffrazione e Principio di Huygens. Polarizzazione.

### Testi / Bibliografia

**S. Focardi, I. Massa e A. Uguzzoni:**

Fisica Generale - Termodinamica e Fluidi, II Edizione, Casa Editrice Ambrosiana.

**S. Focardi, I. Massa e A. Uguzzoni:**

Fisica Generale - Onde, Casa Editrice Ambrosiana.

**Esercizi di Termodinamica:**

**M. Bruno, M. D'Agostino e M.L. Fiandri:** Esercizi di Fisica I, Clueb.

**Esercizi di Onde:**

**M. Bruno, M. D'Agostino e R. Santoro:** Esercizi di Fisica, Elettromagnetismo, Clueb.

**Lovitch, Rosati:** Problemi di Fisica Generale (2) Elettromagnetismo, CEA

**Pavan, Sartori:** Problemi di Fisica (2) Elettromagnetismo, CEA

### Modalità di verifica dell'apprendimento

prova scritta, più eventuale prova orale

## 17984 - FISICA GENERALE L-D

**Docente:**

UGUZZONI ARNALDO

**Corso di Laurea:**

0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni

0048 - Ingegneria elettronica

**Ciclo:**

3

**Crediti:**

6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone l'obiettivo di consolidare e ampliare le conoscenze generali di fisica, introducendo in particolare elementi di fisica quantistica.

Lo studente potrà impadronirsi dei concetti di base della meccanica quantistica e comprenderne l'applicazione allo studio della struttura della materia e di fenomeni e processi di interesse nella moderna tecnologia.

### Programma / Contenuti

Elementi di fisica statistica classica. La legge di distribuzione di Boltzmann. Equipartizione dell'energia. Calori specifici e radiazione di corpo nero: primi problemi per la fisica classica. Effetto fotoelettrico, effetto Compton: i fotoni. Interferenza della luce e fotoni. Interferenza e diffrazione di elettroni. Analisi della dualità onda corpuscolo e sua interpretazione statistica. Funzioni d'onda e ampiezze di probabilità. Il principio di sovrapposizione degli stati. Pacchetti d'onda e relazioni di Heisenberg. Elementi del formalismo della

meccanica quantistica: variabili dinamiche ed operatori. Equazione di Schrodinger. Stati stazionari. Quantizzazione dell'energia per una particella in una scatola. Barriera di potenziale ed effetto tunnel. Atomi con un elettrone: quantizzazione dell'energia e del momento angolare. Transizioni fra stati atomici: emissione ed assorbimento di radiazione. Esperimenti di Stern Gerlach, spin e momento magnetico dell'elettrone. Sistemi di particelle identiche. Principio di Pauli e atomi con più elettroni. Elettroni nei solidi: bande di livelli e conduzione elettrica. Statistiche quantiche. Distribuzione di Fermi-Dirac e gas di elettroni. Distribuzione di Bose-Einstein e gas di fotoni. Emissione spontanea ed emissione indotta. Il laser.

### Testi / Bibliografia

vedi pagina web del corso:

<http://ishtar.df.unibo.it/Uni/bo/ingegneria/all/uguzzoni/stuff/homepage.html>

### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

lavagna luminosa

## 30780 - FISICA GENERALE T

<b>Docente:</b>	VILLA MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fare acquisire l'educazione al metodo scientifico-sperimentale ed il significato dei concetti fondamentali riguardanti i Principi della Meccanica, l'energia, il lavoro.

### Programma / Contenuti

#### Calcolo Vettoriale

Grandezze scalari e vettoriali. Definizione geometrica di vettore. Definizione geometrica delle operazioni di somma e differenza tra vettori, moltiplicazione di un vettore per uno scalare, prodotto scalare, prodotto vettoriale. Terme cartesiane ortogonali, versori cartesiani, rappresentazione cartesiana dei vettori. Le operazioni tra vettori nella rappresentazione cartesiana. Terme ortogonali locali, coordinate cilindriche.

#### Cinematica

Il punto materiale, la posizione ed il moto, sistemi di riferimento. Le unità di misura di spazio e tempo. Dimensione di una grandezza fisica, dimensioni fondamentali e derivate, sistema di unità di misura, i sistemi CGS ed MKS. La descrizione del moto, equazione vettoriale del moto, la separazione della equazione vettoriale in traiettoria e legge oraria, la descrizione intrinseca del moto. Definizione della velocità, unità di misura, rappresentazione nel sistema intrinseco, in coordinate cartesiane e cilindriche. Definizione della accelerazione, unità di misura, rappresentazione nel sistema intrinseco, in coordinate cartesiane e cilindriche. Moto rettilineo uniforme, rettilineo uniformemente accelerato, circolare uniforme. Cambiamento del riferimento, moto relativo, trasformazione della posizione, relazioni di Poisson, trasformazione della velocità, trasformazione della accelerazione.

#### Dinamica del punto materiale

La definizione operativa di forza, il dinamometro, unità di misura della forza. Natura vettoriale delle forze. Vincoli, reazioni vincolari, vincoli lisci e scabbi. Condizione per l'equilibrio di un punto materiale. Il primo principio della dinamica, esperimenti di Galileo, sistemi di riferimento inerziali. Il secondo principio della dinamica. Interazioni fondamentali. Forza peso, forza gravitazionale, forza elastica, forze di attrito statico e dinamico radente. Moto di un punto vincolato su di una linea. Pendolo semplice. Forze reali e fittizie (cenni).

**Lavoro ed Energia**

Concetto di lavoro e sua espressione in generale. Teorema delle forze vive. Campi di forza conservativi ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica. Potenza. Lavoro delle forze non conservative.

**Dinamica dei sistemi di punti materiali.**

Sistemi isolati, forze interne ed esterne. Quantità di moto. Il terzo principio della dinamica: principio di azione e reazione ed enunciato conservativo. Impulso. Teorema dell'impulso e della quantità di moto. Forze impulsive e forze estensive. Urti elastici e anelastici. Semplici problemi d'urto. Risultante delle forze agenti su un sistema  $n$  di punti materiali e quantità di moto totale del sistema. Momento risultante polare delle forze agenti su un sistema di  $n$  punti materiali e momento angolare. Centro di massa di un sistema di  $n$  punti materiali e sue proprietà. Densità. Centro di massa per sistemi omogenei. Equazioni Cardinali.

**Dinamica dei sistemi rigidi liberi**

Impostazione del problema. Corpo rigido in rotazione attorno ad un asse fisso. Momento angolare di un sistema rigido con asse fisso rispetto all'asse di rotazione. Momento di inerzia. Energia cinetica di un corpo rigido che ruota attorno ad un asse fisso.

**Testi / Bibliografia**

- A. Bertin, M. Poli, A. Vitale - Fondamenti di Meccanica - Esculapio Editore (Progetto Leonardo)
- S. Focardi, I. Massa e A. Uguzzoni: Fisica Generale - Meccanica, Casa Editrice Ambrosiana.

**Metodi didattici**

Il corso consiste essenzialmente di lezioni frontali in aula. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni nelle quali vengono proposti e risolti in aula esercizi relativi alle parti di programma già viste a lezione. Occasionalmente potrà essere utilizzato un videoproiettore.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento consiste in una prova scritta obbligatoria ed in un esame orale. Nella prova scritta lo studente dovrà risolvere uno o più esercizi e dovrà rispondere ad una o più domande a risposta libera sugli argomenti del corso. La prova scritta potrà essere sostituita da 2 o 3 scritti parziali che avranno luogo nelle settimane in cui verrà svolto il corso. Nella prova orale lo studente deve dimostrare di aver compreso a fondo le nozioni di base della meccanica e di saper descrivere quantitativamente i sistemi meccanici illustrati durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Altre informazioni sul corso, programmi, avvisi, esercizi possono essere reperiti sul sito del docente all'indirizzo: [ishtar.df.unibo.it](http://ishtar.df.unibo.it). L'iscrizione agli esami scritti (obbligatoria) e orali è possibile attraverso il sito [ishtar.df.unibo.it](http://ishtar.df.unibo.it).

**27996 - FISICA GENERALE T-1**

<b>Docente:</b>	SEMPRINI CESARI NICOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 27996 - FISICA GENERALE T-1

Docente:	VANNINI GIANNI
Corso di Laurea:	0922 - Ingegneria elettrica 0920 - Ingegneria dell'automazione
Ciclo:	1
Crediti:	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Dare allo studente le basi essenziali per la comprensione dei metodi e delle finalità della fisica, illustrando i principi generali e i concetti della meccanica classica ed i principi della termodinamica.

**Programma / Contenuti****PROGRAMMA DEL CORSO DI FISICA GENERALE T-1 (prof. Gianni Vannini)**

Ing. Elettrica e Ing. dell'Automazione (2008-2009)

**IL METODO SCIENTIFICO.**

Scienza e conoscenza. Il significato delle misure. Le grandezze fisiche. Il metodo sperimentale. La costruzione delle teorie. Unità di misura e sistemi di unità. Gli errori di misura.

**LE GRANDEZZE VETTORIALI.**

Vettori e scalari. Versori. Somma, differenza e scomposizione di vettori. Moltiplicazione di vettori. Rappresentazione cartesiana dei vettori. Vettori applicati. Momenti dei vettori. I vettori e le leggi fisiche.

**IL MOTO DEI CORPI DAL PUNTO DI VISTA CINEMATICO.**

Lo spazio e il tempo. Il moto e i sistemi di riferimento. Concetto di punto materiale e le rappresentazioni del suo moto. Spostamento, velocità e accelerazione del punto materiale. Velocità e accelerazione areolari. Le componenti intrinseche dell'accelerazione. Il problema diretto e il problema inverso della cinematica. Studio di moti rettilinei. Il moto armonico semplice e smorzato. Composizione di moti armonici. Il teorema di Fourier e la scomposizione in moti armonici. Studio di moti piani in coordinate cartesiane e in coordinate polari.

-**Definizione di sistema rigido.** Moti di traslazione, di rotazione e di rototraslazione di un corpo rigido. Il moto relativo: velocità relativa e di trascinamento, accelerazioni relativa, di trascinamento e di Coriolis.

**CENNI SULLE ONDE IN UNA DIMENSIONE.** Definizione di onda. Descrizione matematica di un'onda che si propaga in una dimensione. Il principio di sovrapposizione. Le onde armoniche. La somma di due onde armoniche e il fenomeno della interferenza. L'equazione generale delle onde.

**LA DINAMICA.**

La ricerca delle cause che generano il moto dei corpi. Definizione di forza. Le forze fondamentali.

-**L'assenza di forze e il principio di inerzia.** L'inerzia, i sistemi inerziali e il primo principio della dinamica. La massa inerziale.

-**Il secondo principio della dinamica.** Il moto nei sistemi non inerziali e le forze di inerzia. Dinamica del punto materiale: quantità di moto e momento angolare; moti centrali; il pendolo matematico.

-**Studio del moto dei sistemi di punti:** il concetto di interazione; il terzo principio della dinamica nell'enunciazione di Newton. Enunciato conservativo del terzo principio della dinamica. Le interazioni fondamentali in natura.

-**L'interazione gravitazionale:** Newton e la prima unificazione delle forze; la massa gravitazionale e la massa inerziale. Il moto dei pianeti. Cenni sulle interazioni elettromagnetica, debole e forte e sulla loro unificazione.

-**Le equazioni cardinali della meccanica** e le condizioni necessarie e sufficienti per descrivere il moto dei sistemi meccanici.

-**Il centro di massa.** I tre teoremi del centro di massa.

-**La dinamica dei sistemi rigidi.** Il momento di inerzia. Il teorema di Huyghens-Steiner. Moto di un corpo rigido con un asse fisso. Il pendolo fisico.

**-Lavoro ed energia:** il lavoro fatto da una forza su un punto materiale. La potenza. Il concetto di energia. Relazione fra lavoro e moto. Il teorema delle forze vive e l'energia cinetica per un punto materiale. Il gradiente di un campo scalare. Il rotore di un campo vettoriale. Il flusso di un campo vettoriale, il teorema di Gauss e la divergenza. I campi a rotore nullo e il potenziale di un campo. I campi di forze conservativi e l'energia potenziale. il teorema della conservazione dell'energia meccanica. Il potenziale del campo di forze gravitazionale.

**-Il lavoro per un sistema di punti.** Espressione del lavoro per un sistema di punti rigido. Energia cinetica per sistemi di punti. Teorema di Koenig. Espressione dell'energia cinetica per un sistema rigido. L'energia potenziale per i sistemi di punti. Teorema della conservazione dell'energia per i sistemi. I sistemi di punti materiali in presenza di forze conservative e non conservative: il principio di conservazione dell'energia.

### TERMODINAMICA

**-Sistemi termodinamici:** coordinate termodinamiche; equilibrio termico; principio zero e temperatura; il termometro a gas perfetto; trasformazioni termodinamiche; equazioni di stato dei gas.

**-Il primo principio della termodinamica:** lavoro termodinamico; lavoro adiabatico ed energia interna dei sistemi; il calore e il primo principio della termodinamica; capacità termica e calori specifici; proprietà dei gas ideali.

**-Il secondo principio della termodinamica:** le macchine termiche; enunciato di Kelvin-Planck del secondo principio; le macchine frigorifere e l'enunciato di Clausius del secondo principio; equivalenza dei due enunciati; macchine reversibili, ciclo e macchina di Carnot; la temperatura termodinamica assoluta; teorema di Clausius; l'entropia; entropia e rendimento; il principio dell'aumento dell'entropia; la degradazione dell'energia; entropia e probabilità; entropia e disordine; la freccia del tempo.

### TESTI CONSIGLIATI

W.E. GETTYS, F.J. KELLER, M.J. STOVE, A cura di GIANNI VANNINI, Fisica 1, Meccanica-Termodinamica, Ed. McGraw-Hill.

-S. FOCARDI, I.MASSA, A. UGUZZONI, Fisica Generale, Meccanica e Termodinamica, Casa Editrice Ambrosiana.

-A. BERTIN, M. POLI, A. VITALE, Fondamenti di meccanica, Progetto Leonardo.

-SERWAY, Fisica per scienze e Ingegneria, SES.

-A. BETTINI, Meccanica e Termodinamica, Decibel - Zanichelli.

-P. VERONESI e E. FUSCHINI, Fondamenti di meccanica classica, Cooperativa Libreria Universitaria, Bologna.

-P.MAZZOLDI, M. NIGRO e C.VOCI, Fisica, SES.

-G. BERNARDINI, Fisica Sperimentale, Veschi.

-RESNICK, HALLIDAY e KRANE, Fisica, Casa Ed. Ambrosiana.

-D.C. GIANCOLI, Fisica 1, Casa Ed. Ambrosiana.

### Testi / Bibliografia

W.E. GETTYS, F.J. KELLER, M.J. STOVE, A cura di GIANNI VANNINI, Fisica 1, Meccanica-Termodinamica, Ed. McGraw-Hill.

-S. FOCARDI, I.MASSA, A. UGUZZONI, Fisica Generale, Meccanica e Termodinamica, Casa Editrice Ambrosiana.

-A. BERTIN, M. POLI, A. VITALE, Fondamenti di meccanica, Progetto Leonardo.

-SERWAY, Fisica per scienze e Ingegneria, SES.

-A. BETTINI, Meccanica e Termodinamica, Decibel - Zanichelli.

-P. VERONESI e E. FUSCHINI, Fondamenti di meccanica classica, Cooperativa Libreria Universitaria, Bologna.

-P.MAZZOLDI, M. NIGRO e C.VOCI, Fisica, SES.

-G. BERNARDINI, Fisica Sperimentale, Veschi.

-RESNICK, HALLIDAY e KRANE, Fisica, Casa Ed. Ambrosiana.

-D.C. GIANCOLI, Fisica 1, Casa Ed. Ambrosiana.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta ed Esame orale

## 27996 - FISICA GENERALE T-1

<b>Docente:</b>	UGUZZONI ARNALDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni 0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fare acquisire agli studenti l'educazione al metodo scientifico-sperimentale. In particolare il significato dei concetti fisici fondamentali riguardanti la meccanica del punto materiale e la capacità di applicare tali principi nella soluzione di semplici problemi fisici, il significato dei concetti fisici fondamentali riguardanti i principi dell'elettromagnetismo e la capacità di applicare tali principi nella soluzione di semplici problemi fisici.

### Programma / Contenuti

1) Introduzione alla Fisica. Il metodo scientifico, definizione operativa delle grandezze fisiche. Concetti di spazio e tempo. Sistemi di riferimento. 2) Elementi di calcolo vettoriale. Definizione di vettore. Operazioni con vettori: somma, differenza, prodotti scalare, vettoriale e misto. I versori. Rappresentazione cartesiana dei vettori e leggi di trasformazione. Derivazione di vettori. La derivata di un versore. Integrazione di vettori. Vettori applicati. Momento di un vettore rispetto ad un punto. 3) Cinematica del punto materiale. Posizione e sistema di riferimento: coordinate cartesiane, coordinate polari. Il moto del punto materiale: continuità del moto e traiettoria; equazioni parametriche della traiettoria, equazione oraria. Velocità vettoriale media e velocità istantanea. Accelerazione vettoriale. Componenti cartesiane, polari e intrinseche di velocità e accelerazione. Problemi di cinematica del punto: problema diretto e problema inverso. Moti rettilinei e piani. Il moto armonico, il moto circolare, il moto parabolico dei proiettili. Moti centrali. Cenni di cinematica dei corpi rigidi. La relatività del moto: sistemi di riferimento in moto relativo; leggi di trasformazione delle velocità e delle accelerazioni. 4) Dinamica del punto materiale. Concetto di forza. Forza peso. Misura statica delle forze. Natura vettoriale delle forze. Principio di inerzia. Sistemi di riferimento inerziali. Forza ed accelerazione. Massa inerziale e massa gravitazionale. Secondo principio della dinamica. Misura dinamica di forze. Le leggi delle forze: cenni alle interazioni fondamentali. Forze elastiche. Forze di attrito. Reazioni vincolari. Le forze newtoniane: principio di azione e reazione. Applicazioni dei principi della dinamica. Quantità di moto e momento angolare; impulso di una forza, suo momento e relativi teoremi. Il pendolo semplice. L'oscillatore armonico. Principio di relatività: leggi della meccanica newtoniana e trasformazioni di Galileo. Elementi di dinamica nei riferimenti non inerziali; forze inerziali: di trascinamento, centrifughe e di Coriolis. Lavoro di una forza. Energia cinetica di un punto materiale. Il teorema delle forze vive. Campi di forze conservativi: energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica. Minimi dell'energia potenziale e stabilità dell'equilibrio. Oscillazioni libere e forzate. Forze non conservative ed energia meccanica. Leggi di Keplero e legge della gravitazione universale. Orbite circolari di pianeti e satelliti. Il problema dei due corpi. Moto in campi centrali: conservazione dell'energia e del momento angolare; potenziale efficace e caratteristiche del moto. 5) Elementi di dinamica dei sistemi di punti materiali. Centro di massa e sue proprietà. Equazioni cardinali della dinamica dei sistemi. Terzo principio della dinamica e conservazione della quantità di moto totale e del momento angolare totale di un sistema isolato. Lavoro ed energia: energia cinetica, energia propria ed energia interna. Forze conservative ed energia meccanica dei sistemi. Teoremi di Koenig per l'energia cinetica. Il principio di conservazione dell'energia. Urti fra punti materiali e leggi di conservazione. 6) Sistemi complessi e coordinate termodinamiche. Equilibrio termico e temperatura. Equilibrio termodinamico ed

equazioni di stato. 7) Lavoro termodinamico. Lavoro adiabatico ed energia interna. Primo principio della termodinamica e calore. Proprietà termiche dei gas. 8) Il secondo principio della termodinamica. Macchine termiche e teorema di Carnot. Teorema di Clausius ed entropia. Irreversibilità e principio di aumento dell'entropia.

### Testi / Bibliografia

Focardi, Massa, Uguzzoni : Fisica generale-Meccanica; editore CEA, seconda edizione

Focardi, Massa, Uguzzoni : Fisica generale-Termodinamica e Fluidi; editore CEA, seconda edizione

### Metodi didattici

Il corso consiste di lezioni frontali in aula, a cui fanno seguito esercitazioni (in cui sono proposti e risolti in aula esercizi e problemi) di cui si prevede l'integrazione con un'attività di tutorato per la preparazione dell'esame scritto.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta + Prova orale finale

Per accedere alla prova orale è necessario avere superato la prova scritta

## 27996 - FISICA GENERALE T-1

<b>Docente:</b>	ZOCCOLI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9
<b>Lingua:</b>	Italiana

### Conoscenze e abilità da conseguire

Dare allo studente le basi essenziali per la comprensione dei metodi e delle finalità della fisica illustrando i principi generali e i concetti della meccanica classica ed i principi della termodinamica.

### Programma / Contenuti

Introduzione al corso - La fisica come scienza sperimentale. Grandezze fisiche, sistema fisico e stato fisico. Unità di misura ed analisi dimensionale. Brevi cenni su probabilità e teoria degli errori.

Elementi di calcolo vettoriale - Grandezze scalari e vettoriali. Operazioni con vettori: somma, differenza, prodotto scalare, vettoriale, misto. Rappresentazione e proprietà dei vettori. Versori. Vettori applicati. Momento dei vettori rispetto ad un punto o ad un asse. Derivata dei vettori e dei versori.

Cinematica - Studio del moto di un corpo in una dimensione. Posizione, velocità media ed istantanea, accelerazione media ed istantanea. Problema inverso della cinematica. Condizioni iniziali. Brevi cenni sul calcolo di derivate ed integrali di semplici funzioni ad una variabile. Punto materiale e sistemi di riferimento. Vettore di posizione, velocità, e accelerazione. Moti rettilinei vari. Moto circolare uniforme. Moto armonico semplice e smorzato. Applicazioni alla cinematica dei sistemi di punti materiali: la formula fondamentale della cinematica del corpo rigido. Velocità angolare. Cinematica dei moti relativi: trasformazione di spostamenti, velocità e accelerazioni.

Dinamica - Forze e reazioni vincolari, misura statica di una forza. Cenni di statica (equazioni cardinali, baricentro) e sui fenomeni di attrito. Primo e secondo principio della dinamica. Massa inerziale. Sistemi di riferimento inerziali. Impulso e quantità di moto. Legge di Newton sulla gravitazione universale. Il problema fondamentale della dinamica. Sistemi isolati. Il terzo principio della dinamica. Applicazioni alla dinamica dei sistemi di punti materiali: conservazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Problemi d'urto elastici ed anelatici. Le equazioni cardinali della meccanica. Centro di massa e sue proprietà. Momenti d'inerzia e dinamica dei corpi rigidi. Teorema di Huygens-Steiner. Inerzia di rotazione.

**Lavoro ed energia.** - Lavoro di una forza e di sistemi di forze. Il teorema delle forze vive. Proprietà dell'energia cinetica. Lavoro compiuto dalla forza peso. Forze posizionali e conservative. Campi scalari e campi vettoriali. Operatore gradiente. Rotore di un campo vettoriale. Condizioni perché un campo di forza sia conservativo. Potenziali ed energie potenziali. Conservazione dell'energia meccanica. I diversi tipi di equilibrio. Il Teorema di Koenig.

**Termodinamica.** - Sistema termodinamico. Equilibrio termico e termodinamico. Il principio zero della termodinamica. Definizione di temperatura. Termometro a gas ideale. Variabili di stato. Trasformazioni reversibili. Gas perfetto e sua equazione di stato. Il primo principio della termodinamica. Lavoro adiabatico. Energia interna. Capacità termica. Calori specifici a volume e pressione costante. Equazione di Poisson. Trasformazioni quasi statiche di un gas ideale. Brevi cenni sulla teoria cinetica dei gas. Il secondo principio della termodinamica. Serbatoio di calore. Trasformazioni cicliche e macchine termiche. Enunciati di Kelvin e Clausius e loro equivalenza. Irreversibilità ed interpretazione microscopica. Ciclo di Carnot. Rendimento di una macchina di Carnot. Teorema di Carnot e suo corollario. Scala di temperatura assoluta. Teorema di Clausius. Concetto di Entropia. Entropia di un gas ideale. Entropia, reversibilità ed irreversibilità. Il secondo principio della termodinamica come principio di aumento dell'entropia. Entropia ed energia degradata.

### Testi / Bibliografia

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale, *Fondamenti di Meccanica*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale: *Fondamenti di Termodinamica*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo).

A. Bertin, S. De Castro, N. Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Problemi d' esame di Fisica Generale*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

### Metodi didattici

Parte delle lezioni è dedicata alla discussione dei principi fondamentali e delle leggi della fisica, con particolare accento al metodo sperimentale.

Ampio spazio è inoltre dedicato alla discussione di quesiti ed alla risoluzione di esercizi di cinematica, meccanica e termodinamica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta e in una eventuale successiva prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

L'insegnamento presuppone acquisiti da parte dello studente gli elementi basilari della trigonometria, della geometria elementare e dell'analisi matematica (quali i processi di derivazione, di integrazione e di limite di funzioni di una o più variabili).

## 28000 - FISICA GENERALE T-2

<b>Docente:</b>	MALAGUTI FRANCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 28000 - FISICA GENERALE T-2

<b>Docente:</b>	VANNINI GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0922 - Ingegneria elettrica 0920 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Dare allo studente i concetti fondamentali dell'elettromagnetismo, illustrando le basi teoriche e sperimentali dell'interazione elettromagnetica.

## Programma / Contenuti

Programma del Corso di **FISICA GENERALE L-B (Prof. Gianni Vannini)** Ing. Elettrica e Ing. dell'Automazione (2006-2007)

### **Introduzione.**

Interazioni e forze. Il concetto di campo. Cenni di calcolo vettoriale: Gradiente, Integrali curvilinei, di superficie e di volume, Rotore e teorema di Stokes, Divergenza e teorema di Gauss, sorgenti e vortici di un campo, teorema di Helmholtz. La funzione delta di Dirac.

### **Il Campo Elettrostatico nel vuoto.**

La carica elettrica. La legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione. Il campo elettrostatico nel vuoto. Divergenza e rotore del campo elettrostatico. Il teorema di Gauss e il teorema di Stokes. Il potenziale elettrostatico. Equazioni di Poisson e di Laplace. Espansione del potenziale elettrostatico in serie di multipoli. L'energia elettrostatica.

### **Il Campo elettrostatico nella materia.**

Definizione di conduttori e isolanti. I conduttori nel campo elettrostatico. La forza sulla carica superficiale e la pressione elettrostatica. La capacità elettrica e i condensatori. Il problema generale dell'elettrostatica in presenza di conduttori: studio dell'equazione di Laplace. Il metodo delle immagini. I dielettrici. I dipoli atomici e molecolari indotti e permanenti. La polarizzazione elettrica. Il campo di un dielettrico polarizzato. Le cariche di polarizzazione. Il campo di induzione elettrica  $D$ . Le sorgenti e i vortici di  $D$ . Suscettività' elettrica, permittività' e costante dielettrica. Dielettrici lineari. Discontinuità' dei campi  $E$  e  $D$ . Energia elettrostatica in sistemi dielettrici.

### **La corrente elettrica stazionaria.**

Cariche in moto e corrente elettrica. La densità' di corrente. La conservazione della carica e l'equazione di continuità' generale. I conduttori ohmici. La forza elettromotrice. L'effetto Joule. Reti di conduttori.

### **Il campo magnetico stazionario.**

La legge di Biot-Savard. Il campo magnetico  $B$  nel vuoto. Sorgenti e vortici del campo magnetico  $B$ : divergenza e rotore di  $B$ . La legge di Ampere. Il potenziale vettore  $A$ . Le condizioni al contorno della magnetostatica. Espansione in serie di multipoli del potenziale vettore. Il campo  $B$  nella materia. I dipoli magnetici e la Magnetizzazione. Il campo di un oggetto magnetizzato. Le correnti di magnetizzazione. Il campo vettoriale  $H$ . Le sorgenti e i vortici di  $H$ . Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo. Mezzi lineari e non lineari. Suscettività' e permeabilità' magnetiche. Discontinuità' dei campi  $B$  e  $H$ .

### **Il campo elettromagnetico in condizioni non stazionarie.**

I generatori di forza elettromotrice. La forza elettromotrice indotta. La legge di Faraday e la legge di Lenz. La mutua induzione e l'autoinduzione. I circuiti a corrente variabile. L'energia magnetica.

### **Le equazioni di Maxwell.**

La corrente di spostamento e le simmetrie delle equazioni dell'elettromagnetismo. Le equazioni di Maxwell. Il problema dei monopoli magnetici. Le equazioni di Maxwell nella materia. Le condizioni al contorno dei campi  $E$ ,  $B$ ,  $D$ ,  $H$ . Formulazione dell'elettrodinamica in termini dei potenziali. Le trasformazioni di Gauge. Il Gauge di Coulomb e il gauge di Lorentz. La forza di Lorentz in termini di potenziali. La conservazione dell'energia e il teorema di Poynting. La conservazione della quantità' di moto e del momento angolare. Il tensore degli sforzi di Maxwell. Le soluzioni delle equazioni di Maxwell nel vuoto e in assenza di cariche e correnti.

## Testi / Bibliografia

-S.Focardi, I.Massa, A.Uguzzoni, Fisica Generale, Elettromagnetismo, Ed. Ambrosiana.

-W.E. GETTYS, F.J. KELLER, M.J. STOVE, Fisica 2, Elettromagnetismo, Onde, Ottica, Ed. McGraw-Hill.

- C. Moroni - Lezioni di Elettromagnetismo e Ottica - Ed. Pitagora.
- C. Mencuccini-A. Silvestrini - Fisica II - Ed. Liguori
- L. Lovitch-S. Rosati - Fisica Generale vol. 2 -Ed. CEA Milano
- A.Bettini-Elettromagnetismo.Decibel,Zanichelli.
- Resnik-Holliday-Krane - Fisica 2 - Ed. Ambrosiana

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e esame orale.

## 28626 - FISICA GENERALE T-A

<b>Docente:</b>	VERONDINI ETTORE
<b>Corso di Laurea:</b>	0924 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fare acquisire agli studenti: l'educazione al metodo scientifico-sperimentale; il significato dei concetti fisici fondamentali riguardanti i Principi della Meccanica (del punto materiale)

### Programma / Contenuti

Prof. E. VERONDINI

#### Programma di Fisica Generale T-A

Ingegneria Energetica

##### 1. Calcolo vettoriale

Definizioni. Operazioni con vettori. Sistemi di riferimento. Rappresentazione cartesiana. Vettori applicati.

##### 2. Cinematica

Punto materiale. Vettore posizione. Rappresentazioni del moto. Velocità e accelerazione. Problemi di cinematica del punto. Moti unidimensionali e bidimensionali.

Cenni di cinematica dei corpi rigidi.

##### 3. Dinamica

Concetto di forza. Misura statica delle forze. Natura vettoriale delle forze.

Principio di inerzia. Secondo principio della dinamica. Problemi di dinamica del punto materiale.

Il terzo principio della dinamica. Equazioni cardinali. Cenni alla dinamica dei sistemi rigidi: centro di massa; moto rotatorio assiale di un corpo rigido.

##### 4. Forze Inerziali

Il secondo principio della dinamica nei riferimenti non inerziali. Forze di trascinamento e di Coriolis. Il riferimento terrestre.

##### 5. Complementi di calcolo vettoriale

Gradiente, divergenza, rotazionale.

##### 6. Lavoro ed energia

Concetto di lavoro. Teorema delle forze vive. Energia cinetica. Campi conservativi. Conservazione dell'energia meccanica.

Cenni al sistema di due corpi: problemi d'urto.

### I seguenti libri contengono gli argomenti svolti nel corso:

- M.Alonso e E.J.Finn: *Elementi di Fisica per l'Università*, vol.1, Masson-Addison Wesley, Milano.
- D.Blum e D.E.Roller: *Fisica*, vol. 1, Zanichelli, Bologna.
- R.A.Serway: *Fisica per scienze e ingegneria*, vol. 1, Società Editrice Scientifica, Napoli.
- P.A.Tipler: *Fisica*, vol. 1, Zanichelli, Bologna.

- P.Veronesi e E.Fuschini: *Fondamenti di meccanica classica*, CLUEB, Bologna.
- A.Bertin, M.Poli e A.Vitale: *Fondamenti di meccanica*, Ed. Progetto Leonardo, Bologna (Società editrice Esculapio).
- S.Focardi, I.G.Massa, A.Uguzzoni: *Fisica generale, Meccanica*, Casa Editrice Ambrosiana.
- Testi di Esercizi e Problemi**
- M.Bruno, M.D'Agostino, M.L.Fiandri: *Esercizi di Fisica I*, CLUEB, Bologna.
- S.Focardi: *Problemi di Fisica Generale*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

### Testi / Bibliografia

Sono indicati in calce ai programmi. Qualunque testo di livello universitario può comunque essere utilizzato.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni applicative.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta consistente nella soluzione di alcuni semplici problemi e nell'illustrazione sintetica di un paio di concetti.

Prova orale consistente nella discussione di uno o più argomenti del corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Sul sito UNIVERSIBO ([www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it)) sono a disposizione problemi, esercizi, commenti, e alcuni brevi testi su particolari argomenti.

E' disponibile un tutore che organizza d'accordo con gli studenti incontri settimanali.

## 28626 - FISICA GENERALE T-A

<b>Docente:</b>	VILLA MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Al termine del corso, dopo avere superato la prova di verifica finale, lo studente possiede una conoscenza degli aspetti metodologici generali della fisica (il ruolo degli esperimenti e la loro formalizzazione in schemi e leggi) e dei concetti fondamentali della meccanica del punto materiale e dei sistemi, nonché la capacità di impiegare tali concetti nella soluzione di problemi concreti.

### Programma / Contenuti

**Calcolo Vettoriale.** Grandezze scalari e vettoriali. Definizione geometrica di vettore. Definizione geometrica delle operazioni di somma e differenza tra vettori, moltiplicazione di un vettore per uno scalare, prodotto scalare, prodotto vettoriale. Terne cartesiane ortogonali, versori cartesiani, rappresentazione cartesiana dei vettori. Le operazioni tra vettori nella rappresentazione cartesiana. Terne ortogonali locali, coordinate cilindriche.

**Cinematica.** Il punto materiale, la posizione ed il moto, sistemi di riferimento. Le unità di misura di spazio e tempo. Dimensione di una grandezza fisica, dimensioni fondamentali e derivate, sistema di unità di misura, i sistemi CGS ed MKS. La descrizione del moto, equazione vettoriale del moto, la separazione della equazione vettoriale in traiettoria e legge oraria, la descrizione intrinseca del moto. Definizione della velocità, unità di misura, rappresentazione nel sistema intrinseco, in coordinate cartesiane e cilindriche. Definizione della accelerazione, unità di misura, rappresentazione nel sistema intrinseco, in coordinate cartesiane e cilindriche. Moto rettilineo uniforme, rettilineo uniformemente accelerato, circolare uniforme. Cambiamento del riferimento, moto relativo, trasformazione della posizione, relazioni di Poisson, trasformazione della velocità, trasformazione della accelerazione.

**Dinamica del punto materiale.** La definizione operativa di forza, il dinamometro, unità di misura della forza. Natura vettoriale delle forze. Vincoli, reazioni vincolari, vincoli lisci e scabri. Condizione per l'equilibrio di un punto materiale. Il primo principio della dinamica, esperimenti di Galileo, sistemi di riferimento inerziali. Il secondo principio della dinamica. Interazioni fondamentali. Forza peso, forza gravitazionale, forza elastica, forze di attrito statico e dinamico radente. Moto di un punto vincolato su di una linea. Pendolo semplice. Forze reali e fittizie (cenni).

**Lavoro ed Energia.** Concetto di lavoro e sua espressione in generale. Teorema delle forze vive. Campi di forza conservativi ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica. Potenza. Lavoro delle forze non conservative.

**Dinamica dei sistemi di punti materiali.** Sistemi isolati, forze interne ed esterne. Quantità di moto. Il terzo principio della dinamica: principio di azione e reazione ed enunciato conservativo. Impulso. Teorema dell'impulso e della quantità di moto. Forze impulsive e forze estensive. Urti elastici e anelastici. Semplici problemi d'urto. Risultante delle forze agenti su un sistema  $n$  di punti materiali e quantità di moto totale del sistema. Momento risultante polare delle forze agenti su un sistema di  $n$  punti materiali e momento angolare. Centro di massa di un sistema di  $n$  punti materiali e sue proprietà. Densità. Centro di massa per sistemi omogenei. Equazioni Cardinali. **Dinamica dei sistemi rigidi liberi** (impostazione del problema). Corpo rigido in rotazione attorno ad un asse fisso. Momento angolare di un sistema rigido con asse fisso rispetto all'asse di rotazione. Momento di inerzia. Energia cinetica di un corpo rigido che ruota attorno ad un asse fisso.

### Testi / Bibliografia

- A. Bertin, M. Poli, A. Vitale - **Fondamenti di Meccanica** - Esculapio Editore (Progetto Leonardo)
- S. Focardi, I. Massa e A. Uguzzoni: **Fisica Generale - Meccanica**, Casa Editrice Ambrosiana.

### Metodi didattici

Il corso consiste essenzialmente di lezioni frontali in aula. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni nelle quali vengono proposti e risolti in aula esercizi relativi alle parti di programma già viste a lezione. Occasionalmente potrà essere utilizzato un videoproiettore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento consiste in una prova scritta obbligatoria ed in un esame orale. Nella prova scritta lo studente dovrà risolvere uno o più esercizi e dovrà rispondere ad una o più domande a risposta libera sugli argomenti del corso. La prova scritta potrà essere sostituita da 2 o 3 scritti parziali che avranno luogo nelle settimane in cui verrà svolto il corso. Nella prova orale lo studente deve dimostrare di aver compreso a fondo le nozioni di base della meccanica e di saper descrivere quantitativamente i sistemi meccanici illustrati durante il corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Altre informazioni sul corso, programmi, avvisi, esercizi possono essere reperiti sul sito del docente all'indirizzo: [ishtar.df.unibo.it](mailto:ishtar.df.unibo.it). L'iscrizione agli esami scritti e orali è possibile attraverso il sito [ishtar.df.unibo.it](http://ishtar.df.unibo.it).

## 28626 - FISICA GENERALE T-A

Docente:	SEMPRINI CESARI NICOLA
Corso di Laurea:	0919 - Ingegneria civile - [L-Z]
Ciclo:	2
Crediti:	6

## 28626 - FISICA GENERALE T-A

<b>Docente:</b>	BERTIN ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Maturazione di concetti basilari della Fisica generale (con particolare riguardo alla Meccanica del punto) nel linguaggio dell'analisi matematica, del calcolo vettoriale e integrale. Acquisizione della metodologia scientifico-tecnica necessaria per affrontare in termini quantitativi i problemi di fisica.

**Programma / Contenuti****Introduzione matematica ed elementi di calcolo vettoriale.**

**Cinematica.** - Punto materiale e sistemi di riferimento. Vettori posizionale, velocità, e accelerazione. Moti rettilinei vari. Moto circolare uniforme. Moto armonico semplice e smorzato. Applicazioni alla cinematica dei sistemi di punti materiali: la formula fondamentale della cinematica del corpo rigido. Velocità angolare. Cinematica dei moti relativi: trasformazione di spostamenti, velocità e accelerazioni. **Dinamica.** - Forze e reazioni vincolari, misura statica di una forza. Cenni di statica (equazioni cardinali, baricentro) e sui fenomeni di attrito. Primo e secondo principio della dinamica. Massa inerziale. Impulso e quantità di moto. Legge di Newton sulla gravitazione universale. Il problema fondamentale della dinamica. Sistemi isolati. Il terzo principio della dinamica. Applicazioni alla dinamica dei sistemi materiali rigidi. Conservazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Problemi d'urto. Le equazioni cardinali della dinamica. Centro di massa e sue proprietà. Momenti d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Inerzia di rotazione. **Lavoro ed energia.** - Lavoro di una forza e di sistemi di forze. Il teorema delle forze vive. Il teorema di Koenig. Proprietà dell'energia cinetica. Lavoro compiuto dalla forza peso. Forze posizionali e conservative. Condizioni perché un campo di forza sia conservativo. Potenziali ed energie potenziali. Conservazione dell'energia meccanica. I diversi tipi di equilibrio.

**Ulteriori informazioni**

L'insegnamento presuppone l'acquisizione da parte dello studente degli elementi indispensabili di analisi matematica e di calcolo (quali i processi di derivazione, di integrazione e di limite di funzioni di una o più variabili).

**Testi / Bibliografia**

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale, *Fondamenti di Meccanica*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.  
A. Bertin, S. De Castro, N., Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Problemi d'Esame di Fisica Generale*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali. Una parte delle lezioni è dedicata alla discussione di quesiti e di esercizi di meccanica.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame prevede una prova scritta e un successivo colloquio orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Servizio di tutorato.

## 28626 - FISICA GENERALE T-A

<b>Docente:</b>	BRUNO MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Maturazione di concetti basilari della Fisica generale (con particolare riguardo alla Meccanica del punto) nel linguaggio dell'analisi matematica, del calcolo vettoriale e integrale. Acquisizione della metodologia scientifico-tecnica necessaria per affrontare in termini quantitativi i problemi di fisica.

**Programma / Contenuti****MECCANICA****1. Introduzione**

Metodo scientifico. Concetti di spazio, tempo e misura. Definizioni operative di grandezze fisiche. Cenni su misure ed errori di misura.

**2. Calcolo vettoriale**

Rappresentazione grafica. Eguaglianza fra vettori. Versori. Operazioni fra vettori: somma, differenza, prodotto per uno scalare, prodotto scalare, prodotto vettoriale, prodotto misto, doppio prodotto vettoriale. Rappresentazione cartesiana dei vettori. Trasformazione di vettori. Momenti di un vettore. Composizione di vettori. Derivate ed integrali di vettori. Operatori vettoriali: gradiente, divergenza, rotazionale.

**3. Generalità'**

Punto materiale. Sistemi di riferimento. Rappresentazione del moto: traiettoria. Spostamento, velocità, accelerazione. Classificazione dei moti. Problema diretto ed inverso.

**4. Dinamica del punto materiale**

Forze. Vincoli. Primo principio della dinamica. Sistemi inerziali. Secondo principio della dinamica. Moti rettilinei: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, moto armonico, moto armonico smorzato. Moto piano. Moto centrale.

**5. Lavoro ed energia**

Definizioni. Teorema delle forze vive. Relazione fra forza ed energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema dell'impulso e della quantità di moto. Teorema del momento dell'impulso e del momento della quantità di moto.

**6. Cenni su dinamica di sistemi di punti**

Terzo principio della dinamica. Equazioni cardinali. Centro di massa. Momento d'inerzia. Teoremi di Koenig. Teorema di Huygens-Steiner.

**Testi / Bibliografia**

Puo' essere utilizzato un qualunque libro. I seguenti libri contengono gli argomenti svolti nel corso:

- S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni - Fisica generale: Meccanica e Termodinamica - Casa editrice Ambrosiana
- M. Alonso, E. J. Finn - FISICA vol. 1 - casa editrice Masson
- P. Veronesi, E. Fuschini - Fondamenti di meccanica classica - Cooperativa Libreria Universitaria editrice

Anche per gli esercizi puo' essere utilizzato un qualsiasi libro.

- M. Bruno, M. D'Agostino, M.L. Fiandri - Esercizi di Fisica I - Cooperativa Libreria Universitaria editrice
- G. M. Salandin, P. Pavan - Problemi di Fisica Vol. 1 - Casa editrice Ambrosiana

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

2 scritti parziali durante il corso con valutazione maggiore per il secondo parziale. Orale riservato a chi ha superato la soglia di 14.

appelli per chi non ha superato i parziali con scritto ed orale  
Non e' consentito l'uso di libri, ma verra' distribuito un formulario.

## 28626 - FISICA GENERALE T-A

<b>Docente:</b>	VITALE ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo Studente acquisisce e consolida le nozioni basilari di fisica generale nel linguaggio dell'analisi matematica, del calcolo integrale e del calcolo vettoriale. Acquisisce la metodologia scientifico-tecnica necessaria per affrontare in termini quantitativi i problemi di fisica, con particolare riguardo alla meccanica e alla termodinamica.

### Programma / Contenuti

#### Introduzione matematica ed elementi di calcolo vettoriale.

Cinematica. -Punto materiale e sistemi di riferimento. Vettori posizionale, velocità, e accelerazione. Moti rettilinei vari. Moto circolare uniforme. Moto armonico semplice e smorzato. Applicazioni alla cinematica dei sistemi di punti materiali: la formula fondamentale della cinematica del corpo rigido. Velocità angolare. Cinematica dei moti relativi: trasformazione di spostamenti, velocità e accelerazioni. Dinamica.- Forze e reazioni vincolari, misura statica di una forza. Cenni di statica (equazioni cardinali, baricentro) e sui fenomeni di attrito. Primo e secondo principio della dinamica. Massa inerziale. Impulso e quantità di moto. Legge di Newton sulla gravitazione universale. Il problema fondamentale della dinamica. Sistemi isolati. Il terzo principio della dinamica. Applicazioni alla dinamica dei sistemi materiali rigidi. Conservazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Problemi d'urto. Le equazioni cardinali della dinamica. Centro di massa e sue proprietà. Momenti d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Inerzia di rotazione. Lavoro ed energia.- Lavoro di una forza e di sistemi di forze. Il teorema delle forze vive. Il teorema di Koenig. Proprietà dell'energia cinetica. Lavoro compiuto dalla forza peso. Forze posizionali e conservative. Condizioni perché un campo di forza sia conservativo. Potenziali ed energie potenziali. Conservazione dell'energia meccanica. I diversi tipi di equilibrio.

#### Ulteriori informazioni

L'insegnamento presuppone l'acquisizione da parte dello studente degli elementi indispensabili di analisi matematica e di calcolo (quali i processi di derivazione, di integrazione e di limite di funzioni di una o più variabili).

### Testi / Bibliografia

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale, *Fondamenti di Meccanica*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.  
A. Bertin, S. De Castro, N., Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Problemi d'Esame di Fisica Generale*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

### Metodi didattici

Lezioni frontali. Una parte delle lezioni sono dedicate alla discussione di questioni e di esercizi di meccanica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L' esame comprende una prova scritta ed un successivo colloquio orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Servizio di tutorato.

## 28628 - FISICA GENERALE T-B

Docente:	VERONDINI ETTORE
Corso di Laurea:	0924 - Ingegneria energetica
Ciclo:	2
Crediti:	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fare acquisire agli studenti: l'educazione al metodo scientifico-sperimentale; il significato dei concetti fisici fondamentali riguardanti i Principi dell'Elettromagnetismo

**Programma / Contenuti**

Prof. E. VERONDINI

**Programma di Fisica Generale T-B**

**Ingegneria Energetica**

**1. Introduzione al concetto di campo**

Interazione fra particelle. Forze fondamentali. Campi scalari e vettoriali. Flusso e circuitazione.

**2. Campo elettrostatico nel vuoto**

Carica elettrica e legge di Coulomb. Campo elettrico di una distribuzione di carica. Principio di sovrapposizione. Carica elementare. Equazioni del campo coulombiano in forma integrale. Potenziale elettrostatico. Dipolo elettrico. Teorema di Gauss. Energia elettrostatica di un sistema di cariche. Capacità. Condensatori. Cenno ai dielettrici.

**3. La corrente elettrica stazionaria**

Principio di conservazione della carica elettrica. Legge di Ohm. Conduttori Ohmici. Effetto Joule. Reti di conduttori percorsi da corrente stazionaria. Leggi di Kirchoff.

**4. Il campo magnetico nel vuoto**

Moto di una particella carica in un campo magnetico. Forza esercitata dal campo magnetico su una corrente elettrica. Campo di una carica puntiforme in moto. Legge di Biot e Savart. Interazioni fra correnti. Forma integrale delle leggi del campo magnetico. Cenni ai materiali magnetici.

**5. Elettrodinamica**

La corrente di spostamento. Induzione elettromagnetica. Legge di Lenz. Induttanza. Le equazioni di Maxwell in forma integrale.

**6. Energia**

Energia in un campo elettromagnetico. Energia del campo elettrico. Energia del campo magnetico.

**7. Onde elettromagnetiche**

Richiami sulle onde meccaniche. Velocità di propagazione. Lunghezza d'onda. Frequenza. Le equazioni di Maxwell in forma differenziale. Equazione delle onde nel vuoto. Struttura delle onde elettromagnetiche nel vuoto.

**I seguenti libri contengono gli argomenti svolti nel corso:**

- A.Bettini: *Elettromagnetismo*, Ed. Decibel-Zanichelli.
- C.Mencuccini, A.Silvestrini: *Fisica II*, Ed. Liguori.
- C.Moroni: *Lezioni di Elettromagnetismo ed Ottica*, Ed. Pitagora.
- E.Amaldi, R.Bizzarri, G.Pizzella: *Fisica generale*, Ed. Zanichelli.
- M.Alonso, E.J.Finn: *Elementi di Fisica per l'Università*, Ed. Addison-Wesley.
- S.Focardi, I.G.Massa, A.Uguzzoni: *Fisica Generale, Elettromagnetismo*, Casa Editrice Ambrosiana.

**Testi di Esercizi e Problemi**

- M.Bruno, M.D'Agostino, R.Santoro: *Esercizi di Fisica-Elettromagnetismo*, Casa Editrice Ambrosiana.

**Testi / Bibliografia**

Sono indicati in calce ai programmi. Qualunque testo di livello universitario può comunque essere utilizzato.

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni applicative.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta consistente nella soluzione di alcuni semplici problemi e nell'illustrazione sintetica di un paio di concetti.

Prova orale consistente nella discussione di uno o più argomenti del corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sul sito UNIVERSIBO ([www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it)) sono a disposizione problemi, esercizi, commenti, e alcuni brevi testi su particolari argomenti.

E' disponibile un tutore che organizza d'accordo con gli studenti incontri settimanali.

**28628 - FISICA GENERALE T-B**

<b>Docente:</b>	BERTIN ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Maturazione di concetti basilari della Fisica generale (con particolare riguardo all' Elettromagnetismo e ai Principi della Termodinamica) nel linguaggio dell' analisi matematica, del calcolo integrale e vettoriale.

Acquisizione della metodologia scientifico-tecnica necessaria per affrontare in termini quantitativi i problemi di fisica.

**Programma / Contenuti**Programma di Termodinamica

Sistemi termodinamici e loro trasformazioni.- Il Principio zero della termodinamica. Temperatura e termometri. Trasformazioni termodinamiche e cambiamenti di stato.

Il primo principio della termodinamica. - Lavoro adiabatico, energia interna e primo principio della termodinamica. Quantità di calore e conservazione dell'energia in senso generalizzato. Capacità termica, calori molari, specifici e latenti. I gas perfetti: energia interna, equazioni di Poisson.

Il secondo principio della termodinamica. - Reversibilità e irreversibilità. Macchine termiche cicliche e loro rendimento. Il secondo principio della termodinamica. Ciclo e teorema di Carnot. Scala termodinamica assoluta delle temperature. Teorema di Clausius e funzione di stato Entropia. Legge di accrescimento dell'entropia.

Programma di Elettromagnetismo

Elettricità. - Legge di Coulomb, campo e potenziale elettrico, legge di Gauss per il campo elettrico. Teorema della divergenza e teorema di Stokes. Cariche soggette a campi elettrici. Equazione di continuità per la corrente elettrica.

Magnetismo. - Forze magnetiche e loro proprietà. Prima e seconda equazione di Laplace. Legge di Gauss per il campo magnetico. Legge di Ampère - Maxwell. Legge di Faraday - Lenz.

Elettromagnetismo.- Le equazioni di Maxwell. Cenni sulle onde elettromagnetiche. Aspetti energetici del campo elettromagnetico. Il vettore di Poynting.

Ulteriori informazioni

L'insegnamento presuppone familiarità con gli elementi basilari della trigonometria, della geometria elementare, dell'analisi matematica e dell'algebra vettoriale, nonché tematiche e concetti fisici già acquisiti in un corso universitario di Meccanica.

### Testi / Bibliografia

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale, *Fondamenti di Termodinamica*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

A. Bertin, N. Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Lezioni di Elettromagnetismo*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

A. Bertin, S. De Castro, N. Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Problemi d'esame di Fisica Generale*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

### Metodi didattici

Lezioni frontali. Una parte delle lezioni è dedicata alla discussione di quesiti e esercizi di termodinamica e di elettromagnetismo.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta e in una successiva prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Servizio di tutorato

## 28628 - FISICA GENERALE T-B

<b>Docente:</b>	BRUNO MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Maturazione di concetti basilari della Fisica generale (con particolare riguardo all'Elettromagnetismo e ai Principi della Termodinamica) nel linguaggio dell'analisi matematica, del calcolo integrale e vettoriale.

Acquisizione della metodologia scientifico-tecnica necessaria per affrontare in termini quantitativi i problemi di fisica.

### Programma / Contenuti

#### 1. Campo elettrostatico nel vuoto

Carica elettrica e legge di Coulomb. Campo elettrico di una distribuzione di carica. Principio di sovrapposizione. Carica elementare. Equazioni del campo coulombiano in forma integrale. Potenziale elettrostatico. Dipoli e multipoli elettrici. Teorema di Gauss e teorema di Stokes. Energia elettrostatica di un sistema di cariche.

#### 2. Il campo elettrostatico nella materia: conduttori e dielettrici

Conduttori. Conduttori nel campo elettrostatico. Pressione elettrostatica. Equazioni del potenziale elettrostatico. Condensatori. Condensatori in serie ed in parallelo. Effetto delle punte. Energia elettrostatica. Dielettrici. Polarizzazione dei dielettrici. Carica di polarizzazione. Suscettività elettrica e costante dielettrica. Equazioni del campo in presenza di dielettrici. Campo di induzione elettrica  $D$ . Definizione operativa del campo elettrico nella materia. Condizioni al contorno per i campi. Dielettrici non omogenei.

#### 3. La corrente elettrica stazionaria.

Principio di conservazione della carica elettrica. Legge di Ohm in forma locale e non locale. Conduttori Ohmici. Effetto Joule.

#### 4. Interazioni magnetiche.

Legge di Biot e Savart. Campo di induzione magnetica e sue equazioni. Potenziale vettore . Campo magnetico di un filo percorso da corrente. Campo magnetico di una spira circolare percorsa da corrente. Campo magnetico di un solenoide. Calcoli di campo magnetico, nota la distribuzione delle correnti. Moto di cariche in campi elettrici e/o magnetici. Campo elettrico e campo magnetico di una carica in moto.

#### 5. Induzione elettromagnetica.

Legge dell'induzione (Faraday). Campo rotazionale e campo di Lorentz. Forza di Lorentz. Correnti indotte. Disco di Barlow. Il betatrone. Legge di Felici. Bilanci energetici. Correnti parassite. Induzione mutua. Coefficienti di mutua ed autoinduzione. Energia magnetica. Calcoli di coefficienti di autoinduzione. Trasformatori di tensione.

6. Cenni sulle equazioni di Maxwell ed i campi d'onda.

Campi rapidamente variabili. Legge di Ampère e principio di conservazione della carica. La corrente di spostamento. Le equazioni di Maxwell. Soluzioni delle equazioni di Maxwell nel vuoto. Onde elettromagnetiche.

#### 6. Cenni di termodinamica.

Coordinate termodinamiche. Equilibrio termico e termodinamico. Temperatura. Trasformazioni termodinamiche. Gas ideali e gas reali. Equazioni di stato. Lavoro termodinamico. Energia. I principio della termodinamica. Capacità termica. Il principio della termodinamica. Ciclo di Carnot. Teorema di Carnot. Entropia.

### Testi / Bibliografia

Gli studenti possono utilizzare un qualsiasi libro di testo o di esercizi purché` contenga gli argomenti del programma.

I seguenti libri contengono gli argomenti di elettromagnetismo svolti nel corso:

S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni ; Fisica generale ; Elettromagnetismo - Casa editrice Ambrosiana

C. Mencuccini, A. Silvestrini ; Fisica II ; ed Liguori

C. Moroni ; Lezioni di Elettromagnetismo ed Ottica ; Ed. Pitagora

E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella - Fisica generale - cd. Zanichelli

M. Alonso, E. J. Finn - Elementi di Fisica per l'Università` Vol. 2 - ed. Addison-Wesley.

A. Bettini - Elettromagnetismo - cd. Decibel-Zanichelli

I seguenti libri contengono gli argomenti di termodinamica svolti nel corso:

S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni ; Fisica generale ; Meccanica e Termodinamica ; Casa editrice Ambrosiana

M. Alonso, E. J. Finn ; FISICA ; vol. 1 ; casa editrice Masson

Anche per gli esercizi un qualunque libro va bene. si segnala il libro:

M. Bruno, M. D'Agostino, R. Santoro - Esercizi di Fisica : Elettromagnetismo - ed. CEA

### Modalità di verifica dell'apprendimento

2 scritti parziali durante il corso con valutazione maggiore per il secondo parziale. Orale riservato a chi ha superato la soglia di 14.

appelli per chi non ha superato i parziali con scritto ed orale

Non e' consentito l'uso di libri, ma verra' distribuito un formulario.

## 28628 - FISICA GENERALE T-B

<b>Docente:</b>	VITALE ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Lo Studente acquisisce e consolida le nozioni basilari di fisica generale nel linguaggio dell'analisi matematica, del calcolo integrale e del calcolo vettoriale. Acquisisce la metodologia scientifico-tecnica necessaria per affrontare in termini quantitativi i problemi di fisica, con particolare riguardo all'elettromagnetismo.

## Programma / Contenuti

Sistemi termodinamici e loro trasformazioni. - Il Principio zero della termodinamica. Temperatura e termometri. Trasformazioni termodinamiche e cambiamenti di stato.

Il primo principio della termodinamica. - Lavoro adiabatico, energia interna e primo principio della termodinamica. Quantità di calore e conservazione dell'energia in senso generalizzato. Capacità termica, calori molari, specifici e latenti. I gas perfetti: energia interna, equazioni di Poisson.

Il secondo principio della termodinamica. - Reversibilità e irreversibilità. Macchine termiche cicliche e loro rendimento. Il secondo principio della termodinamica. Ciclo e teorema di Carnot. Scala termodinamica assoluta delle temperature. Teorema di Clausius e funzione di stato Entropia. Legge di accrescimento dell'entropia.

### Programma di Elettromagnetismo

Elettricità. - Legge di Coulomb, campo e potenziale elettrico, legge di Gauss per il campo elettrico. Teorema della divergenza e teorema di Stokes. Cariche soggette a campi elettrici. Equazione di continuità per la corrente elettrica.

Magnetismo. - Forze magnetiche e loro proprietà. Prima e seconda equazione di Laplace. Legge di Gauss per il campo magnetico. Legge di Ampère - Maxwell. Legge di Faraday - Lenz.

Elettromagnetismo. - Le equazioni di Maxwell. Cenni sulle onde elettromagnetiche. Aspetti energetici del campo elettromagnetico. Il vettore di Poynting.

### Ulteriori informazioni

L'insegnamento presuppone familiarità con gli elementi basilari della trigonometria, della geometria elementare, dell'analisi matematica e dell'algebra vettoriale, nonché tematiche e concetti fisici già acquisiti in un corso universitario di Meccanica.

## Testi / Bibliografia

A. Bertin, M. Poli, A. Vitale, *Fondamenti di Termodinamica*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

A. Bertin, N. Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Lezioni di Elettromagnetismo*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

A. Bertin, S. De Castro, N. Semprini Cesari, A. Vitale, A. Zoccoli, *Problemi d'esame di Fisica Generale*, Esculapio Editore (Progetto Leonardo), Bologna.

## Metodi didattici

Lezioni frontali. Una parte delle lezioni è dedicata alla discussione di quesiti e esercizi di termodinamica e di elettromagnetismo.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame comprende una prova scritta e una successiva prova orale.

## Strumenti a supporto della didattica

Servizio di tutorato.

# 45394 - FISICA MATEMATICA ED ELEMENTI DI PROBABILITÀ E STATISTICA LS

<b>Docente:</b>	RUGGERI TOMMASO ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Programma / Contenuti

### Richiami di calcolo matriciale

Operatori matriciali; rappresentazione di un operatore in una base assegnata; operatore trasposto; prodotto di due operatori; operatore identità; operatore complementare; operatore inverso; identità notevoli del calcolo matriciale; simbolo di Levi-Civita; prodotto scalare fra operatori; traccia di un operatore; operatori simmetrici e antisimmetrici; vettore duale associato ad un operatore antisimmetrico; espressione di un operatore come somma di un operatore simmetrico e di uno antisimmetrico; operatori di rotazione e proprietà; polinomio caratteristico di un operatore; prodotto tensoriale e proprietà; autovalori ed autovettori di un operatore; direzioni principali; trasformazioni di similitudine; diagonalizzazione di una matrice simmetrica; invarianti principali di una matrice; operatori definiti di segno; teorema di Sylvester; teorema di Hamilton-Cayley; teorema polare.

### Deformazione e cinematica in meccanica dei continui

Operatore gradiente di deformazione; operatori di deformazione di Cauchy-Green e di Green-Saint Venant; scorrimenti e coefficienti di dilatazione lineare, superficiale e cubica; punti di vista euleriano e lagrangiano; velocità lagrangiana ed euleriana; gradiente di velocità; tensore velocità di deformazione; vettore vorticità; espressione del gradiente di velocità in un moto rigido; accelerazione lagrangiana ed euleriana.

### Equazioni di bilancio e leggi di conservazione

Teorema di Gauss-Green; teorema del trasporto; equazioni di bilancio e leggi di conservazione; soluzioni classiche e soluzioni deboli; equazione di continuità; bilancio della quantità di moto; teorema di Cauchy e tensore degli sforzi; bilancio del momento della quantità di moto e simmetria del tensore degli sforzi; condizioni al contorno; principio dei lavori virtuali e potenza delle forze interne; formulazione lagrangiana delle equazioni di bilancio; primo e secondo tensore di Piola-Kirchhoff; invarianza galileiana.

### Teoria delle equazioni costitutive

Considerazioni introduttive e principi generali; principio di indifferenza materiale; principio dell'entropia; esempi: corpi termoelastici, fluidi perfetti e teorema delle tre quote di Bernoulli, fluidi perfetti incomprimibili, fluidi di Navier-Stokes-Fourier, fluidi non newtoniani.

### Restrizioni del principio dell'entropia

Restrizioni del principio dell'entropia nel caso dell'elasticità non lineare e nel caso di fluidi newtoniani.

### Sistemi iperbolici ed elementi di propagazione ondosa non-lineare

Sistemi lineari, quasi-lineari, semi-lineari; classificazione delle equazioni alle derivate parziali; equazione delle onde; il problema della corda vibrante; sistemi iperbolici e velocità caratteristiche; sistemi strettamente iperbolici; metodo delle caratteristiche; il problema di Riemann; onde d'urto e di rarefazione; il problema del traffico automobilistico; legge di dispersione delle onde; onde trasversali e longitudinali in elasticità lineare e nei fluidi perfetti.

### Elementi di probabilità e statistica

Variabili casuali continue n-dimensionali; densità di probabilità; matrice di covarianza; dipendenza e indipendenza stocastica; variabili normali multivariate; combinazioni lineari di variabili normali; distribuzioni

di chi-quadrato, di Student e di Fisher; campioni ridotti: stima consistente di media e varianza; intervalli di confidenza per media e varianza nel caso di variabili normali.

### Testi / Bibliografia

- Tommaso Ruggeri, *Introduzione alla Termomeccanica dei Continui*, Ed. Monduzzi, Bologna;

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame Orale

## 45218 - FISICA MATEMATICA LS

<b>Docente:</b>	FABRIZIO MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo di questo corso consiste nel fornire le basi teoriche e una conoscenza dei principi e delle equazioni che descrivono la dinamica dei sistemi materiali discreti e continui.

### Programma / Contenuti

Meccanica analitica: Equazione simbolica della dinamica. Principio di D'Alembert. Equazioni di Lagrange. Sistemi lagrangiani.

Principio dei lavori virtuali. Condizioni per l'equilibrio di sistemi olonomi. Equazioni di Hamilton. Principi variazionali. Stabilità dell'equilibrio. Primo e secondo metodo di Lyapunov. Piccole oscillazioni attorno alla posizione di equilibrio stabile.

Meccanica dei sistemi continui. Cinematica dei continui, Lemma di Cauchy e teorema di bilancio della quantità di moto, Teorema delle forze vive, equazione del calore, equazioni costitutive per materiali elastici, fluidi viscosi, equazioni di Navier-Stokes. Termodinamica dei sistemi continui. Primo principio della termodinamica, secondo principio della termodinamica, applicazioni ai corpi elastici, ai fluidi viscosi e ai materiali viscoelastici.

### Testi / Bibliografia

M. Fabrizio, *Introduzione alla meccanica razionale e ai suoi metodi matematici*. Zanichelli ed., Bologna 1994.

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno fornite le basi matematiche della meccanica dei sistemi discreti e continui. Il corso sarà integrato da esercitazioni, che conterranno esempi ed esercizi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale in cui potrà essere proposto un esercizio sui temi di esame da risolvere.

### Strumenti a supporto della didattica

lavagna, lavagna luminosa,

## 49769 - FISICA MODERNA LS

<b>Docente:</b>	MASSA IGNAZIO GIACOMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0451 - Ingegneria chimica e di processo 0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Meccanica ed Elettromagnetismo classici, come presentati nei corsi di Fisica L-A e Fisica L-B della Facoltà di Ingegneria di Bologna.

**Programma / Contenuti**

Fenomeni ondulatori:

Oscillazioni armoniche libere, smorzate e forzate. Risonanza. Onde elastiche nei fluidi e nei solidi. Energia, riflessione e trasmissione. Sovrapposizione. Battimenti. Velocità di fase e di gruppo. Onde stazionarie. Onde elettromagnetiche: carattere trasversale, energia e impulso; vettore di Poynting. Spettro delle onde elettromagnetiche e luce. Diffusione e assorbimento della luce; riflessione e rifrazione. Interferenza di onde e coerenza. Diffrazione e Principio di Huygens.

Elementi di meccanica relativistica:

Limiti della meccanica classica. Velocità limite. Esperimenti fondamentali in Relatività: spazio, tempo e sistemi di riferimento. Simultaneità. Dilatazione del tempo; paradosso dei gemelli. Contrazione delle lunghezze. Trasformazioni di Lorentz. Energia. Forza, accelerazione e massa. Equivalenza massa-energia.

Transizione alla meccanica quantistica:

Successi delle teorie classiche. Elementi di crisi: corpo nero, effetto fotoelettrico. Onde elettromagnetiche come particelle; particelle come onde. Esperienze di interferenza e diffrazione di fotoni e di elettroni. Dualismo onda-corpuscolo. Concetti base della meccanica quantistica: interpretazione probabilistica, equazione delle onde elettromagnetiche ed equazione di Schroedinger, funzione d'onda e stato quantistico, principio di indeterminazione. Principio di corrispondenza. Stati liberi e stati legati: pacchetti d'onda e analisi di Fourier, atomo di Bohr, equazione di Schroedinger con potenziale, studio di alcuni casi unidimensionali. L'atomo di Idrogeno: livelli e numeri quantici. Lo spin. Cenni di Fisica nucleare: struttura e sistematica dei nuclei, radioattività, fissione e fusione nucleare. Cenni sulle interazioni fondamentali.

**Testi / Bibliografia**

**S. Focardi, I. Massa e A. Uguzzoni:**

Fisica Generale - Onde, Casa Editrice Ambrosiana.

Il materiale di Relatività e di Meccanica Quantistica sarà fornito durante il corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta più prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Gran parte del materiale necessario sarà fornito durante il corso.

## 10427 - FISICA TECNICA AMBIENTALE

<b>Docente:</b>	GARAI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	10

## Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti acquisiranno una conoscenza di base dei principi della Termodinamica macroscopica classica e della loro estensione ai sistemi aperti. Gli studenti impareranno a calcolare le proprietà dell'aria atmosferica, a lavorare con le sue trasformazioni e ad applicarle al condizionamento ambientale degli edifici.

Gli studenti acquisiranno una conoscenza di base dei meccanismi della Trasmissione del calore: conduzione, convezione ed irraggiamento. Impareranno a dimensionare l'isolamento termico degli edifici. In un'ottica rivolta alle applicazioni ingegneristiche, saranno in grado di affrontare correttamente problemi di scambio termico e di conversione di varie forme di energia.

Gli studenti acquisiranno inoltre una conoscenza di base dell'Acustica Applicata ed una panoramica delle principali applicazioni: acustica ambientale e valutazioni d'impatto delle infrastrutture di trasporto e degli insediamenti industriali; acustica degli edifici; qualità del suono e acustica delle sale. Fanno parte integrante dell'insegnamento conoscenze sulla strumentazione di misura, sulle norme tecniche italiane ed internazionali, sulla legislazione di settore.

## Programma / Contenuti

### 1. TERMODINAMICA

#### 1.1 Introduzione.

Introduzione alla Termodinamica.

Principio zero della Termodinamica.

Definizione di temperatura e scale di temperatura.

#### 1.2 Primo e secondo principio.

Primo principio della Termodinamica per sistemi chiusi.

Secondo principio della Termodinamica per sistemi chiusi: enunciati di Kelvin-Planck, di Clausius e loro equivalenza.

Macchine di Carnot.

Irreversibilità dei fenomeni naturali.

Entropia e lavoro perduto. Temperatura termodinamica.

#### 1.3 Sistemi aperti.

Bilanci di massa per sistemi aperti.

Bilanci di energia per sistemi aperti.

Esempi di interesse applicativo.

Perdite di carico. Formula dei camini.

#### 1.4 Sostanze pure, diagrammi e cicli.

Superficie  $p$ - $v$ - $T$  per le sostanze pure. Regola delle fasi di Gibbs.

Vapori saturi. Diagrammi termodinamici.

Ciclo Rankine. Ciclo frigorifero. Pompe di calore.

#### 1.5 Miscele d'aria e vapor d'acqua.

Descrizione delle miscele d'aria e vapor d'acqua.

Trasformazioni psicrometriche.

Cenni di condizionamento ambiente.

Misure di grado igrometrico.

### 2. TRASMISSIONE DEL CALORE

#### 2.1 Conduzione.

Legge di Fourier. Equazione di Fourier.

Soluzioni in regime stazionario: strato piano, strato cilindrico.

Raggio critico.

Analogia elettrica. Ponti termici.

Misure di conduttività termica.

Materiali per l'isolamento termico.

## 2.2 Convezione.

Coefficiente di convezione.

Analisi dimensionale e similitudine.

Convezione forzata, naturale e mista.

Raffreddamento di un corpo per convezione naturale.

Strato limite dinamico e termico.

## 2.3 Irraggiamento.

Definizioni di base. Corpi neri e corpi grigi.

Leggi di Stefan-Boltzmann, di Planck, di Wien, di Lambert, di Kirchhoff.

Scambio di energia tra superfici completamente affacciate e parzialmente affacciate.

Irraggiamento solare.

## 2.4 Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio.

Coefficiente globale di scambio termico.

Scambiatori di calore.

## 2.5 Termoigrometria.

Bilancio termoigrometrico delle strutture edilizie.

Rischio di formazione di condensa nelle strutture edilizie.

Diagramma di Glaser.

## 3. ACUSTICA APPLICATA

### 3.1 Acustica fisica.

Il fenomeno sonoro. Principali grandezze acustiche.

Velocità del suono nei vari mezzi.

Onde piane, sferiche, cilindriche, stazionarie.

### 3.2 Acustica psicofisica (cenni).

Sistema uditivo umano.

Disturbo e danno da rumore.

### 3.3 Livelli sonori decibel e spettri.

Scala dei decibel.

Filtri di (1/n di) ottava.

Curve di ponderazione in frequenza.

Mettrica dei livelli sonori.

Misuratori di livello sonoro.

Cenni all'analisi di Fourier.

### 3.4 Rumore in ambiente esterno.

La propagazione sonora in ambiente esterno.

Barriere acustiche.

Leggi e norme tecniche.

Rumore da impianti industriali. Rumore da traffico stradale, ferroviario, aereo.

### 3.5 Acustica edilizia.

Isolamento acustico: leggi fondamentali.

Leggi e norme tecniche.

Valutazione delle prestazioni acustiche dell'edificio nel suo insieme a partire dalle prestazioni dei componenti.

### 3.6 Acustica degli ambienti chiusi.

Trattazione geometrica.

Trattazione energetica-statistica. Riverberazione.  
 Formule di Sabine e di Norris-Eyring del tempo di riverberazione.  
 Cenni alla trattazione ondulatoria.  
 Materiali e sistemi passivi fonoassorbenti.

### Testi / Bibliografia

Y.A. Çengel, Termodinamica e trasmissione del calore, McGraw-Hill, 2a Ed., Milano (2005).  
 M.C. Potter, C.W. Somerton, Termodinamica per ingegneri, McGraw-Hill, Milano (1998).  
 S. Lazzari, B. Pulvirenti, E. Rossi di Schio, Esercizi risolti di termodinamica, moto dei fluidi e termocinetica, Esculapio, Bologna (2004).  
 V. Corrado, E. Fabrizio, Applicazioni di termofisica dell'edificio e climatizzazione, Ed. CLUT, Torino (2005).  
 R. Spagnolo (a cura di), Manuale di acustica applicata, De Agostini Scuola - Città Studi Edizioni, Torino (2008).

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno discusse tutte le problematiche indicate nel programma. Le lezioni saranno integrate da esercitazioni numeriche in aula. Un tutor sarà disponibile fuori dall'orario delle lezioni per chiarimenti ed integrazioni.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Due prove scritte in itinere (obbligatorie) ed una prova orale. Le domande tenderanno ad accertare la conoscenza da parte dello studente delle nozioni presentate a lezione; può essere richiesta la soluzione di un problema numerico del tipo di quelli affrontati durante le ore di esercitazione che affiancano le lezioni teoriche.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore per PC, lavagna luminosa, tutor.

## 57890 - FISICA TECNICA AMBIENTALE I

**Docente:** GUIDORZI PAOLO  
**Corso di Laurea:** 0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio  
**Ciclo:** 2  
**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base della termodinamica macroscopica classica e della trasmissione del calore.

Gli argomenti trattati includono lo studio di sistemi termodinamici semplici e alcuni cicli termodinamici di fondamentale interesse applicativo, le proprietà dell'aria atmosferica e le sue trasformazioni, applicate al condizionamento ambientale.

Sarà fornita una conoscenza di base dei meccanismi della trasmissione del calore: conduzione, convezione ed irraggiamento. Saranno illustrati problemi di scambio termico e di conversione di varie forme di energia.

### Programma / Contenuti

#### TERMODINAMICA

##### Introduzione.

Introduzione alla Termodinamica. Unità di misura.

Principio zero della Termodinamica. Termometria.

##### Primo e secondo principio.

Primo principio della Termodinamica per sistemi chiusi.

Secondo principio della Termodinamica per sistemi chiusi:

enunciati di Kelvin-Planck, di Clausius e loro equivalenza.

Macchine di Carnot.

Irreversibilità dei fenomeni naturali.

Entropia e lavoro perduto. Temperatura termodinamica.

#### **Sistemi aperti.**

Bilanci di massa per sistemi aperti.

Bilanci di energia per sistemi aperti.

Esempi di interesse applicativo.

Perdite di carico.

Formula dei camini.

#### **Sostanze pure, diagrammi e cicli.**

Superficie  $p$ - $v$ - $T$  per le sostanze pure. Regola delle fasi di Gibbs.

Vapori saturi. Diagrammi termodinamici. Cicli termodinamici. Gas perfetti.

#### **Miscele d'aria e vapor d'acqua.**

Descrizione delle miscele d'aria e vapor d'acqua. Trasformazioni psicrometriche.

Cenni di condizionamento ambientale.

Misure di grado igrometrico.

### **TRASMISSIONE DEL CALORE**

#### **Conduzione.**

Legge di Fourier. Equazione di Fourier.

Soluzioni in regime stazionario: strato piano, strato cilindrico.

Raggio critico.

Analogia elettrica. Ponti termici.

Misure di conduttività termica.

#### **Convezione.**

Coefficiente di convezione.

Analisi dimensionale e similitudine.

Convezione forzata, naturale e mista.

Raffreddamento di un corpo per convezione naturale.

Strato limite dinamico e termico.

#### **Irraggiamento.**

Definizioni di base. Corpi neri e corpi grigi.

Leggi di Stefan-Boltzmann, di Planck, di Wien, di Lambert, di Kirchhoff.

Scambio di energia tra superfici.

#### **Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio.**

Coefficiente globale di scambio termico.

Scambiatori di calore.

### **Testi / Bibliografia**

A. Cocchi, Elementi di termofisica generale ed applicata, Esculapio, Bologna.

Y.A. Çengel, Termodinamica e trasmissione del calore, McGraw-Hill, 2a Ed., Milano.

S. Lazzari, B. Pulvirenti, E. Rossi di Schio, Esercizi risolti di termodinamica, moto dei fluidi e termocinetica, Esculapio, Bologna.

### **Metodi didattici**

Tutti gli argomenti indicati nel programma saranno svolti durante le lezioni. Esercitazioni numeriche saranno svolte in aula a integrazione delle lezioni teoriche.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Due prove scritte (durante il corso) ed una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore per PC, lavagna luminosa

**57890 - FISICA TECNICA AMBIENTALE L**

<b>Docente:</b>	TRONCHIN LAMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	5

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le nozioni di base per l'analisi energetica dei sistemi, sia attraverso lo studio dei processi di conversione tra le diverse forme di energia (termica, meccanica, elettrica), sia fornendo gli elementi fondamentali sui meccanismi di scambio termico e sulla meccanica dei fluidi. L'insegnamento vuole altresì esaminare gli aspetti fondamentali del benessere termoigrometrico nonché quelli dell'acustica applicata, con particolare riferimento all'acustica edilizia ed architettonica.

**Programma / Contenuti**

Principi di termodinamica.

Richiami di termodinamica generale. Sistemi di unità di misura.

Primo principio della termodinamica; energia interna, entalpia, calore specifico. secondo principio della termodinamica: entropia, trasformazioni reversibili, ciclo di Carnot. Temperatura. Sistema aperto: equazione di continuità, bilancio energetico, casi particolari. Diagrammi termodinamici. Vapori saturi umidi e surriscaldati: proprietà termodinamiche, trasformazioni cicliche. cicli termodinamici fondamentali: ciclo Rankine, frigorifero; pompe di calore. Miscele di aria e vapor d'acqua:

definizioni e grandezze, diagramma psicrometrico, trasformazioni psicrometriche, retta di lavoro, fattore termico. Misure del grado igrometrico.

Trasmissione del calore.

Conduzione: legge ed equazione di Fourier, regime stazionario; strato piano semplice e multiplo, strato cilindrico, raggio critico. Analogia elettrica, ponti termici. Convezione: coefficiente di convezione. Equazioni fondamentali del moto non isoterma. Analisi dimensionale e similitudine. Convezione forzata, naturale, mista.

Significato dei raggruppamenti adimensionali. Irraggiamento: definizioni; corpi neri e grigi; leggi di Stefan-Boltzmann, di Planck, di Wien, di Lambert, di Kirchoff; fattore di forma. Legge di Prevost.

Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio termico: irraggiamento, convezione e conduzione. Coefficiente globale di scambio termico.

Cenni di fluidodinamica.

Equazioni fondamentali del moto isoterma; moto laminare e turbolento; incomprimibilità; strato limite dinamico. Perdite di carico, diagramma di Moody. Prevalenza.

Benessere termoigrometrico e qualità dell'aria.

Definizioni, equazione del benessere. Equazione di Fanger. PMV e PPD. Olf, decipol, ricambio dell'aria.

Legame con PPD.

Nozioni di illuminotecnica.

Grandezze fondamentali dell'illuminotecnica. Illuminamento artificiale diretto ed indiretto dell'interno. Illuminamento naturale dell'interno. Il fattore di luce diurna.

Elementi di acustica.

Definizioni; cenni di acustica fisica; livelli sonori, decibel, curve di ponderazione. Cenni sul sistema uditivo umano.

Cenni di analisi in frequenza. Rumore bianco e rosa. Tempo di riverberazione, campo semiriverberante. Isolamento acustico, assorbimento acustico.

La risposta all'impulso

Tesi di laurea.

Aspetti teorici e sperimentali della fisica tecnica ambientale nell'ambiente costruito ed esterno. bioarchitettura e benessere. Acustica ambientale: isolamento acustico; propagazione in ambiente esterno. Acustica degli ambienti chiusi: progettazione e qualificazione

## Testi / Bibliografia

Testi/Bibliografia

- L. Tronchin, Elementi di Fisica Tecnica e Controllo Ambientale, Ed. Esculapio, 2006
- A. Cocchi, Elementi di Termofisica Generale ed Applicata, Ed. Esculapio, 1990
- Y. Cengel, Termodinamica e trasmissione del calore, Ed. McGraw-Hill
- S. Cingolani, R. Spagnolo, Acustica Musicale ed Architettura, UTET,
- G. Moncada lo Giudice, M. Coppi: Benessere termico e qualità dell'aria interna, Ed. Masson
- G. Moncada lo Giudice, S. Santoboni: Acustica, Ed. Masson
- G. Moncada lo Giudice, A. De Lieto Vollaro: Illuminotecnica, Ed. Masson

## Metodi didattici

ATTENZIONE: Poiché il CdS non possiede ancora un sito WEB, consultare la pagina WEB del corso per le date degli esami <http://www.ciarm.ing.unibo.it/Courses/course-003.htm>

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è orale. A fine del corso, durante la prima settimana di dicembre, verrà effettuata una prova scritta una-tantum per gli studenti frequentanti. Il superamento della prova scritta consente di sostenere, nell'ambito della sessione, la prova orale solamente per le parti rimanenti. La lista degli iscritti verrà ritirata alle ore 13.00 di due giorni prima della data prefissata per lo svolgimento degli esami. L'esame consiste di tre domande: esse riguarderanno ciascuna parte del programma: termodinamica, termocinetica, e terza parte (ambientale). Una domanda riguarderà sempre lo svolgimento di un esercizio (indifferentemente di termodinamica o di termocinetica). La seconda domanda sarà di carattere generale sulla parte restante. La terza ed ultima domanda riguarderà la terza parte (ambientale).

## 17995 - FISICA TECNICA L

<b>Docente:</b>	SALVIGNI SANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Oiettivi del Corso (6 crediti)

L'insegnamento si propone di fornire i criteri con cui affrontare lo studio energetico delle macchine e dei sistemi esaminando le principali trasformazioni termodinamiche tra forme diverse di energia (termica e meccanica); verranno inoltre forniti gli elementi di base della Termocinetica necessari a comprendere i meccanismi di trasporto del calore.

**Programma / Contenuti****TERMODINAMICA APPLICATA**

La termodinamica del sistema: impostazione del problema. Applicazioni del primo e secondo principio della termodinamica a sistemi chiusi e valutazione delle grandezze termodinamiche. Entropia e lavoro. Energia utilizzabile. Sistema aperto. Bilancio delle masse. Il primo principio della termodinamica per i sistemi aperti. Osservazioni ed applicazioni. Il bilancio dell'energia meccanica. Perdite di carico. Sistemi aperti nei quali sono inserite macchine. Trasformazioni isoentropiche in sistemi a sezione variabile. Il secondo principio ed il sistema aperto. Superficie ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ). Diagramma termodinamico ( $p$ ,  $v$ ). Proprietà termodinamiche del liquido. Proprietà termodinamiche del vapore. Gas perfetti. Proprietà termodinamiche e trasformazioni dei gas perfetti. Diagramma entropico ( $T$ ,  $s$ ). Diagramma entalpico ( $h$ ,  $s$ ). Miscele di gas perfetti. Esempi di cicli termodinamici.

**TERMOCINETICA**

La legge di Fourier. L'equazione di Fourier. Conduzione stazionaria. Conduzione in mezzi anisotropi: cenni. Analogia elettrica. Proprietà termofisiche. La convezione: generalità. Equazioni fondamentali del moto non isoterma. Convezione forzata: casi particolari. Convezione naturale o mista: casi particolari. L'irraggiamento: generalità. Definizioni. Corpo nero. Leggi dell'irraggiamento. La contemporanea presenza di diverse modalità di scambio. Convezione e irraggiamento. Coefficiente globale di scambio termico.

**Testi / Bibliografia**

A. Cocchi 'Elementi di termofisica generale ed applicata', Esculapio, Bologna.

**Metodi didattici**

Lo svolgimento del corso è accompagnato da un elevato numero di esercitazioni aventi come oggetto applicazioni delle nozioni di base fornite dal corso stesso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in un colloquio su temi distinti e relativi alla Termodinamica Applicata ed alla Termocinetica: i temi possono essere sia di carattere strettamente teorico che applicativo, con riferimento alle applicazioni illustrate durante le esercitazioni.

## 58535 - FISICA TECNICA L (9 CFU)

<b>Docente:</b>	SALVIGNI SANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire le nozioni e le metodologie di base della termodinamica applicata, della fluidodinamica e della termocinetica, finalizzate allo studio energetico delle macchine e dei sistemi di conversione, trasferimento e controllo dell'energia; verranno inoltre forniti gli elementi di base della termocinetica necessari a comprendere i meccanismi di trasporto del calore.

## Programma / Contenuti

### TERMODINAMICA

La termodinamica del sistema: impostazione del problema. Il primo principio della termodinamica. Calore specifico. Entalpia. Termochimica: cenni. Il secondo principio. Reversibilità. Il teorema di Carnot. Temperatura termodinamica. Entropia. Entropia e lavoro. Energia utilizzabile. Effetti termoelettrici: effetto Seebeck, Peltier, Thomson, Joule e Fourier e relazioni di legame esistenti. Figure di merito. Sistema aperto. Bilancio delle masse. Il primo principio della termodinamica per i sistemi aperti. Osservazioni ed applicazioni. Il bilancio dell'energia meccanica. Il secondo principio ed il sistema aperto. Superficie ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ). Diagramma termodinamico ( $p$ ,  $v$ ). Proprietà termodinamiche del liquido. Proprietà termodinamiche del vapore. Gas perfetti. Proprietà termodinamiche e trasformazioni dei gas perfetti. Diagramma entalpico ( $h$ ,  $s$ ). Miscele di gas perfetti. Ciclo di Rankine. Ciclo frigorifero.

### FLUIDODINAMICA

Generalità. Aspetti fisici del moto di un fluido. Viscosità. Fenomeni di trasporto. Equazioni fondamentali del moto isoterma. Moto laminare. Turbolenza. Strato limite dinamico. Equazioni integrali. Perdite di carico. Condotte nelle quali sono inserite macchine. Regione di ingresso. Moto in condotti a sezione variabile. Misure di velocità e portata.

### TERMOCINETICA

La legge di Fourier. L'equazione di Fourier. Conduzione stazionaria. Conduzione in regime variabile. Conduzione con generazione di calore: cenni. Conduzione in mezzi anisotropi: cenni. Analogia elettrica. Proprietà termofisiche. Osservazioni critiche. La convezione: generalità. Equazioni fondamentali del moto non isoterma. Convezione forzata in regime laminare. Analisi dimensionale. Similitudine. Strato limite termico. Convezione forzata: casi particolari. Convezione naturale o mista: casi particolari. Metalli liquidi: cenni. L'irraggiamento: generalità. Definizioni. Corpo nero. Leggi dell'irraggiamento. Scambio di energia tra superfici completamente affacciate. Scambio di energia tra superfici parzialmente affacciate. La contemporanea presenza di diverse modalità di scambio: generalità. Convezione ed irraggiamento. Coefficiente globale di scambio termico. Superfici alettate.

## Testi / Bibliografia

A. Cocchi 'Elementi di termofisica generale ed applicata', Esculapio, Bologna.

A. Barletta 'Applicazioni della fisica termica', Pitagora, Bologna.

S. Lazzari, B. Pulvirenti, E. Rossi di Schio 'Esercizi risolti di termodinamica, moto dei fluidi e termocinetica', Esculapio, Bologna.

## Metodi didattici

Lo svolgimento del corso è accompagnato da un elevato numero di esercitazioni aventi come oggetto applicazioni delle nozioni di base fornite dal corso stesso.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in un colloquio su tre temi distinti e relativi alla Termodinamica, alla Fluidodinamica ed alla Termocinetica: i temi possono essere sia di carattere strettamente teorico che applicativo, con riferimento alle applicazioni illustrate durante le esercitazioni.

Inoltre, sarà offerta agli studenti la possibilità di prove in itinere scritte sulle prime due parti del programma.

**42151 - FISICA TECNICA L (3CFU)**

<b>Docente:</b>	BISERNI CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso ha essenzialmente carattere propedeutico per gli allievi del Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale e si propone di fornire gli elementi essenziali di termodinamica di base e applicata necessari per la comprensione dei bilanci energetici.

**Programma / Contenuti**

La natura della termodinamica: temperatura e calore. Applicazioni della termodinamica ai sistemi chiusi. Primo principio della termodinamica: lavoro, energia interna e bilanci energetici. Secondo principio e formulazione della grandezza entropia. Sistema aperto: bilancio delle masse e dell'energia meccanica. Perdite di carico. Le proprietà delle sostanze pure: la superficie (p,v,T) e il diagramma (p,v). Gas perfetti ed equazione di stato. Diagramma entropico (T, s). Diagramma entalpico (h, s). Miscele di gas e vapor d'acqua: psicrometria. Cicli termodinamici convenzionali: ciclo Rankine, ciclo frigorifero e pompa di calore.

**Testi / Bibliografia**

- Y.A. Çengel, Termodinamica e trasmissione del calore - Seconda edizione, McGraw-Hill;
- E. Lorenzini, Termodinamica, Pitagora Editrice;
- A. Cocchi, Elementi di termodinamica generale ed applicata, Esculapio.

**Metodi didattici**

Durante il corso, molte lezioni avranno per oggetto esercizi su applicazioni sui concetti di base.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame finale consiste in una prova scritta ed un breve colloquio orale, aventi come oggetto le nozioni fornite durante il corso.

**45225 - FISICA TECNICA LS**

<b>Docente:</b>	PULVIRENTI BEATRICE
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**29160 - FLUID MECHANICS AND TRANSPORT PHENOMENA  
M**

<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Mutuato da:</b>	30149 - FLUID MECHANICS AND TRANSPORT PHENOMENA (vedi p. 508)

## 30149 - FLUID MECHANICS AND TRANSPORT PHENOMENA

<b>Docente:</b>	DOGHIERI FERRUCCIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 45223 - FLUIDODINAMICA DEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA LS

<b>Docente:</b>	BIANCHI GIAN MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso mira a fornire conoscenze specifiche di termofluidodinamica dei motori a combustione interna alternativi.

In particolare il Corso si prefigge di fornire nozioni che consentano di:

1. Individuare i parametri fisici e motoristici che influenzano i processi termofluidodinamici fondamentali che caratterizzano il funzionamento dei motori
2. Indirizzare nella scelta di soluzioni progettuali mirate a migliorare l'efficienza, l'impatto ambientale e la prestazione dei motori.

**Programma / Contenuti**

- Principi di gasdinamica: flusso stazionario comprimibile non viscoso Q1D, urti retti, teoria acustica di propagazione delle onde.
- Fluidodinamica dei processi di aspirazione e scarico. Aspetti generali, Il flusso stazionario attraverso il gruppo condotto-valvola (aspirazione e scarico) e valutazione del coefficiente di efflusso stazionario. Il processo dinamico di aspirazione e di scarico. Effetti inerziali e d'onda. Il riempimento volumetrico. Principi di dimensionamento dei condotti e di definizione della fasatura delle valvole di aspirazione e scarico.
- Moti della carica nel cilindro e la formazione di turbolenza. Il moto di swirl (scopi, conformazione dei condotti, caratterizzazione stazionaria, evoluzione nel cilindro). Il moto di Tumble (scopi, conformazione dei condotti, caratterizzazione stazionaria, evoluzione nel cilindro). Il moto di reverse tumble. Il moto di squish.
- I sistemi di iniezione ad alta pressione per motori Diesel e a benzina ad iniezione diretta. Layout e principi operativi dei sistemi di iniezione. Layout e principi operativi degli iniettori multiforo. Curve di caratterizzazione degli iniettori. Instabilità dinamiche. Cavitazione e teoria dei flussi bifase. Il flusso attraverso gli ugelli della servovalvola pilota, il flusso attraverso i fori del polverizzatore.
- Il processo di atomizzazione dei getti liquidi, il break up degli spray di combustibili. Analisi di sensibilità ai fattori geometrici, operativi e ai parametri fisici di controllo del processo di atomizzazione e di breakup.
- Combustione premiscelata: la velocità di combustione laminare e turbolenta, il processo di accensione, il processo di combustione, combustioni anomale, stabilità ciclica, principi di progettazione delle camere di combustione.

- Combustione non premiscelata: interazione spray fluidodinamica della camera di combustione, autoaccensione, combustione premiscelata e non premiscelata. Principi di formazione dei principali inquinanti gassosi: ossidi di azoto e particolato.

#### Testi / Bibliografia

- Appunti delle lezioni
- "Internal Combustion Engine Fundamentals", J.B. Heywood, McGraw Hill

#### Metodi didattici

Lezioni teoriche con integrazione di esercizi numerici durante le esercitazioni e seminari su temi specifici

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale

#### Strumenti a supporto della didattica

- Lavagna luminosa
- PC e Video proiettore

## 17399 - FLUIDODINAMICA L

<b>Docente:</b>	DE ANGELIS MARIA GRAZIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

È obiettivo del corso fornire le conoscenze necessarie per esaminare, in termini operativi, vari aspetti del trasporto di fluidi compressibili e incompressibili, effettuando anche la scelta degli apparati a ciò necessari. Il corso intende inoltre fare acquisire allo studente familiarità con gli aspetti di base della meccanica dei fluidi.

#### Programma / Contenuti

Introduzione all'analisi dimensionale: dimensioni fondamentali e sistemi di unità di misura, teorema di Buckingham, similitudine dinamica.

Statica dei fluidi: profilo di pressione in fluidi in quiete, spinta di galleggiamento, strumenti di misura della pressione.

Bilanci di materia e quantità di moto: bilanci integrali e locali, bilanci per lo schema di corrente monodimensionale (CM).

Equazioni costitutive per lo sforzo in fluidi viscosi: fluido ideale, fluido newtoniano, fluido viscoso non newtoniano, fluido di Bingham, misura della viscosità.

Moto di fluidi incompressibili in condotti: bilancio di energia meccanica, perdite di carico, reti di condotte, problemi di verifica e di progetto, misura della portata.

Flusso esterno: coefficienti di trascinamento, velocità terminale di caduta di particelle.

Moto di fluidi compressibili: moto adiabatico e isoterma in condotti a sezione costante.

Pompe e compressori: movimentazione dei fluidi con pompe centrifughe e compressori, curva caratteristica, NPSH e numero di giri specifico per una pompa.

#### Testi / Bibliografia

Dispense (Italiano).

Ronald Darby "Chemical Engineering Fluid Mechanics", 2nd Ed., Marcel Dekker, New York, 2001. (Inglese)

Fenomeni di Trasporto: fondamenti e applicazioni M. C. Annesini Edizioni Ingegneria 2000, Roma, 2004 (Italiano)

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

E' prevista una prova di verifica scritta e una prova orale. La prova scritta può essere svolta in due prove parziali intermedie al corso, oppure in una unica soluzione, attraverso lo svolgimento di una prova complessiva finale.

**44732 - FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE AMBIENTALI LS**

<b>Docente:</b>	FIORINI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le conoscenze per comprendere in modo sistematico le proprietà chimico-fisiche dei principali inquinanti di aria, acqua e suolo, in relazione alla loro produzione e alla loro reattività nell'ambiente, al fine di poter prevenire, valutare o correggere le alterazioni dei parametri ambientali.

**Programma / Contenuti**

Introduzione alle relazioni tra la Chimica e l'ambiente. Caratteristiche chimiche e fisiche dei comparti ambientali: atmosfera, idrosfera, geosfera, biosfera e loro interazioni con l'antroposfera. Cicli geochimici di alcuni importanti elementi (C, O, N, S e P). Fonti (naturali e antropiche), reazioni, trasporto, effetti e destino delle specie chimiche in ambienti acquatici, nel suolo e nell'atmosfera, incluse le reazioni di precipitazione, di scambio gassoso, acido-base, redox, di complessazione, e di adsorbimento; le conseguenze dei cambiamenti nella composizione chimica dell'ambiente per l'uomo e le altre specie; le conseguenze dell'utilizzo dell'energia. Verranno discussi fenomeni a livello locali e globali, quali l'effetto serra, la riduzione dell'ozono, le piogge acide, l'eutrofizzazione, l'inquinamento urbano. Sono inoltre discusse le basi chimiche della tossicità ed ecotossicità di composti inorganici ed organici rappresentativi.

**Testi / Bibliografia**

C. Baird, M. Cann *Chimica Ambientale*, Zanichelli, 2006

G. W. vanLoon, S. J. Duffy *Environmental Chemistry: a global perspective* Oxford University Press, 2nd Ed., 2005 [Si tratta di testi di riferimento consigliati, utili per approfondimenti di varie parti del programma; non sono adottati ufficialmente, né seguiti in modo dettagliato].

Testi di approfondimento su argomenti specifici saranno messi a disposizione degli studenti durante le lezioni.

**Metodi didattici**

Il corso prevede lezioni in aula accompagnate da esercitazioni sull'applicazione dei concetti appresi durante le lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

I lucidi utilizzati durante le lezioni saranno messi a disposizione degli studenti in anticipo. Testi di approfondimento su argomenti specifici potranno essere distribuiti durante le lezioni.

## 57892 - FONDAMENTI DELL'INGEGNERIA DI PROCESSO L

Docente:	DOGHIERI FERRUCCIO
Corso di Laurea:	0057 - Ingegneria energetica
Ciclo:	3
Crediti:	5

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso e' quello di fornire gli elementi di base per eseguire bilanci di materia ed energia per singole apparecchiature e per sistemi complessi, tipici dell'industria di processo.

**Programma / Contenuti**

L'insegnamento costituisce un'introduzione all'analisi quantitativa delle operazioni dell'industria di processo, eseguita utilizzando il modello di impianto come rete di correnti materiali ed energetiche colleganti un sistema di "scatole nere".

**Argomenti principali.**

1. Rappresentazione schematica degli impianti chimici: diagrammi a fiume, schemi di processo e schema tecnologico. L'impianto chimico come sistema di scatole nere. I sottosistemi costituenti un impianto chimico: apparati continui, semicontinui e discontinui. Funzionamento in condizioni stazionarie e transitorie.
2. Stato delle correnti materiali ed energetiche: variabili di composizione e variabili di flusso, definizioni, proprietà, relazioni ed unità di misura. Grandezze estensive, intensive e molari parziali. Proprietà di una miscela ideale; applicazione del teorema di Eulero.
3. L'equazione di bilancio integrale di una proprietà estensiva: termini di accumulo, generativi e di flusso.
4. Bilanci di materia per singoli apparati, in presenza ed in assenza di reazioni chimiche, in condizioni di regime stazionario e transitorio. Reagente limitante ed in eccesso, conversione, selettività e resa. Concetto di base di bilancio. Esempi relativi ad apparati dell'industria di processo (reattori, miscelatori, distillatori, evaporatori, ecc.) .
5. L'equazione di bilancio integrale di energia: forma generale (richiami). Potenza associata all'ingresso ed all'uscita di correnti materiali. Applicazione alla soluzione di problemi tipici dell'ingegneria di processo: forme semplificate.
6. Bilanci di energia per singoli apparati, in presenza ed in assenza di reazioni chimiche. Richiami sul calcolo di variazioni di entalpia per sostanze pure: uso di tabelle e diagrammi termodinamici, di calori molari del gas ideale, di calori latenti. Criteri di scelta dello stato di riferimento più opportuno in relazione alla disponibilità dei dati. Richiami ed integrazioni di termochimica: stato standard, entalpia di reazione, entalpia di reazione standard, entalpia di formazione standard, entalpia di combustione. Reperibilità dei dati. Applicazioni a miscele ideali e a miscele di gas ideali. Calcolo della potenza meccanica in macchine motrici ed operatrici e delle condizioni della corrente in uscita: applicazione del rendimento rispetto alla trasformazione isoentropica.
7. Combustibili: aspetti generali e problematiche associate alle reazioni di combustione. Combustibili solidi, liquidi e gassosi. Analisi immediata ed elementare. Criteri di classificazione dei greggi. Distillazione del petrolio: topping e vacuum. Biodiesel. Cenni alla normativa sui combustibili. Applicazioni di bilanci di materia a sistemi con reazioni di combustione: calcolo della composizione dei fumi secchi ed umidi al variare della composizione del combustibile e dell'eccesso d'aria. Potere calorifico inferiore e superiore. Calcolo della temperatura teorica di fiamma.
8. Bilancio di materia ed energia per un impianto in condizioni stazionarie. Problematiche e metodologia di soluzione del problema generale. Analisi delle correnti principali (alimentazione fresca, combinata,

spurgo e ricircolo) e delle apparecchiature principali. Esempi di applicazioni ad impianti tipici del settore energetico: caldaie per la produzione di vapore con recupero energetico dei fumi, cicli di potenza, cicli di raffreddamento a compressione di vapore, liquefazione di gas.

9. Sistemi gas-liquido contenenti un solo composto condensabile: temperatura di rugiada, umidità assoluta e relativa. Legge di Raoult. Calcolo delle condizioni di rugiada e dell'umidità relativa mediante l'uso di dati di tensione di vapore. Uso del diagramma psicrometrico per la soluzione di bilanci di materia ed energia per impianti di raffreddamento e de-umidificazione di correnti di aria.

## Testi / Bibliografia

Testi consigliati:

- F.P. Foraboschi, Principi di Ingegneria Chimica, UTET, Torino ( cap.I)
- R.M. Felder, R.W. Rousseau, Elementary Principles of Chemical Processes, , 3a edizione, 2000.
- O.A. Hougen, K.M. Watson, R.A. Ragatz, Principi dei processi chimici, vol.1, Casa Editrice Ambrosiana, 1967.
- Appunti del docente

## 57892 - FONDAMENTI DELL'INGEGNERIA DI PROCESSO L

<b>Docente:</b>	BANDINI SERENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso e' quello di fornire gli elementi di base per eseguire bilanci di materia ed energia per singole apparecchiature e per sistemi complessi, tipici dell'industria chimica e di processo.

### Programma / Contenuti

L'insegnamento costituisce un'introduzione all'analisi quantitativa dei processi dell'industria chimica eseguita utilizzando il modello di impianto chimico come rete di correnti materiali ed energetiche colleganti un sistema di "scatole nere".

Verranno forniti gli elementi di base per eseguire bilanci di materia ed energia per sistemi multicomponenti in singole apparecchiature ed in sistemi complessi.

Argomenti principali.

1. Rappresentazione schematica degli impianti chimici: diagramma a fiume, schema di processo e schema tecnologico. L'impianto chimico come sistema di scatole nere. I sottosistemi costituenti un impianto chimico: apparati continui, semicontinui e discontinui. Funzionamento in condizioni stazionarie e transitorie.
2. Stato delle correnti materiali ed energetiche: variabili di composizione e variabili di flusso, definizioni, proprietà, relazioni ed unità di misura. Grandezze estensive, intensive e molari parziali. Proprietà di una miscela ideale; applicazione del teorema di Eulero.
3. L'equazione di bilancio integrale di una proprietà estensiva: termini di accumulo, generativi e di flusso.
4. Bilanci di materia per singoli apparati, in presenza ed in assenza di reazioni chimiche, in condizioni di regime stazionario e transitorio. Reagente limitante ed in eccesso, conversione, selettività e resa. Concetto di base di bilancio. Esempi relativi ad apparati dell'industria di processo (reattori, miscelatori, distillatori, evaporatori, ecc.) . Applicazioni a sistemi con reazioni di combustione: calcolo della

composizione dei fumi secchi ed umidi al variare della composizione del combustibile e dell'eccesso d'aria.

- L'equazione di bilancio integrale di energia. Richiami ed applicazione alla soluzione di problemi tipici dell'ingegneria di processo: forme semplificate. Bilanci di energia per singoli apparati, in presenza ed in assenza di reazioni chimiche. Applicazioni a miscele ideali e a miscele gassose di gas ideali. Richiami sul calcolo di variazioni di entalpia per sostanze pure. Criteri di scelta dello stato di riferimento più opportuno, in relazione alla disponibilità dei dati. Richiami ed integrazioni di termochimica. Calcolo del flusso termico in reattori chimici. Potere calorifico e temperatura teorica di fiamma.
- Bilancio di materia ed energia per un impianto chimico in condizioni stazionarie. Problematiche e metodologia di soluzione del problema generale. Analisi delle correnti principali (alimentazione fresca, combinata, spurgo e ricircolo) e delle apparecchiature principali (miscelatore, partitore, reattore, scambiatore di calore, apparati di separazione). Applicazioni ad impianti tipici dell'industria di processo.

## Testi / Bibliografia

Testi consigliati:

- F.P.Foraboschi, Principi di Ingegneria Chimica, UTET, Torino ( cap.I)
- R.M.Felder, R.W.Rousseau, Elementary Principles of Chemical Processes, , 3a edizione, 2000.
- O.A. Hougen, K.M. Watson, R.A.Ragatz, Principi dei processi chimici, vol.1, Casa Editrice Ambrosiana, 1967.
- Appunti del docente.

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di esame consta in una prova scritta.

Propedeuticità: Termodinamica applicata L.

# 17989 - FONDAMENTI DI CHIMICA L

<b>Docente:</b>	BERTI CORRADO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di analizzare in modo generale le proprietà e le trasformazioni della materia, sia dal punto di vista macroscopico che microscopico, con lo scopo di comprendere le relazioni tra proprietà e struttura e le proprietà generali dei materiali.

## Programma / Contenuti

- Struttura atomica della materia. Costituzione dell'atomo. Numero atomico, numero di massa, isotopi. La struttura del nucleo atomico e la radioattività. Energia delle reazioni nucleari, reazioni di fissione e fusione.
- Struttura elettronica degli atomi e sistema periodico degli elementi. Cenni alla teoria dei quanti: effetto fotoelettrico, modello di Bohr e spettri atomici, onde di materia. Orbitali atomici e numeri quantici. Struttura elettronica degli atomi. Il sistema periodico: gruppi, periodi e serie di transizione. Proprietà periodiche.
- Legame chimico nelle molecole e nei cristalli. Legame ionico e struttura dei cristalli ionici. Legame covalente: Legami semplici e legami multipli. Molecole polari e apolari. Orbitali ibridi, risonanza e geometria molecolare. Teoria degli orbitali molecolari. Legame metallico: teoria delle bande. Conduttori, semiconduttori e isolanti. Legami deboli.

4. Le reazioni chimiche. Formule chimiche e nomenclatura chimica. Tipi di reazioni: bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione. Calcoli stechiometrici.
5. Stati di aggregazione della materia. Lo stato gassoso: gas ideali, miscele di gas ideali e legge di Dalton. Lo stato liquido: pressione di vapore. Lo stato solido: solidi cristallini e amofi, a struttura di alcuni solidi cristallini.
6. Termodinamica ed equilibrio chimico. Primo principio della termodinamica, entalpia, legge di Hess ed entalpie standard di formazione e combustione. Spontaneità dei processi ed entropia, seconda legge della termodinamica. Entropia standard e terza legge della termodinamica. Energia libera e costanti di equilibrio. Calcolo della composizione all'equilibrio. Lo spostamento dell'equilibrio.
7. Equilibrio acido-base. Autoprotolisi dell'acqua e pH. Il concetto di acido e base secondo Arrhenius e Bronsted. Il pH per soluzioni acquose di acidi o basi forti.
8. Velocità di reazione. Dipendenza dalla concentrazione: equazione cinetica e ordine di reazione. Dipendenza dalla temperatura: teoria delle collisioni. Equazione di Arrhenius e meccanismi di reazione. Catalisi omogenea ed eterogenea.
9. Elettrochimica. Pile e potenziali elettrodi. Equazione di Nernst. La serie elettrochimica dei potenziali standard. Fenomeni elettrolitici e leggi di Faraday.

### Testi / Bibliografia

- M. S. Silberberg, Chimica, McGraw-Hill  
 P. Atkins, L. Jones, Principi di Chimica, Zanichelli  
 R. A. Michelin, A. Munari, Fondamenti di Chimica, CEDAM  
 P. Manaresi, E. Marianucci, Problemi di Chimica per Ingegneria, Esculapio

### Metodi didattici

Il corso è basato su lezioni svolte in aula (generalmente utilizzando la proiezione di diapositive e filmati) che si compongono anche di una parte esercitazionale. Copie delle diapositive saranno a disposizione degli studenti.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta integrata da una verifica orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Tutte le diapositive che verranno utilizzate durante il corso saranno distribuite insieme ad altro materiale didattico in formato elettronico. Fotocopie dello stesso materiale saranno inoltre disponibili presso il Centro fotocopie della facoltà. Inoltre, alcune pagine web di supporto all'attività didattica saranno regolarmente aggiornate con informazioni generali sul corso e sul programma svolto durante le lezioni.

<http://dicasm.ing.unibo.it/berti/>

## 58528 - FONDAMENTI DI CHIMICA L-A (6 CFU)

<b>Docente:</b>	TOSELLI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di analizzare in modo generale le proprietà e le trasformazioni della materia, sia dal punto di vista macroscopico che microscopico, con lo scopo di comprendere le relazioni tra proprietà e struttura e le proprietà generali dei materiali.

### Programma / Contenuti

1. Struttura atomica della materia. Costituzione dell'atomo. Numero atomico, numero di massa, isotopi.

2. Struttura elettronica degli atomi e sistema periodico degli elementi. Cenni alla teoria dei quanti: effetto fotoelettrico, modello di Bohr e spettri atomici, onde di materia. Orbitali atomici e numeri quantici. Struttura elettronica degli atomi. Il sistema periodico: gruppi, periodi e serie di transizione. Proprietà periodiche.
3. Legame chimico nelle molecole e nei cristalli. Legame ionico e struttura dei cristalli ionici. Legame covalente: Legami semplici e legami multipli. Molecole polari e apolari. Orbitali ibridi, risonanza e geometria molecolare. Teoria degli orbitali molecolari. Legame metallico: teoria delle bande. Conduttori, semiconduttori e isolanti. Drogaggio, droganti di n e di tipo p. Legami deboli.
4. Le reazioni chimiche. Formule chimiche e nomenclatura chimica. Tipi di reazioni: bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione. Calcoli stechiometrici.
5. Stati di aggregazione della materia. Lo stato gassoso: gas ideali, miscele di gas ideali e legge di Dalton. Lo stato liquido: pressione di vapore. Lo stato solido: solidi cristallini e amofi, a struttura di alcuni solidi cristallini.
6. Termodinamica ed equilibrio chimico. Primo principio della termodinamica, entalpia, legge di Hess ed entalpie standard di formazione e combustione. Spontaneità dei processi ed entropia, seconda legge della termodinamica. Entropia standard e terza legge della termodinamica. Energia libera e costanti di equilibrio. Calcolo della composizione all'equilibrio. Lo spostamento dell'equilibrio.
7. Equilibrio acido-base. Autoprotolisi dell'acqua e pH. Il concetto di acido e base secondo Arrhenius e Bronsted. Il pH per soluzioni acquose di acidi o basi forti. 8. Velocità di reazione. Dipendenza dalla concentrazione: equazione cinetica e ordine di reazione. Dipendenza dalla temperatura: teoria delle collisioni. Equazione di Arrhenius e meccanismi di reazione. Catalisi omogenea ed eterogenea.
9. Elettrochimica. Pile e potenziali elettrodi. Equazione di Nernst. La serie elettrochimica dei potenziali standard. Fenomeni elettrolitici e leggi di Faraday.

#### Testi / Bibliografia

- E. MICHELIN A. MUNARI FONDAMENTI DI CHIMICA PER INGEGNERIA, 4° edizione, 1998, CEDAM PADOVA. (copertina gialla)  
 in alternativa: E. MICHELIN A. MUNARI FONDAMENTI DI CHIMICA PER LE TECNOLOGIE, 2002, CEDAM PADOVA. (copertina verde)

#### Metodi didattici

Il corso è basato su lezioni svolte in aula (generalmente utilizzando la proiezione di diapositive e filmati) che si compongono anche di una parte esercitazionale. Copie delle diapositive saranno a disposizione degli studenti.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta integrata da una verifica orale.

#### Strumenti a supporto della didattica

Tutte le diapositive che verranno utilizzate durante il corso saranno distribuite insieme ad altro materiale didattico in formato elettronico. Fotocopie dello stesso materiale saranno inoltre disponibili presso il Centro fotocopia della facoltà. Inoltre, alcune pagine web di supporto all'attività didattica saranno regolarmente aggiornate con informazioni generali sul corso e sul programma svolto durante le lezioni.

## 18033 - FONDAMENTI DI CHIMICA L-B

<b>Docente:</b>	MUNARI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire, oltre ad alcuni importanti complementi, i necessari approfondimenti sugli argomenti di chimica che sono alla base dell'interpretazione delle proprietà elettriche, ottiche e magnetiche dei materiali di interesse per l'elettronica, che vengono analizzate sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche degli elementi costituenti.

## Programma / Contenuti

### LA STRUTTURA DEL NUCLEO ATOMICO E LA RADIOATTIVITA'

Nuclidi stabili e radionuclidi. Caratteristiche dei diversi tipi di emissioni; la cinetica del decadimento radioattivo. Cenni alle famiglie radioattive naturali. Principali impieghi dei radioisotopi. Il difetto di massa; la fissione nucleare e cenni sulla fusione.

### LE CONFIGURAZIONI ELETTRONICHE DEGLI ATOMI: Richiami ed approfondimenti

Introduzione alla meccanica ondulatoria. L'equazione di Schrodinger in stato stazionario e sua applicazione a casi semplici: la particella in una scatola dalle pareti impenetrabili; il gradino e la barriera di potenziale: l'effetto tunnel. L'applicazione al caso dell'atomo di idrogeno. Richiami alle configurazioni elettroniche degli elementi ed alle principali proprietà chimico-fisiche. Effetti relativistici sulle proprietà di alcuni elementi. I principi dell'emissione stimolata (LASER).

### IL LEGAME CHIMICO: Richiami ed approfondimenti

Richiami alle caratteristiche del legame ionico ed alle principali trattazioni del legame covalente. La teoria OM: l'approssimazione LCAO. Il caso dello ione  $H_2^+$ ; l'energia covalente. Il legame covalente polare: l'energia di polarizzazione e la polarità. Gli spettri di emissione e di assorbimento delle molecole. Nomenclatura tradizionale dei principali composti organici e cenni alla nomenclatura IUPAC.

### LO STATO SOLIDO

**La struttura dei solidi cristallini.** Proprietà generali dei solidi amorfi e di quelli cristallini. I solidi cristallini: i vettori fondamentali di traslazione ed il reticolo cristallino. La cella elementare. Piani reticolari e indici di Miller. Principali elementi di simmetria in un reticolo cristallino. I reticoli di Bravais ed i 7 sistemi cristallografici. Le celle cristalline compatte. Approfondimenti sulle strutture cristalline tipiche dei semiconduttori (diamante e blenda). I fullereni ed i nanotubi di carbonio. La diffrazione dei raggi X: la legge di Bragg. Il reticolo reciproco e le sue proprietà. Le zone di Brillouin.

**L'equilibrio tra fasi diverse.** La regola delle fasi. Diagrammi di stato ad un componente. Principali diagrammi di stato a due componenti relativi all'equilibrio liquido-solido.

**Proprietà elettriche dei solidi.** Il modello del gas di elettroni liberi. L'energia di Fermi. La particella in una scatola con condizioni periodiche al contorno: calcolo della densità degli stati. L'effetto della temperatura sull'occupazione degli stati.

Le bande di energia nei solidi cristallini secondo il modello dell'elettrone in un debole potenziale periodico. L'approccio del tight-binding nel caso del diamante. Condizioni per l'esistenza del gap tra le bande nel caso di solidi elementari e di composti. Semiconduttori composti di tipo III-V, II-VI e IV-IV. Effetto delle dimensioni atomiche e della differenza di elettronegatività sull'ampiezza del gap. Applicazioni: i LED.

La conducibilità dei metalli mediante il modello dell'elettrone libero: la legge di Ohm ed influenza della mobilità dei portatori di carica. Alcune considerazioni quantistiche: l'effetto della densità della popolazione elettronica sulla conducibilità elettrica; la diversa conducibilità di metalli di tipo diverso. La conduzione nei semiconduttori intrinseci: il meccanismo e l'effetto della temperatura; caratteristiche delle lacune positive e degli elettroni di conduzione. Drogaggio dei semiconduttori mediante elementi accettori e donatori: meccanismi di conduzione ed effetto della temperatura.

**Proprietà ottiche dei solidi.** Generalità sulla propagazione delle onde luminose. Le proprietà ottiche dei semiconduttori e degli isolanti secondo il modello dell'oscillatore armonico monodimensionale. Applicazione al caso del Silicio. L'effetto della presenza di ioni di metalli di transizione in mezzi trasparenti alla luce. Le proprietà ottiche dei metalli.

**Proprietà magnetiche dei materiali.** Caratteristiche generali dei materiali diamagnetici, paramagnetici, ferromagnetici, antiferromagnetici e ferrimagnetici. Magnetismo residuo, domini ordinati e temperatura di Curie. Le ferriti come esempi di materiali ferrimagnetici. Le proprietà magnetiche dei metalli di transizione. *Nell'ambito del corso è prevista una visita ai Laboratori dell'Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi del C.N.R., durante la quale saranno illustrate moderne tecnologie per la realizzazione di dispositivi a semiconduttore e metodi di analisi dei materiali.*

### Testi / Bibliografia

Appunti a cura del Docente, disponibile presso il Centro Fotocopie, vicino alla Biblioteca 'G.P. Dore';  
 C. Kittel - "Introduction to Solid State Physics", VII Ed., Wiley, 1996;  
 R. E. Hummel - "Electronic Properties of Solids", II Ed., Springer-Verlach, 1992.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale

## 29225 - FONDAMENTI DI CHIMICA T

<b>Docente:</b>	BERTI CORRADO
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire i principi di base della Chimica, con l'intento di conseguire i seguenti obiettivi specifici: comprendere il linguaggio degli argomenti chimici; comprendere il significato delle reazioni chimiche ed effettuare calcoli stechiometrici; descrivere le caratteristiche chimico-strutturali della materia nei diversi stati di aggregazione; essere in grado di correlare la struttura chimica dei materiali alle loro proprietà; comprendere gli aspetti energetici e cinetici delle trasformazioni chimiche.

### Programma / Contenuti

Struttura e proprietà della materia: struttura atomica, struttura elettronica, sistema periodico, legame chimico; stati di aggregazione della materia: solidi, liquidi e gas.  
 Nomenclatura e principali classi di composti inorganici  
 La reazione chimica e la stechiometria; elementi di termochimica; equilibrio e rendimento di una reazione.  
 Equilibri tra fasi diverse: introduzione ai diagrammi di stato  
 Le soluzioni e le loro proprietà: concentrazione, acidità, basicità, pH.  
 Cinetica chimica.  
 Cenni di elettrochimica.

### Testi / Bibliografia

M. S. Silberberg, Chimica, McGraw-Hill  
 P. Atkins, L. Jones, Principi di Chimica, Zanichelli  
 R. A. Michelin, A. Munari, Fondamenti di Chimica, CEDAM  
 P. Manaresi, E. Marianucci, Problemi di Chimica per Ingegneria, Esculapio

### Metodi didattici

Il corso è basato su lezioni svolte in aula (generalmente utilizzando la proiezione di diapositive e filmati) che si compongono anche di una parte esercitazionale. Copie delle diapositive saranno a disposizione degli studenti.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale, previa prova scritta di ammissione, da svolgersi con la prova orale di Laboratorio di Chimica T.

## 29225 - FONDAMENTI DI CHIMICA T

<b>Docente:</b>	TOSELLI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0924 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Struttura del nucleo atomico e della materia nei diversi stati di aggregazione, reazioni chimiche, calcoli stechiometrici, relazioni fra struttura chimica e proprietà dei materiali, aspetti energetici e cinetici delle reazioni chimiche.

**Programma / Contenuti**

1. Struttura atomica della materia. Costituzione dell'atomo. Numero atomico, numero di massa, isotopi. La struttura del nucleo atomico e la radioattività. Energia delle reazioni nucleari, reazioni di fissione e fusione.
2. Struttura elettronica degli atomi e sistema periodico degli elementi. Cenni alla teoria dei quanti: effetto fotoelettrico, modello di Bohr e spettri atomici, onde di materia. Orbitali atomici e numeri quantici. Struttura elettronica degli atomi. Il sistema periodico: gruppi, periodi e serie di transizione. Proprietà periodiche.
3. Legame chimico nelle molecole e nei cristalli. Legame ionico e struttura dei cristalli ionici. Legame covalente: Legami semplici e legami multipli. Molecole polari e apolari. Orbitali ibridi, risonanza e geometria molecolare. Teoria degli orbitali molecolari. Legame metallico: teoria delle bande. Conduttori, semiconduttori e isolanti. Legami deboli.
4. Le reazioni chimiche. Formule chimiche e nomenclatura chimica. Tipi di reazioni: bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione. Calcoli stechiometrici.
5. Stati di aggregazione della materia. Lo stato gassoso: gas ideali, miscele di gas ideali e legge di Dalton. Lo stato liquido: pressione di vapore. Lo stato solido: solidi cristallini e amofi, a struttura di alcuni solidi cristallini.
6. Termodinamica ed equilibrio chimico. Primo principio della termodinamica, entalpia, legge di Hess ed entalpie standard di formazione e combustione. Spontaneità dei processi ed entropia, seconda legge della termodinamica. Entropia standard e terza legge della termodinamica. Energia libera e costanti di equilibrio. Calcolo della composizione all'equilibrio. Lo spostamento dell'equilibrio.
7. Equilibrio acido-base. Autoprotolisi dell'acqua e pH. Il concetto di acido e base secondo Arrhenius e Bronsted. Il pH per soluzioni acquose di acidi o basi forti.
8. Velocità di reazione. Dipendenza dalla concentrazione: equazione cinetica e ordine di reazione. Dipendenza dalla temperatura: teoria delle collisioni. Equazione di Arrhenius e meccanismi di reazione. Catalisi omogenea ed eterogenea.
9. Elettrochimica. Pile e potenziali elettrodi. Equazione di Nernst. La serie elettrochimica dei potenziali standard. Fenomeni elettrolitici e leggi di Faraday.

**Testi / Bibliografia**

E. MICHELIN A. MUNARI FONDAMENTI DI CHIMICA PER INGEGNERIA, 4° edizione, 1998, CEDAM PADOVA. (copertina gialla)

in alternativa:

. MICHELIN A. MUNARI FONDAMENTI DI CHIMICA PER LE TECNOLOGIE, 2002, CEDAM PADOVA. (copertina verde)

**Metodi didattici**

Il corso è basato su lezioni svolte in aula (generalmente utilizzando la proiezione di diapositive e filmati) che si compongono anche di una parte esercitazionale. Copie delle diapositive saranno a disposizione degli studenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta integrata da una verifica orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Tutte le diapositive che verranno utilizzate durante il corso saranno distribuite insieme ad altro materiale didattico in formato elettronico. Fotocopie dello stesso materiale saranno inoltre disponibili presso il Centro fotocopie della facoltà.

Inoltre, alcune pagine web di supporto all'attività didattica saranno regolarmente aggiornate con informazioni generali sul corso e sul programma svolto durante le lezioni.

**28625 - FONDAMENTI DI CHIMICA T-A**

<b>Docente:</b>	COLONNA MARTINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di Chimica necessarie per interpretare le proprietà ed il comportamento dei materiali coinvolti nei principali processi di produzione e per comprendere gli effetti di questi ultimi sull'ambiente.

**Programma / Contenuti**

Struttura e proprietà della materia: struttura atomica, struttura elettronica, sistema periodico, legame chimico. La radioattività ed i processi nucleari. Stati di aggregazione della materia: solidi, liquidi e gas. Le reazioni chimiche. Elementi di termochimica. L'energia e le sue trasformazioni. Equilibri chimici. Introduzione ai diagrammi di stato. Cinetica chimica.

Materiali per l'ingegneria: materiali polimerici, ceramici e metallici. Definizioni, classificazioni e relazioni proprietà struttura.

**Testi / Bibliografia**

E. Michelin A. Munari. FONDAMENTI DI CHIMICA. CEDAM.

M. S. Silberberg. CHIMICA, McGraw-Hill.

P. Atkins, L. Jones, PRINCIPI DI CHIMICA, Zanichelli.

**Metodi didattici**

Il corso è basato su lezioni svolte in aula. Copie dei lucidi utilizzati a lezione saranno a disposizione degli studenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame Scritto.

**Strumenti a supporto della didattica**

Tutte le diapositive che verranno utilizzate durante il corso saranno distribuite, insieme ad altro materiale didattico, in formato elettronico. Fotocopie dello stesso materiale saranno inoltre disponibili presso il centro fotocopie della facoltà. Alcune pagine web di supporto all'attività didattica saranno regolarmente aggiornate con informazioni generali sul corso e sul programma svolto durante le lezioni.

[http://dicasm.ing.unibo.it/\\_colonna](http://dicasm.ing.unibo.it/_colonna)

## 28625 - FONDAMENTI DI CHIMICA T-A

<b>Docente:</b>	SISTI LAURA
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di Chimica necessarie per interpretare le proprietà ed il comportamento dei materiali coinvolti nei principali processi di produzione e per comprendere gli effetti di questi ultimi sull'ambiente.

**Programma / Contenuti**

Struttura e proprietà della materia: struttura atomica, struttura elettronica, sistema periodico, legame chimico. La radioattività ed i processi nucleari. Stati di aggregazione della materia: solidi, liquidi e gas. Le reazioni chimiche. Elementi di termochimica. L'energia e le sue trasformazioni. Equilibri chimici. Introduzione ai diagrammi di stato. Cinetica chimica. Materiali per l'ingegneria: materiali polimerici, ceramici e metallici. Definizioni, classificazioni e relazioni proprietà struttura.

**Testi / Bibliografia**

E. Michelin A. Munari. FONDAMENTI DI CHIMICA. CEDAM.  
M. S. Silberberg. CHIMICA, McGraw-Hill.  
P. Atkins, L. Jones, PRINCIPI DI CHIMICA, Zanichelli.

**Metodi didattici**

Il corso è basato su lezioni svolte in aula. Copie dei lucidi utilizzati a lezione saranno a disposizione degli studenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame Scritto.

**Strumenti a supporto della didattica**

Tutte le diapositive che verranno utilizzate durante il corso saranno distribuite, insieme ad altro materiale didattico, in formato elettronico. Fotocopie dello stesso materiale saranno inoltre disponibili presso il centro fotocopy della facoltà. Alcune pagine web di supporto all'attività didattica saranno regolarmente aggiornate con informazioni generali sul corso e sul programma svolto durante le lezioni.  
<http://dicasm.ing.unibo.it/sisti>

## 41636 - FONDAMENTI DI ELETTROTECNICA L

<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Mutuato da:</b>	44461 - FONDAMENTI DI ELETTROTECNICA L (6CFU) (vedi p. 520)

## 44461 - FONDAMENTI DI ELETTROTECNICA L (6CFU)

<b>Docente:</b>	REGGIANI UGO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Apprendimento delle leggi fondamentali dell'elettromagnetismo e del loro impiego nell'interpretazione del funzionamento e nella modellizzazione dei dispositivi elettrici e magnetici.

**Programma / Contenuti****Definizioni e leggi dell'elettromagnetismo**

Sorgenti del campo elettromagnetico. Vettori del campo elettromagnetico. Relazioni di legame materiale. Leggi dell'elettromagnetismo in forma integrale: leggi fondamentali e leggi derivate. Definizione di f.e.m. e di tensione elettrica. F.e.m. indotta per mezzi in quiete e per mezzi in moto. Richiami di analisi vettoriale. Leggi dell'elettromagnetismo in forma locale. Definizione di circuito elettrico e di circuito magnetico secondo la teoria dei campi. Classificazione dei problemi di campo elettromagnetico. Energia del campo elettromagnetico.

**Campo elettrostatico**

Equazioni e potenziale elettrostatico. Campo elettrostatico di un sistema di conduttori. Coefficienti di capacità e di potenziale. Capacità parziali. Schermo elettrostatico. Condensatori e capacità. Energia elettrostatica immagazzinata in un condensatore. Calcolo della capacità di strutture. Capacità di un cavo coassiale e di una linea bifilare.

**Elettrodinamica stazionaria***Campo elettrico e campo di corrente stazionari*

Determinazione del campo di corrente in un conduttore alimentato da una assegnata d.d.p. stazionaria. Resistenza ohmica di un conduttore. Analogia fra campo elettrostatico e campo di corrente stazionario.

*Campo magnetico generato da correnti stazionarie*

Equazioni e potenziale vettore magnetico. Metodi per la determinazione del campo magnetico generato da una assegnata distribuzione di correnti stazionarie. Coefficienti di auto e di mutua induzione. Energia magnetica immagazzinata in un induttore. Calcolo dei coefficienti di induzione di strutture. Coefficiente di autoinduzione di un cavo coassiale e di una linea bifilare.

**Elettrodinamica non stazionaria**

Legge di Ohm in regime variabile nel tempo.

**Circuiti magnetici**

Proprietà dei materiali ferromagnetici. Circuiti magnetici in corrente continua: ipotesi di studio, problema diretto e problema inverso. Magnet permanenti: funzionamento e dimensionamento.

**Azioni ponderomotrici**

Calcolo di forze e di coppie ponderomotrici nel campo elettrostatico e nel campo magnetico mediante il metodo degli spostamenti virtuali.

**Testi / Bibliografia**

- M. D'Amore. Elettrotecnica, Vol. I. Edizioni Siderea, Roma, 1994.
- C. Christopoulos. An Introduction to Applied Electromagnetism. J. Wiley, Chichester, 1990.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali in aula. La teoria è integrata con esercitazioni aventi come oggetto applicazioni delle nozioni fornite dal corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale finale.

## 28623 - FONDAMENTI DI INFORMATICA E LABORATORIO T-AB

<b>Docente:</b>	TORRONI PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0920 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	12

### Conoscenze e abilità da conseguire

Introduzione all'uso di un linguaggio di programmazione di alto livello e relativi ambienti di sviluppo. Analisi, specifica e sintesi di algoritmi. Analisi, specifica e progetto, orientati agli oggetti, di sistemi software.

### Programma / Contenuti

#### Introduzione all'informatica.

Temi principali:

- Introduzione agli elaboratori elettronici
- Introduzione alle reti
- Introduzione ai sistemi operativi
- Algoritmi e linguaggi di programmazione
- Metodologie per il progetto della soluzione di problemi su piccola scala
- Cenni generali sulla progettazione orientata agli oggetti

#### Linguaggio C.

Temi principali:

- Tipi di dato
- Input/Output
- Espressioni e istruzioni di controllo
- Funzioni e procedure
- Cenni sulla ricorsione
- Record di attivazione e modello run-time
- Array e stringhe
- Matrici
- File di testo e file binari
- Allocazione dinamica

### Testi / Bibliografia

Il testo di riferimento è il seguente:

Ceri, Mandrioli, Sbatella, Cremonesi, Cugola. Informatica, arte e mestiere, 3a edizione. McGraw-Hill.

Per una guida più approfondita sul linguaggio C si consiglia:

Deitel & Deitel. C: how to program. 4th edition. Pearson/Prentice Hall.

Saranno disponibili esercitazioni e lucidi mostrati a lezione sul sito web del corso.

### Metodi didattici

Il corso consisterà di una parte di lezioni in aula e una parte di esercitazioni in laboratorio. In aula verranno anche proposti esercizi da risolvere a gruppi. In laboratorio si favorisce la programmazione a coppie. Si prevede anche la possibilità di presentare un progetto in C, da discutere con i docenti.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Le modalità di verifica dell'apprendimento prevedono:

- la verifica della partecipazione in aula e laboratorio
- una o due prove scritte sugli argomenti di carattere generale e teorico e di analisi
- una o due prove pratiche di progetto e programmazione, da svolgere in laboratorio
- eventualmente, un progetto in C
- eventualmente, un colloquio sugli argomenti di carattere generale e teorico

## Strumenti a supporto della didattica

Durante lo svolgimento delle lezioni sul linguaggio C, verranno svolti numerosi esercizi ed esempi di programmazione in laboratorio, al fine di fornire agli studenti le capacità di analisi e progettazione di algoritmi (ad esempio studiando gli algoritmi di ricerca, ordinamento o di calcolo numerico più noti) dando nel contempo nozioni intuitive sulla complessità computazionale.

# 28623 - FONDAMENTI DI INFORMATICA E LABORATORIO T-AB

<b>Docente:</b>	MILANO MICHELA
<b>Corso di Laurea:</b>	0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	12

## Conoscenze e abilità da conseguire

Introduzione all'uso di un linguaggio di programmazione di alto livello e relativi ambienti di sviluppo. Capacità di analisi, specifica e sintesi di algoritmi. Capacità di analisi, specifica e progetto, orientati agli oggetti, di sistemi software.

## Programma / Contenuti

- Introduzione all'informatica
- Introduzione agli elaboratori elettronici
- Introduzione alle reti
- Introduzione ai sistemi operativi
- Algoritmi e linguaggi di programmazione
- Costruzione di componenti software
- Metodologie per il progetto della soluzione di problemi su piccola scala
- Cenni generali sulla progettazione orientata agli oggetti

### Linguaggio C.

- Tipi di dato
- Input/Output
- Espressioni e istruzioni di controllo
- Funzioni e procedure
- Ricorsione Cenni
- Record di attivazione e modello run-time

- Array e stringhe
- Matrici
- file di testo e file binari
- Allocazione dinamica

Durante lo svolgimento delle lezioni sul linguaggio C, verranno svolti numerosi esercizi ed esempi di programmazione in laboratorio, al fine di fornire agli studenti le capacità di analisi e progettazione di algoritmi (ad esempio studiando gli algoritmi di ordinamento o di calcolo numerico più noti) dando al contempo nozioni intuitive sulla complessità computazionale.

## Testi / Bibliografia

- **Dispense del Corso** (fotocopie dei lucidi mostrati a lezione) disponibili:
- in formato cartaceo presso il centro fotocopie della biblioteca
- in formato elettronico
- D. Mandrioli, S. Ceri, L. Sbattella, P. Cremonesi, G. Cugola: "*Informatica: Arte e mestiere*", Terza Edizione, McGraw-Hill, Giugno 2008.

## Linguaggio C:

- A. Bellini, A. Guidi, "*Linguaggio C: Guida alla Programmazione*", Seconda Edizione, Mc Graw-Hill, Milano, 2003.
- Kernighan, Ritchie: "*Il Linguaggio C*", Seconda Edizione, Pearson-Prentice Hall, 2004.
- H. M. Deitel, J. Deitel, "*C: Corso Completo di Programmazione*", Apogeo, Terza Edizione, 2007.

## Esercizi in C:

- A. Ciampolini, E. Lamma: "*Esercizi di Programmazione in Linguaggio C*", Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La valutazione del modulo comprende: Una **prova di laboratorio**

- Risoluzione di un problema mediante costruzione di un programma in linguaggio C
- Occorre dimostrare di saper effettivamente produrre un **programma eseguibile**

## Una prova (scritta)

- Occorre dimostrare di aver assimilato anche le parti "teoriche"

## Strumenti a supporto della didattica

### STRUMENTI

In laboratorio è disponibile il seguente compilatore C:

- **MS VisualStudio 2005 o MS VisualStudio 2008.** Ambiente di sviluppo commerciale. Disponibile in quanto studenti di un corso "affidente" al DEIS. Si veda la Academic Alliance. **La versione 2005 sarà l'ambiente di programmazione di riferimento per tutta la durata del corso.**
- **LCC-Win32:** compilatore gratuito. LCC-Win32 è un ambiente di programmazione C / C++ completo, dotato anche di un ambiente di lavoro grafico altamente efficiente e specializzato. Funziona su Windows NT/2000/XP. Può essere scaricato da Internet tramite i seguenti link: Ambiente di programmazione e compilatore. Manuale. Una volta scaricato, lanciare entrambi gli eseguibili e seguire le istruzioni dell'installazione.
- **Dev-C++:** Open source (però nessuna versione recente).

Disponibile al sito: <http://sourceforge.net/projects/dev-cpp>

- **ECLIPSE:** Open source. Disponibile per Windows, Linux e Mac-OS  
Disponibile al sito: <http://www.eclipse.org/downloads/> (potrebbe richiedere di installare anche altro software... leggere le istruzioni!)

## 29227 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T

<b>Docente:</b>	CIAMPOLINI ANNA
<b>Corso di Laurea:</b>	0922 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Analisi, specifica e sintesi di semplici algoritmi. Conoscenza e uso di un linguaggio di programmazione e relativi ambienti di sviluppo.

### Programma / Contenuti

- \* Introduzione agli elaboratori elettronici
- \* Algoritmi e linguaggi di programmazione
- \* Metodologie per il progetto della soluzione di problemi su piccola scala
- \* Linguaggio C

### Testi / Bibliografia

- Ceri, D. Mandrioli, L. Sbattella: "Informatica: Arte e mestiere", McGraw-Hill, 1999.  
 A. Bellini, A. Guidi: "Guida al Linguaggio C", Mc Graw-Hill, 1995.  
 Kernighan, Ritchie: "Il Linguaggio C", Jackson, 1985.  
 H. M. Deitel, J. Deitel, "C: Corso Completo di Programmazione", Apogeo, Settembre 2004, Seconda Edizione.  
 A. Ciampolini, E. Lamma: "Esercizi di Programmazione in Linguaggio C", Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La valutazione del modulo comprende 2 prove:

1. Una prova di laboratorio: Risoluzione di problemi mediante lo sviluppo di programmi in linguaggio C
2. Una prova orale obbligatoria, da sostenere dopo il superamento della prova di laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/FondT-0809-ELT>

Computer dei laboratori informatici della Facoltà di Ingegneria.

## 29227 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T

<b>Docente:</b>	FERNANDEZ JORGE EDUARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo Studente acquisisce conoscenze di base dell'architettura di un sistema di calcolo. Lo Studente si impadronisce di tecniche e metodologie per la risoluzione di diverse classi di problemi usando uno specifico linguaggio di programmazione.

**Programma / Contenuti**

Struttura generale di un calcolatore elettronico. Il sistema operativo. Elementi di programmazione. Metodi per l'analisi di un problema. Definizioni, proprietà e rappresentazione degli algoritmi di risoluzione. Il linguaggio FORTRAN 90. Organizzazione dei programmi. Tecnica per la ricerca degli errori. Cenni sulle strutture dei dati. Il linguaggio C++. Organizzazione dei programmi. Cenni sulle strutture dei dati. Elementi di calcolo numerico. Tipi di errori. Differenziazione numerica. Integrazione numerica. Calcolo degli integrali (metodi dei trapezi, di Simpson, di Gauss-Legendre, di Monte Carlo). Errori nel calcolo dell'integrale. Zeri di una funzione (metodo di bisezione, delle tangenti, della falsa posizione, delle corde).

**Testi / Bibliografia****TESTI FONDAMENTALI DEL CORSO**

- S. J. Chapman. Fortran 90/95 - Guida alla programmazione 2/cd McGraw-Hill. Milano ( ISBN: 88 386 6142-1 + web site)
- Dispense del docente (sul sito del corso)

**TESTI INTEGRATIVI**

G. Monegato. Fondamenti di Calcolo Numerico. Levrotto e Bella. Torino

**Metodi didattici**

Le lezioni vengono integrate con una serie di esercitazioni pratiche con il calcolatore.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame è composto di una prova scritta, consistente nello sviluppo di un programma FORTRAN su uno degli algoritmi studiati durante il corso con verifica di esecuzione sul calcolatore, e di una interrogazione orale sugli argomenti del corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori informatici.

**29227 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T**

<b>Docente:</b>	SCARDOVELLI RUBEN
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo Studente acquisisce conoscenze di base dell'architettura di un sistema di calcolo. Lo Studente si impadronisce di tecniche e metodologie per la risoluzione di diverse classi di problemi usando uno specifico linguaggio di programmazione.

**Programma / Contenuti**

I. Struttura di un calcolatore elettronico [14 ore]

Macchine multilivello: dal transistor ai linguaggi ad alto livello, attraverso il livello delle porte, della microarchitettura, delle istruzioni base e del sistema operativo. Ciclo prelievo-decodifica-esecuzione.

Macchine RISC e CISC. Pipelining, macchine superscalari e parallele. Gerarchia della memoria: registri, cache, memoria principale (RAM) e secondaria. Dischi magnetici e CD-ROM. Indirizzi e bus.

Rappresentazione binaria dell'informazione: numeri interi e in virgola mobile (IEEE standard 754), tabella ASCII/UNICODE e palette dei colori RGB.

Cenni ai sistemi operativi Windows XP e GNU-linux. Partizione di un disco rigido. File system: organizzazione e permessi. Comandi principali per direttori e files.

Errori e loro cause: nei dati d'ingresso, arrotondamento, troncamento, nel modello matematico (idealizzazione). Errore assoluto, relativo e percentuale. Cancellazione numerica e propagazione degli errori. Precisione di macchina e cifre significative.

### II. Linguaggio di programmazione: il C [21 ore]

Funzione *main*, dichiarazione locale di variabili, tipi di variabile. Operatori di assegnazione, aritmetici, logici e relazionali. Blocchi di programma. Espressioni logiche o booleane. Strutture per il controllo del flusso del programma: *if-else if-else*, *switch*, *for*, *while* e *do-while*. Array o matrici. Funzioni e funzioni ricorsive. Strutture di dati (*struct*). Puntatori. Matrici e puntatori. Allocazione dinamica della memoria. Funzioni e formati di input e output (I/O) in C. Esempi.

### III. Elementi di analisi numerica [25 ore]

Polinomio e serie di Taylor. Errore di troncamento. Metodo delle differenze finite: approssimazione della derivata prima, seconda ed ennesima con le differenze finite in avanti e all'indietro, con errore di troncamento al primo e al secondo ordine; approssimazione della derivata prima, seconda ed ennesima con le differenze finite centrate.

Zeri di funzione: definizione del problema e metodo di bisezione. Metodi del punto fisso e di Newton-Raphson. Metodi della secante e Regula Falsi. Metodo di Newton modificato. Ordine della convergenza dei metodi.

Integrazione numerica: metodo dei rettangoli, dei trapezi e di Simpson. Estrapolazione di Richardson e integrazione di Romberg. Integrazione di Gauss. Errore di troncamento locale e globale e ordine della convergenza dei metodi.

## Testi / Bibliografia

Dispense del docente

Testi integrativi

Bellini, Guidi. *Linguaggio C*. McGraw-Hill

Kelley, Pohl. *C-Didattica e programmazione*. Pearson

Ceri, Mandrioli, Sbattella. *Informatica: arte e mestiere*. McGraw-Hill

Monegato. *Fondamenti di calcolo numerico*. Levrotto & Bella

Epperson. *Introduzione all'analisi numerica*. McGraw-Hill

## Metodi didattici

Le lezioni vengono integrate con una serie di esercitazioni pratiche con il calcolatore

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Una prova finale scritta, consistente nello sviluppo e successiva verifica di un programma in C di uno degli algoritmi di calcolo numerico studiati durante il corso, seguita da una prova orale sugli argomenti del corso

## Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori informatici

## 29227 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T

<b>Docente:</b>	COLOMBO VITTORIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0924 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Aritmetica del calcolatore, algoritmo, problemi di algebra lineare, problemi non lineari, approssimazione di dati e funzioni, integrazioni numeriche, equazioni differenziali ordinarie.

**Programma / Contenuti**

## I. Lezioni teoriche

1. Aritmetica del calcolatore ed errori in calcolo numerico. Problema fisico, problema matematico, problema numerico ed errori di idealizzazione; sistemi di numerazione; rappresentazione dei numeri nel calcolatore; virgola mobile e numeri di macchina; errori di arrotondamento ed operazioni di macchina; errori assoluti e relativi; decimali esatti e cifre significative; cancellazione numerica; problemi numerici ed algoritmi; errori sui dati di ingresso e condizionamento di un problema numerico; errori di troncamento di un processo iterativo; stabilità di un algoritmo. 2. Richiami sulle matrici. Operazioni tra matrici; matrici con proprietà particolari; matrici di permutazione di righe e colonne di matrici; matrici diagonali, tridiagonali, a banda, simmetriche, a diagonale dominante; matrici non singolari; norme di vettore e di matrice; norme compatibili. 3. Soluzione numerica di sistemi lineari non omogenei. Richiami sulla risoluzione con metodo di Cramer; stima del numero di operazioni; condizionamento del problema; metodi diretti e metodi iterativi; matrici di tipo Vandermonde; metodi diretti: il metodo di eliminazione di Gauss; pivoting parziale; decomposizione di Gauss e fattorizzazione LU; matrici di permutazione P e matrici di combinazione lineare M; metodo della doppia passata per matrici tridiagonali; metodi iterativi: il metodo di Jacobi; il metodo di Gauss-Seidel; condizioni di convergenza; il metodo SOR; criteri di convergenza. 4. Soluzione numerica di equazioni non lineari.

Condizionamento del problema; metodi per la ricerca di radici reali di equazioni non lineari; metodo di bisezione; metodo *regula falsi*; metodo delle secanti; metodo delle tangenti o di Newton; ordine di convergenza di un metodo iterativo; criteri di convergenza basati sulla funzione e sulla radice; metodo iterativo della ricerca del punto fisso; condizioni per la convergenza del processo iterativo; sistemi di equazioni non lineari; metodo di Newton e sue varianti. 5. Approssimazione di funzioni e dati. Campi di utilizzo dei metodi di approssimazione; classi funzionali delle funzioni approssimanti insieme di dati (sperimentali o sperimentali numerici); interpolazione polinomiale; polinomi fondamentali di Lagrange; polinomio di interpolazione di Lagrange ed errore associato; interpolazione polinomiale e matrici di Vandermonde; metodo dei minimi quadrati per la approssimazione di dati; equazioni normali del metodo. 6. Metodi numerici per il calcolo di integrali definiti. Formule di quadratura di tipo interpolatorio; pesi e nodi della formula di quadratura; calcolo dei pesi con sistemi di tipo Vandermonde; grado di precisione di una formula di quadratura; formule di tipo interpolatorio pesate; formule di tipo Newton-Cotes; formula dei trapezi; formula di Simpson; formule dei trapezi e Simpson ripetute su N sottointervalli; accenni alle formule di quadratura di tipo gaussiano.

II. Esercitazioni al calcolatore. Esercitazioni al calcolatore vengono eseguite su tutti gli argomenti del corso in ambito di programmazione con MATLAB.

**Testi / Bibliografia**

MONEGATO G. 100 PAGINE DI ELEMENTI DI CALCOLO NUMERICO, LIBRERIA UNIVERSITARIA LEVROTTO & BELLA TORINO 1995

**Metodi didattici**

Lezioni frontali e esercitazioni di laboratorio informatico.

Assistenza di tutor dedicato

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Modalità di esame: prova scritta di laboratorio informatico.

Il tema d'esame consisterà in una serie di domande a risposta multipla con richiesta di motivazione della scelta effettuata dallo studente su base di approfondimento teorico e/o computazionale supportato dalla possibilità di utilizzo del computer in ambito MATLAB. Per il completamento di alcune risposte sarà necessario implementare al computer semplici algoritmi di calcolo.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa, lavagna

**28004 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T-1**

<b>Docente:</b>	MELLO PAOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	12

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza dei principi, delle metodologie e degli strumenti per lo sviluppo di algoritmi e programmi che risolvano problemi di complessità non elevata. Capacità di applicare tali conoscenze nel progetto di algoritmi e nello sviluppo di programmi mediante un linguaggio di programmazione di alto livello.

**Programma / Contenuti**

- Concetti di base sui sistemi di elaborazione
- Concetti di base sui linguaggi macchina e sui linguaggi di programmazione ad alto livello
- Il linguaggio C: valori, tipi, costanti, variabili, puntatori, istruzioni di controllo, funzioni, procedure, vettori, stringhe, liste, strutture, file, organizzazione di programmi sorgente su più file
- Principi e metodologie fondamentali di progetto e sviluppo di algoritmi. Componenti per la soluzione di problemi su piccola scala. Iterazione e ricorsione
- Organizzazione della macchina runtime del C. Rappresentazione run-time dei programmi e del record di attivazione delle funzioni
- Allocazione dinamica della memoria di scalari, strutture e array
- Tipi di dato astratto: liste, code, pile
- Algoritmi di Ordinamento

**Testi / Bibliografia****Riguardo la programmazione e il linguaggio C:**

- H. M. Deitel, J. Deitel, "C: Corso Completo di Programmazione", Apogeo, Terza Edizione, 2007
- A. Kelley, I. Pohl, "C: Didattica e Programmazione", Pearson Education, Milano, 2004
- A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C: Guida alla Programmazione", Seconda Edizione, Mc Graw-Hill, Milano, 2003

**Riguardo l'informatica in termini generali:**

- S. Ceri, D. Mandrioli, L. Sbattella, "Informatica: Arte e mestiere", McGraw-Hill, 2004

**Metodi didattici**

Durante le lezioni in aula verranno discusse le problematiche generali connesse alla programmazione in-the-small nel linguaggio imperativo C.

Il corso è affiancato da un ampio set di esercitazioni pratiche di laboratorio, guidate dai docenti dei moduli di laboratorio, in cui gli studenti sono seguiti nelle attività proposte. Queste attività sono programmate in modo che all'interno di ogni esercitazione lo studente possa realizzare praticamente le soluzioni dei problemi delineati durante le lezioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'apprendimento viene verificato mediante esercizi proposti durante le lezioni ed esercitazioni pratiche in laboratorio, guidate da docente e tutor.

Il corso prevede una prova finale composta da una parte più teorica scritta e un esercizio di programmazione da realizzarsi direttamente in laboratorio. Sono inoltre previste prove orali.

### Strumenti a supporto della didattica

#### Materiale Didattico

Diapositive proiettate a lezione (sia in aula che in laboratorio) consultabili sul sito Web del corso

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/FondT1-0809-INF/>

e disponibili al centro fotocopie della biblioteca centrale.

Testi e soluzioni di prove d'esame degli anni accademici precedenti, sempre disponibili sul sito Web del corso

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/FondT1-0809-INF/>

#### Altri strumenti:

Ambienti di programmazione per il linguaggio C disponibili in laboratorio, indicati sul sito Web del corso e scaricabili mediante il sito MSDNAA di Facoltà

## 28004 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T-1

<b>Docente:</b>	MELLO PAOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	12

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza dei principi, delle metodologie e degli strumenti per lo sviluppo di algoritmi e programmi che risolvano problemi di complessità non elevata. Capacità di applicare tali conoscenze nel progetto di algoritmi e nello sviluppo di programmi mediante un linguaggio di programmazione di alto livello.

### Programma / Contenuti

- Concetti di base sui sistemi di elaborazione
- Concetti di base sui linguaggi macchina e sui linguaggi di programmazione ad alto livello
- Il linguaggio C: valori, tipi, costanti, variabili, puntatori, istruzioni di controllo, funzioni, procedure, vettori, stringhe, liste, strutture, file, organizzazione di programmi sorgente su più file
- Principi e metodologie fondamentali di progetto e sviluppo di algoritmi. Componenti per la soluzione di problemi su piccola scala. Iterazione e ricorsione
- Organizzazione della macchina runtime del C. Rappresentazione run-time dei programmi e del record di attivazione delle funzioni
- Allocazione dinamica della memoria di scalari, strutture e array
- Tipi di dato astratto: liste, code, pile
- Algoritmi di Ordinamento

**Testi / Bibliografia****Riguardo la programmazione e il linguaggio C:**

- H. M. Deitel, J. Deitel, "C: Corso Completo di Programmazione", Apogeo, Terza Edizione, 2007
- A. Kelley, I. Pohl, "C: Didattica e Programmazione", Pearson Education, Milano, 2004
- A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C: Guida alla Programmazione", Seconda Edizione, Mc Graw-Hill, Milano, 2003

**Riguardo l'informatica in termini generali:**

- S. Ceri, D. Mandrioli, L. Sbattella, "Informatica: Arte e mestiere", McGraw-Hill, 2004

**Metodi didattici**

Durante le lezioni in aula verranno discusse le problematiche generali connesse alla programmazione in-the-small nel linguaggio imperativo C.

Il corso è affiancato da un ampio set di esercitazioni pratiche di laboratorio, guidate dai docenti dei moduli di laboratorio, in cui gli studenti sono seguiti nelle attività proposte. Queste attività sono programmate in modo che all'interno di ogni esercitazione lo studente possa realizzare praticamente le soluzioni dei problemi delineati durante le lezioni in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'apprendimento viene verificato mediante esercizi proposti durante le lezioni ed esercitazioni pratiche in laboratorio, guidate da docente e tutor.

Il corso prevede una prova finale composta da una parte più teorica scritta e un esercizio di programmazione da realizzarsi direttamente in laboratorio. Sono inoltre previste prove orali.

**Strumenti a supporto della didattica****Materiale Didattico**

Diapositive proiettate a lezione (sia in aula che in laboratorio) consultabili sul sito Web del corso

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/FondT1-0809-INF/>

e disponibili al centro fotocopie della biblioteca centrale.

Testi e soluzioni di prove d'esame degli anni accademici precedenti, sempre disponibili sul sito Web del corso

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/FondT1-0809-INF/>

**Altri strumenti:**

Ambienti di programmazione per il linguaggio C disponibili in laboratorio, indicati sul sito Web del corso e scaricabili mediante il sito MSDNAA di Facoltà

**28006 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T-2**

<b>Docente:</b>	DENTI ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	12

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza di base sulle metodologie e sugli strumenti di analisi, specifica e progetto di programmi secondo il paradigma della programmazione ad oggetti.

**Programma / Contenuti**

Concetti fondamentali dei linguaggi di programmazione. Famiglie di linguaggi imperativi, funzionali, logici e a oggetti. Introduzione alla progettazione del software: componenti software, tipi di dato astratto. Concetti, metodologie e linguaggi. Introduzione alla programmazione ad oggetti e al linguaggio Java: componenti

software in Java, classi e istanze, meccanismi di costruzione-distruzione di istanze. Oggetti composti, ereditarietà, polimorfismo e genericità. Classi astratte, interfacce: il ruolo delle interfacce nel progetto e loro relazione con le classi. Ereditarietà semplice e multipla fra interfacce. Il concetto di eccezione. Elementi di base per la costruzione di interfacce grafiche: concetto di evento e programmazione event-driven. Stream di I/O. Principali strutture dati: liste, hashmap, alberi. Algoritmi su tali strutture dati e loro implementazione sia in forma procedurale sia in forma orientati agli oggetti in Java.

## Testi / Bibliografia

Si veda l'elenco aggiornato disponibile on-line sul portale didattico curato dal docente.

## Metodi didattici

Il corso viene erogato mediante proiezione diretta dal computer del docente, in aula, di diapositive Powerpoint (delle quali lo studente può liberamente scaricare gli stampati prima delle lezioni), in modo da evitare allo studente l'ansia di dover trascrivere tutto ciò che viene mostrato, permettendogli di concentrarsi sui contenuti esposti.

Lezioni ed esercitazioni sono continuamente intercalate, alternando l'esposizione di un concetto o costruito linguistico con i relativi esempi, di cui viene immediatamente mostrato l'uso effettivo in diretta.

Questo modulo, di taglio più teorico, è strettamente integrato con il secondo modulo, svolto prevalentemente in laboratorio in forma di esercitazione guidata del tutor, sia a gruppi sia come attività individuale; ogni esercitazione pratica affronta uno specifico argomento (tipicamente quello spiegato nella settimana precedente), mediante la proposta di esercizi e casi di studio il più possibile concreti, per la cui soluzione è necessario mettere a frutto quanto acquisito.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento si svolge sia in forma di autovalutazione dello studente, tramite le esercitazioni sistematicamente proposte in laboratorio durante il corso, sia al termine, sotto forma di prova d'esame.

La prova d'esame è integrata con quella del modulo 2 svolto in parallelo e consiste in una prova svolta in laboratorio, così da potersi avvalere degli strumenti su esso disponibili nonché di testi, dispense e manuali: obiettivo della prova è simulare 'nel piccolo' una sessione di lavoro di un ingegnere professionista di fronte a un problema concreto da risolvere in un tempo assegnato, e non già costituire un puro esercizio di memoria. La prova consiste perciò nella risoluzione di un problema applicativo e da domande di taglio più teorico-metodologico: il programma consegnato deve essere compilabile e ragionevolmente funzionante.

L'esito positivo (almeno 18/30) della prova scritta di laboratorio è condizionante per l'accesso alla prova orale, che consiste principalmente - ma non esclusivamente - nella discussione della prova di laboratorio. La prova orale è facoltativa nel caso in cui la prova di laboratorio venga superata con esito pari almeno a 23/30.

## Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili sul sito Web del corso copia delle diapositive proiettate e discusse a lezione a cura del docente, nonché alcune dispense integrative; un elenco esaustivo di testi di riferimento e manuali è consultabile sia sul sito Web, sia sulle diapositive. Il sito fornisce inoltre suggerimenti per ulteriori esercizi e approfondimenti.

## 28006 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T-2

<b>Docente:</b>	DENTI ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	12

## Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza di base sulle metodologie e sugli strumenti di analisi, specifica e progetto di programmi secondo il paradigma della programmazione ad oggetti.

## Programma / Contenuti

Concetti fondamentali dei linguaggi di programmazione. Famiglie di linguaggi imperativi, funzionali, logici e a oggetti. Introduzione alla progettazione del software: componenti software, tipi di dato astratto. Concetti, metodologie e linguaggi. Introduzione alla programmazione ad oggetti e al linguaggio Java: componenti software in Java, classi e istanze, meccanismi di costruzione-distruzione di istanze. Oggetti composti, ereditarietà, polimorfismo e genericità. Classi astratte, interfacce: il ruolo delle interfacce nel progetto e loro relazione con le classi. Ereditarietà semplice e multipla fra interfacce. Il concetto di eccezione. Elementi di base per la costruzione di interfacce grafiche: concetto di evento e programmazione event-driven. Stream di I/O. Principali strutture dati: liste, hashmap, alberi. Algoritmi su tali strutture dati e loro implementazione sia in forma procedurale sia in forma orientati agli oggetti in Java.

## Testi / Bibliografia

Si veda l'elenco aggiornato disponibile on-line sul portale didattico curato dal docente.

## Metodi didattici

Il corso viene erogato mediante proiezione diretta dal computer del docente, in aula, di diapositive Powerpoint (delle quali lo studente può liberamente scaricare gli stampati prima delle lezioni), in modo da evitare allo studente l'ansia di dover trascrivere tutto ciò che viene mostrato, permettendogli di concentrarsi sui contenuti esposti.

Lezioni ed esercitazioni sono continuamente intercalate, alternando l'esposizione di un concetto o costruito linguistico con i relativi esempi, di cui viene immediatamente mostrato l'uso effettivo in diretta.

Questo modulo, di taglio più teorico, è strettamente integrato con il secondo modulo, svolto prevalentemente in laboratorio in forma di esercitazione guidata del tutor, sia a gruppi sia come attività individuale; ogni esercitazione pratica affronta uno specifico argomento (tipicamente quello spiegato nella settimana precedente), mediante la proposta di esercizi e casi di studio il più possibile concreti, per la cui soluzione è necessario mettere a frutto quanto acquisito.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento si svolge sia in forma di autovalutazione dello studente, tramite le esercitazioni sistematicamente proposte in laboratorio durante il corso, sia al termine, sotto forma di prova d'esame.

La prova d'esame è integrata con quella del modulo 2 svolto in parallelo e consiste in una prova svolta in laboratorio, così da potersi avvalere degli strumenti su esso disponibili nonché di testi, dispense e manuali: obiettivo della prova è simulare 'nel piccolo' una sessione di lavoro di un ingegnere professionista di fronte a un problema concreto da risolvere in un tempo assegnato, e non già costituire un puro esercizio di memoria.

La prova consiste perciò nella risoluzione di un problema applicativo e da domande di taglio più teorico-metodologico: il programma consegnato deve essere compilabile e ragionevolmente funzionante.

L'esito positivo (almeno 18/30) della prova scritta di laboratorio è condizionante per l'accesso alla prova orale, che consiste principalmente - ma non esclusivamente - nella discussione della prova di laboratorio. La prova orale è facoltativa nel caso in cui la prova di laboratorio venga superata con esito pari almeno a 23/30.

## Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili sul sito Web del corso copia delle diapositive proiettate e discusse a lezione a cura del docente, nonché alcune dispense integrative; un elenco esaustivo di testi di riferimento e manuali è consultabile sia sul sito Web, sia sulle diapositive. Il sito fornisce inoltre suggerimenti per ulteriori esercizi e approfondimenti.

## 32460 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T-A

<b>Docente:</b>	PATELLA MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenze di base e operative della struttura dell'elaboratore e dei principi della programmazione orientata agli oggetti. Analisi della complessità computazionale. Elementi di basi di dati relazionali.

**Programma / Contenuti****1. Architettura dei sistemi di elaborazione**

Struttura generale di un calcolatore elettronico. La macchina di Von Neumann. Supporti di memorizzazione.

**2. Software di base per sistemi di elaborazione**

Il sistema operativo. Strumenti per la programmazione: editor, debugger, compilatori e interpreti. Fasi di sviluppo di un programma.

**3. Elementi di programmazione**

Metodi per l'analisi di un problema. Algoritmi. Metodologie di programmazione strutturata e modulare. Iterazione e ricorsione.

**4. Linguaggi di programmazione**

I linguaggi di programmazione e cenni alla loro evoluzione. Sintassi e semantica.

**5. Il linguaggio Java**

Introduzione alla programmazione ad oggetti. Il paradigma ad oggetti. Fondamenti del linguaggio Java. Alcuni algoritmi e strutture dati in Java. Ereditarietà. Strutture dati avanzate in Java.

**6. Complessità computazionale**

Tipi di complessità computazionale. Modelli di costo. Complessità in passi base. Complessità asintotica.

**7. Basi di dati relazionali**

Cenni sul modello relazionale.

**Testi / Bibliografia**

Lucidi proiettati a lezione, testi e soluzioni di prove d'esame, software di supporto alla programmazione, scaricabili dal sito Web del corso.

**Metodi didattici**

Il corso viene erogato mediante proiezione di slide dal computer del docente, in aula. Le slide corrispondono al contenuto dei libri di testo ufficialmente adottati per il corso.

Le lezioni sono integrate da esercitazioni in laboratorio al computer tenute dal tutor del corso: ogni esercitazione affronta uno specifico argomento proponendo esercizi concreti, per la cui soluzione è necessario mettere a frutto quanto acquisito durante le ore di lezione col docente.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La valutazione d'esame consiste in una prova scritta, relativa a tutto il programma svolto a lezione, e in una prova finale orale da svolgersi nello stesso appello della prova scritta.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni in aula verranno svolte utilizzando lucidi, con il supporto della lavagna per lo svolgimento di esercizi. Le esercitazioni in laboratorio consentiranno ad ogni studente di disporre di un calcolatore sul quale svolgere l'attività di programmazione prevista, sotto la guida di un tutor.

## 32460 - FONDAMENTI DI INFORMATICA T-A

<b>Docente:</b>	PENZO WILMA
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenze di base e operative della struttura dell'elaboratore e dei principi della programmazione orientata agli oggetti. Analisi della complessità computazionale. Elementi di basi di dati relazionali.

**Programma / Contenuti****1. Architettura dei sistemi di elaborazione**

Struttura generale di un calcolatore elettronico. La macchina di Von Neumann. Supporti di memorizzazione.

**2. Software di base per sistemi di elaborazione**

Il sistema operativo. Strumenti per la programmazione: editor, debugger, compilatori e interpreti. Fasi di sviluppo di un programma.

**3. Elementi di programmazione**

Metodi per l'analisi di un problema. Algoritmi. Metodologie di programmazione strutturata e modulare. Iterazione e ricorsione.

**4. Linguaggi di programmazione**

I linguaggi di programmazione e cenni alla loro evoluzione. Sintassi e semantica.

**5. Il linguaggio Java**

Introduzione alla programmazione ad oggetti. Il paradigma ad oggetti. Fondamenti del linguaggio Java. Alcuni algoritmi e strutture dati in Java. Ereditarietà. Strutture dati avanzate in Java.

**6. Complessità computazionale**

Tipi di complessità computazionale. Modelli di costo. Complessità in passi base. Complessità asintotica.

**7. Basi di dati relazionali**

Cenni sul modello relazionale.

**Testi / Bibliografia**

Lucidi proiettati a lezione, testi e soluzioni di prove d'esame, software di supporto alla programmazione, scaricabili dal sito Web del corso.

**Metodi didattici**

Il corso viene erogato mediante proiezione di slide dal computer del docente, in aula. Le slide corrispondono al contenuto dei libri di testo ufficialmente adottati per il corso.

Le lezioni sono integrate da esercitazioni in laboratorio al computer tenute dal tutor del corso: ogni esercitazione affronta uno specifico argomento proponendo esercizi concreti, per la cui soluzione è necessario mettere a frutto quanto acquisito durante le ore di lezione col docente.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La valutazione d'esame consiste in una prova scritta, relativa a tutto il programma svolto a lezione, e in una prova finale orale da svolgersi nello stesso appello della prova scritta.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni in aula verranno svolte utilizzando lucidi, con il supporto della lavagna per lo svolgimento di esercizi.

Le esercitazioni in laboratorio consentiranno ad ogni studente di disporre di un calcolatore sul quale svolgere l'attività di programmazione prevista, sotto la guida di un tutor.

## 57897 - FONDAMENTI DI INGEGNERIA ELETTRICA I

<b>Docente:</b>	BRESCHI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone come principale obiettivo la formazione dell'allievo all'analisi delle principali problematiche dell'Ingegneria Elettrica. Saranno approfonditi i concetti e le metodologie inerenti l'elettromagnetismo stazionario e lentamente variabile. Saranno sviluppate le principali metodologie per l'analisi dei circuiti elettrici. Saranno illustrate le caratteristiche costruttive e di funzionamento delle principali macchine elettriche. Saranno illustrate i principi di funzionamento dei componenti di un sistema elettrico di potenza.

**Programma / Contenuti**

Campi Elettromagnetici Richiami sui principali operatori vettoriali. Definizioni fondamentali. Equazioni di Maxwell in forma integrale. Dalla teoria dei campi alla teoria dei circuiti. Elettrostatica. Equazioni di Laplace e di Poisson, problema generale dell'elettrostatica, matrice di capacità, condensatori. Circuiti Elettrici. Reti e circuiti a parametri concentrati. Leggi di Kirchhoff. Principali elementi circuitali: resistenze, induttori, condensatori, generatori indipendenti di tensione e di corrente. Regimi stazionari. Serie e parallelo di resistenze. Trasformazioni triangolo - stella. Metodi di studio dei circuiti elettrici. Metodo delle equazioni di Kirchhoff. Metodo dei potenziali di nodo. Metodo delle maglie. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teorema di Tellegen. Teoremi di Thevenin e di Norton. Regimi transitori. Circuiti RC, RL, RLC. Stato iniziale dei componenti con memoria. Regimi sinusoidali. Legge di Ohm simbolica e concetto di impedenza. Leggi di Kirchhoff simboliche. Studio di circuiti in regime sinusoidale mediante il metodo simbolico. Potenza in regime sinusoidale. Rifasamento. Sistemi trifase. Utilizzatori a stella ed a triangolo. Utilizzatori equilibrati e squilibrati. Potenza assorbita da un utilizzatore trifase. Trifase con neutro. Magnetostatica. Proprietà magnetiche della materia, materiali diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici, circuiti magnetici, coefficienti di auto e mutua induzione. Principi di conversione elettromeccanica dell'energia. Bilanci energetici in sistemi elettromeccanici, calcolo di forze e coppie in sistemi elettromeccanici. Macchine elettriche Generalità. Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson. Fenomeni di perdita nelle macchine elettriche. Il trasformatore. Principio di funzionamento. Ipotesi di campo. Equazioni interne ed esterne. Circuiti equivalenti. Funzionamento a vuoto ed in corto circuito. Misura del rendimento. Campo magnetico rotante Macchine asincrone. Principio di funzionamento. Equazione interne ed esterne. Teorema di equivalenza. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica. Macchine sincrone. Principio di funzionamento. Equazione interne ed esterne. Macchine a corrente continua. Principio di funzionamento. F.c.m. indotta alle spazzole. Reazione d'armatura. Commutazione. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica. Dinamo. Impianti elettrici. Generalità sugli impianti elettrici e loro costituzione. Cenni sulle centrali elettriche e sulle fonti energetiche, linee elettriche, dispositivi di manovra e protezione, cenni sulla sicurezza elettrica, impianto di terra.

**Testi / Bibliografia**

- G. Rizzoni, "Elettrotecnica: principi e applicazioni", McGraw-Hill.  
C. Alexander, M. Sadiku, "Circuiti elettrici", McGraw-Hill.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali, durante le quali il docente illustrerà gli argomenti in programma. Esempi, applicazioni ed esercizi svolti a lezione, esercitazioni svolte in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consta di una prova scritta e una prova orale. La prova scritta consiste in due esercizi.

Per accedere alla prova orale lo studente dovrà conseguire un punteggio non inferiore ai 14/30.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense ed altro materiale didattico viene distribuito all'indirizzo web: <http://www.dic.ing.unibo.it/pers/breschi/marco.htm>

**35023 - FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE LS**

<b>Docente:</b>	MELLO PAOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire****Obiettivi formativi**

Conoscenza dei principi e i metodi che stanno alla base della risoluzione di problemi di Intelligenza Artificiale (con particolare riferimento a sistemi basati sulla conoscenza e metodologie basate sulla logica).

Viene utilizzato uno specifico linguaggio di programmazione logica (Prolog) come strumento per la realizzazione concreta di questi schemi e tecniche.

**Abilità in uscita**

Capacità di impostare il progetto e la realizzazione di sistemi per la risoluzione di problemi di intelligenza artificiale.

Capacità di impostare tali progetti secondo i principi di organizzazione dei sistemi basati sulla conoscenza (alta modularità).

Il corso è propedeutico al Corso di Applicazioni di Intelligenza Artificiale L-S che funge quindi anche da ulteriore occasione di esercizio e approfondimento progettuale/implementativo sulle tematiche affrontate.

Vengono utilizzati linguaggi imperativi (Java) o linguaggi logici (Prolog) come strumenti per la realizzazione concreta di questi schemi e tecniche.

**Programma / Contenuti****Introduzione all'Intelligenza Artificiale**

- Un po' di storia;
- I principali campi applicativi;
- I sistemi basati sulla conoscenza e i loro principi architetturali.

**Risoluzione di problemi**

- Spazio degli stati
- Metodi di soluzione Forward e backward
- Strategie di ricerca (non informate ed euristiche)
- Giochi
- Propagazione di vincoli

### Rappresentazione della conoscenza

- Logica dei predicati del primo ordine (esemplificazione con risolutore Prolog)
- Regole di produzione (e sistemi di produzioni)
- Il concetto di oggetto (Reti semantiche, frames, sistemi a oggetti e ereditarietà)

### Linguaggi per Intelligenza Artificiale: PROLOG

- L'evoluzione dei linguaggi di programmazione
- Dalla logica alla programmazione logica
- Il linguaggio PROLOG come risolutore

### I Sistemi Basati sulla Conoscenza

- Come si sviluppa un Sistema Basato sulla Conoscenza
- Ambienti software per lo sviluppo di Sistemi Esperti

### Testi / Bibliografia

Testi consigliati per Intelligenza Artificiale:

S. J. Russel, P. Norvig: 'Intelligenza Artificiale: Un approccio moderno', Person Prentice Hall International, 2 Edizione Volume 1, 2005.

Testi consigliati per PROLOG:

L. Console, E. Lamma, P. Mello, M. Milano: 'Programmazione Logica e Prolog', Seconda Edizione UTET, 1997

I. Bratko: 'Programmare in Prolog per l'Intelligenza Artificiale', Masson e Addison-Wesley, 1988.

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno discusse le problematiche generali connesse alla progettazione di sistemi di intelligenza artificiale.

Il corso è affiancato da esercitazioni di laboratorio. Le esercitazioni sono individuali e pratiche, e fanno parte del lavoro individuale richiesto allo studente.

Queste attività sono programmate in modo che all'interno di ogni esercitazione lo studente possa realizzare praticamente le soluzioni dei problemi delineati durante le lezioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

- Esercizi proposti durante le lezioni.
- Esercitazioni guidate in laboratorio.
- Esame finale.

L'esame si compone di una prova scritta e di un orale facoltativo in cui gli studenti sono incoraggiati a portare un approfondimento su uno dei temi del corso corredato del relativo codice. La prova scritta verte su esercizi e domande teoriche su tutti gli argomenti trattati nel corso. Non sarà possibile consultare libri o appunti.

### Strumenti a supporto della didattica

Materiale Didattico

Diapositive proiettate a lezione consultabili sul sito Web del corso

<http://www.lia.deis.unibo.it/Courses/AI/fundamentalsAI2006-07/>

e disponibili al centro fotocopie della biblioteca centrale.

Testi e soluzioni di prove d'esame degli anni accademici precedenti, sempre disponibili sul sito Web del corso

<http://www.lia.deis.unibo.it/Courses/AI/fundamentalsAI2006-07/>

Altri strumenti:

In laboratorio ambiente di programmazione per il linguaggio Prolog.

## 41539 - FONDAMENTI DI MECCANICA DELLE MACCHINE L

<b>Docente:</b>	PARENTI CASTELLI VINCENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Elementi di Meccanica razionale, Fisica e Analisi matematica.

### Programma / Contenuti

#### Composizione dei meccanismi

- Definizione di macchina. Macchina e meccanismo.
- Elementi cinematici, coppie cinematiche. Gradi di libertà di un meccanismo.

#### Richiami di dinamica

- Azioni d'inerzia nel moto piano.
- Equazioni fondamentali della dinamica.

#### Rendimento meccanico

- Forze sui membri di un meccanismo. Rendimento meccanico. Macchine in serie e in parallelo.
- Moto retrogrado.

#### Accoppiamento motore-utilizzatore

- Misura della potenza.
- Caratteristica meccanica e suo rilevamento. Funzionamento a regime. Transitorio di avviamento.

#### Attrito e usura

- Attrito di strisciamento. Leggi e teoria elementare dell'attrito.
- Attrito di rotolamento. Usura e sue leggi.
- Piano inclinato. Coppia prismatica. Coppia rotoidale. Coppia elicoidale.
- Legge di Holm. Pattino piano. Coppia rotoidale portante. Coppia rotoidale di spinta. Innesto a frizione.
- Cuscinetto a rulli.
- Comportamento delle ruote nella locomozione. Veicolo.

#### Lubrificazione

- Lubrificazione idrodinamica. Pattino piano e coppia rotoidale.
- Cenni sulla lubrificazione elastoidrodinamica e sulla lubrificazione fluidostatica.

#### Sistemi articolati piani

- Richiami di cinematica.
- Analisi cinematica per via grafica del manovellismo di spinta e del quadrilatero articolato.
- Analisi cinematica per via analitica del manovellismo di spinta.
- Metodi generali di analisi cinematica per via analitica.
- Analisi cinetostatica per via grafica e per via analitica.
- Applicazioni dei sistemi articolati: Manovellismo di spinta, quadrilatero articolato, parallelogrammo articolato
- Manovellismo a croce. Giunto di Oldham. Giunto di Cardano.

#### Ruote dentate

- Tracciamento di profili coniugati. Profili ad evolvente.
- Proporzionamento delle dentature. Dentiera di riferimento. Arco d'azione. Interferenza dei profili.
- Cenni sulla fabbricazione delle ruote dentate e sulle ruote corrette.
- Ruote a denti elicoidali. Ruote coniche. Ruote per assi sghembi. Coppia vite-ruota vite.

**Rotismi**

- Rotismi ordinari ed epicicloidali. Formula di Willis.
- Esempi di rotismi epicicloidali. Rotismi differenziali.

**Organi flessibili**

- Organi flessibili. Perdite di rendimento. Puleggia fissa e mobile. Paranco.
- Freno a nastro.
- Trasmissione con cinghie piate.

**Dinamica delle macchine**

- Energia cinetica. Masse di sostituzione. Riduzione delle masse.
- Dinamica del manovellismo di spinta. Compensazione delle azioni d'inerzia.
- Regime periodico e grado di irregolarità. Calcolo del volano.

**Vibrazioni meccaniche**

- Vibrazioni libere e forzate di sistemi ad un solo g.d.l.
- Eccitazione ° W 2. Sospensioni: Forza trasmessa al telaio, Sospensioni sismiche.
- Sistemi a due gdl.

&lt;

**Testi / Bibliografia**

E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, *Lezioni di Meccanica applicata alle macchine, Prima parte: Fondamenti di Meccanica delle macchine*. Pàtron, 2005.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

- Prova finale scritta necessaria per l'accesso alla prova finale.
- Prova finale scritta e orale.

**41565 - FONDAMENTI DI MECCANICA DELLE MACCHINE L-A**

<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Mutuato da:</b>	41539 - FONDAMENTI DI MECCANICA DELLE MACCHINE L (vedi p. 539)

**41497 - FONDAMENTI DI PROGETTAZIONE ED  
INGEGNERIZZAZIONE DI PRODOTTO L**

<b>Docente:</b>	CROCCOLO DARIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Si prevede che gli studenti acquisiranno delle conoscenze di base che consentano di utilizzare le metodologie e gli strumenti necessari per impostare e coordinare, in modo appropriato, le attività di progettazione di un nuovo prodotto industriale o di aggiornamento di un prodotto esistente e, dunque, per valutare l'impatto sia tecnico che economico delle decisioni prese in modo da ottenere un progetto ed un prodotto *robusto*.

**Programma / Contenuti**

- Introduzione alla progettazione di prodotto: tipologia, impostazione, sviluppo e gestione del progetto.
- Le fasi e lo sviluppo funzionale del progetto.
- Principi di progettazione metodica

- la chiarificazione del compito e la stesura della specifica:
- il progetto concettuale;
- il progetto di dettaglio;
- l'industrializzazione e la fabbricazione del prodotto.

La progettazione *simultanea, concorrente e robusta*: tempi, costi e qualità della progettazione e dei prodotti.

La gestione del progetto

L'analisi dei requisiti, delle specifiche e degli obiettivi del progetto: QFD (Quality Function Deployment).

L'analisi di affidabilità e dei guasti: FMEA (Failure, Mode, Effects, Analysis)

Il progetto per la fabbricazione: DFM (Design For Manufacture).

Il progetto per il montaggio e l'assemblaggio: DFA (Design For Assembly).

Le verifiche sperimentali del progetto e dei componenti: il progetto dell'esperimento DOE (Design Of Experiment).

Richiami di equilibrio del corpo rigido: forze, momenti e vincoli.

Sollecitazioni esterne ai componenti: diagrammi e valori massimi.

Sollecitazioni interne ai componenti: diagrammi e valori massimi.

Caratteristiche meccaniche dei materiali.

Previsione di durata e di rottura per *fatiga* dei componenti.

I collegamenti strutturali: saldatura e bullonatura

## Testi / Bibliografia

### Testi adottati

A. Freddi - *Imparare a progettare* - Pitagora Editrice Bologna - 2004

Dispense e appunti delle lezioni

Dario Crococo, Rossano Cuppini

Esercizi di Tecnica delle Costruzioni meccaniche e Costruzione di Macchine

Pitagora Editrice Bologna

### Testi di consultazione

Ulrich Karl T., Eppinger D.

"Progettazione e sviluppo di prodotto"

Mc Graw-Hill, 2000.

Gevirtz C.,

"Developing new products with TQM"

McGraw-Hill, 1994

Lou Cohen

"Quality Function Deployment: *How to Make QFD Work for You*"

Addison-Wesley Publishing Company, 1997

Pahl G. e Beitz W

"Engineering Design"

Springer Verlag, 1988.

Ullman G.D.

"The Mechanical Design Process"

Mc Graw-Hill, 1992.

O. Belluzzi

Scienza delle Costruzioni Vol I

Zanichelli, Bologna

Beer, Russel Johnston, DeWolf

Meccanica dei solidi

McGraw-Hill

RC. Juvinall, K.M. Marshek

"Fondamenti della progettazione dei Componenti delle Macchine"

Ed. ETS, Pisa, 2002

Dal Re V.,

"Costruzioni di apparecchiature chimiche: lezioni ed esercitazioni, vol. 1 e 2"

Progetto Leonardo, Bologna, 1992

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno affrontati i principali problemi connessi con la progettazione dei prodotti ed in particolare di alcuni componenti delle macchine. Le esercitazioni saranno collettive e dedicate all'applicazione pratica di quanto appreso a lezione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Le prove di accertamento dell'apprendimento sono scritta ed orale. La prova scritta consiste nella soluzione di tre esercizi di progettazione di prodotti e componenti. La prova orale consiste in un colloquio durante il quale vengono analizzati gli errori commessi nella prova scritta ed approfonditi alcuni aspetti teorici trattati a lezione.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa

## 23892 - FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA L-A

<b>Docente:</b>	MARTELLI SILVANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0051 - Ingegneria informatica 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso introduce le teorie e le metodologie algoritmiche di base per la soluzione di problemi decisionali che si presentano, in ambito sociale ed industriale, quando si debbono gestire e coordinare in modo ottimale attività e risorse disponibili in quantità limitata.

Gli studenti acquisiranno la capacità di:

1. rappresentare, mediante modelli di programmazione lineare e di teoria dei grafi, semplici casi reali in cui si presentano problemi di ottimizzazione;
2. determinare la soluzione del problema mediante l'opportuno algoritmo.

### Programma / Contenuti

1. PROGRAMMAZIONE LINEARE:

- 1.1 generalità su programmazione matematica e programmazione convessa;

- 1.2 programmazione lineare: forma generale, canonica, standard;
- 1.3 algoritmo del semplice: soluzioni base, interpretazione geometrica;
- 1.4 uso del 'tableau', criterio di ottimalità, degenerazione;
- 1.5 soluzione base iniziale: metodo delle due fasi;
- 1.6 programmazione lineare intera (cenni).
- 2 OTTIMIZZAZIONE SU GRAFI:
- 2.1 teoria dei grafi: definizioni fondamentali;
- 2.2 problema del più corto albero ricoprente: algoritmo di Prim;
- 2.3 problemi di cammini minimi: algoritmo di Dijkstra;
- 2.4 pianificazione di progetti: tecniche PERT-CPM;
- 2.5 problemi di flusso: algoritmo di Ford e Fulkerson per il flusso massimo.
- 3 COMPLESSITÀ (cenni):
- 3.1 complessità degli algoritmi;
- 3.2 algoritmi polinomiali ed algoritmi esponenziali;
- 3.3 classi P ed NP.

### Testi / Bibliografia

S. Martello, 'Fondamenti di Ricerca Operativa L-A', II Edizione, Esculapio (progetto Leonardo), Bologna, 2006.

Contiene:

- 1. riproduzione dei trasparenti utilizzati per le lezioni;
- 2. esercizi svolti.

Il testo non è indispensabile per gli studenti che frequentano regolarmente lezioni ed esercitazioni.

### Metodi didattici

Il corso è strutturato in lezioni ed esercitazioni in aula.

Durante le lezioni vengono discusse le problematiche teoriche e gli aspetti algoritmici degli argomenti trattati.

Durante le esercitazioni vengono proposti casi industriali semplificati in cui si presentano problemi di ottimizzazione, vengono derivati i modelli matematici corrispondenti e ne viene determinata la soluzione mediante gli algoritmi illustrati nelle lezioni.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'apprendimento viene verificato mediante una prova scritta, eventualmente seguita, in caso di esito positivo, da una prova orale facoltativa.

La prova scritta consiste nella modellizzazione e nella soluzione, mediante gli opportuni algoritmi, di semplici problemi di ottimizzazione. La prova dura circa un'ora e la valutazione avviene in trentesimi.

I candidati che riportano voto positivo nella prova scritta hanno due possibilità:

- a) registrare direttamente il minimo tra il voto conseguito e 24 (tale registrazione deve essere effettuata durante la prova orale immediatamente successiva alla prova scritta);
- b) sostenere una prova orale sulla conoscenza teorica della materia (proprietà, dimostrazioni, ecc.). Viene registrata la media pesata data da:

$$\frac{2}{3} (\text{voto prova scritta}) + \frac{1}{3} (\text{voto prova orale})$$

arrotondata per eccesso.

Detto  $k$  l'appello in cui si è superata la prova scritta, l'orale va sostenuto entro l'appello  $k + 2$ . I candidati respinti alla prova orale conservano il voto dello scritto (nell'ambito della sua validità).

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa.

## 23892 - FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA L-A

<b>Docente:</b>	TOTH PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza dei problemi decisionali e delle tecniche di ottimizzazione e simulazione.

Capacità di:

definire modelli matematici di ottimizzazione,

utilizzare software commerciali per la soluzione di problemi di ottimizzazione,

definire modelli di simulazione numerica.

**Programma / Contenuti**

Il modulo si propone di introdurre la modellizzazione matematica dei processi decisionali e le principali metodologie di tipo quantitativo per la loro soluzione. Presenta numerosi esempi applicativi e prevede attività di laboratorio al computer.

Il modulo sviluppa i seguenti argomenti. 1. I processi decisionali: decisori, obiettivi, informazioni. La modellizzazione. Formulazione di un problema di ottimizzazione: variabili decisionali, funzioni obiettivo, vincoli. Classi di problemi: continui-discreti, lineari-non lineari. Classi di algoritmi: esatti, euristici, di ricerca locale. 2. Simulazione numerica di sistemi discreti. Descrizione statica e dinamica di un sistema. Metodo della programmazione degli eventi. Definizione di modelli di simulazione, progettazione degli esperimenti ed uso della simulazione come strumento decisionale. 3. La programmazione lineare. Formulazione di problemi lineari e loro proprietà. Cenni sull'algoritmo del simplesso. Utilizzo di software commerciale: esame dei principali pacchetti, interpretazione degli output. 4. Introduzione alla programmazione lineare intera: modelli e rilassamenti, algoritmi esatti, algoritmi euristici. 5. Applicazioni: problemi del 'knapsack', del 'set covering' e del 'bin packing'.

Propeuticità consigliate: moduli di Fondamenti di Informatica L-A, L-B e Geometria e Algebra L.

**Testi / Bibliografia**

Dispense a cura del docente (distribuite durante le lezioni).

Testi di consultazione:

M. FISCHETTI 'Lezioni di Ricerca Operativa', Edizioni Libreria Progetto Padova 1995.

S. MARTELLO 'Lezioni di Ricerca Operativa', III edizione, Progetto Leonardo, Bologna, 1998

S. MARTELLO, D. VIGO 'Esercizi di Simulazione Numerica', II edizione, Progetto Leonardo, Bologna, 1999.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta di 'Simulazione Numerica'.

Prova scritta di 'Ottimizzazione'.

**Strumenti a supporto della didattica**

Trasparenze a cura del docente.

## 23892 - FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA L-A

<b>Docente:</b>	CAPRARA ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza dei problemi decisionali e delle tecniche di ottimizzazione e simulazione. Capacità di: definire modelli matematici di ottimizzazione, utilizzare software commerciali per la soluzione di problemi di ottimizzazione, definire modelli di simulazione numerica.

**Programma / Contenuti****Introduzione**

I processi decisionali: decisori, obiettivi, informazioni. La modellizzazione.

**Simulazione**

Simulazione numerica di sistemi discreti. Descrizione statica e dinamica di un sistema. Metodi della programmazione degli eventi e della interazione dei processi. Definizione di modelli di simulazione, progettazione degli esperimenti ed uso della simulazione come strumento decisionale.

**Ottimizzazione**

Formulazione di un problema di ottimizzazione: variabili decisionali, funzioni obiettivo, vincoli. Classi di problemi: continui-discreti, lineari-non lineari. Modelli di programmazione lineare e lineare intera. Applicazioni ai problemi del 'knapsack', del 'bin packing', del 'set covering', del 'fixed charge' e a loro varianti e generalizzazioni. La programmazione lineare: formulazione di problemi lineari, cenni sull'algoritmo del semplice. La programmazione lineare intera: rilassamenti, algoritmi esatti, algoritmi euristici. Utilizzo di software commerciale.

Propedeuticità consigliate: moduli di Fondamenti di Informatica L-A, L-B e Geometria e Algebra L.

**Testi / Bibliografia**

Dispense a cura del docente (distribuite durante le lezioni).

Testi di consultazione:

M. FISCHETTI 'Lezioni di Ricerca Operativa', Edizioni Libreria Progetto Padova 1995.

S. MARTELLO 'Lezioni di Ricerca Operativa', III edizione, Progetto Leonardo, Bologna, 1998

S. MARTELLO, D. VIGO 'Esercizi di Simulazione Numerica', II edizione, Progetto Leonardo, Bologna, 1999.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta di 'Simulazione Numerica'.

Prova scritta di 'Ottimizzazione'.

**41S14 - FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA L-B**

<b>Docente:</b>	CAPRARA ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Comprendere gli algoritmi per la risoluzione di problemi di programmazione lineare.

**Programma / Contenuti**

Il corso illustra dettagliatamente le metodologie di soluzione di problemi di programmazione lineare brevemente presentate nel corso di Fondamenti di Ricerca Operativa L-A.

Ottimi locali e globali. Programmazione convessa.

Forma canonica e standard di un problema di programmazione lineare. Soluzioni ammissibili e soluzione base.

Algoritmo del simplesso: interpretazione geometrica, criterio di ottimalità, degenerazione, determinazione di una soluzione base iniziale.

Teoria della dualità: problema duale, algoritmo del simplesso duale. Analisi di sensitività. Algoritmo del simplesso duale e metodo branch and bound.

### Testi / Bibliografia

Testi di riferimento:

- appunti delle lezioni.
- dispense a cura del docente.

Testi per consultazione:

M. FISCHETTI 'Lezioni di Ricerca Operativa', Edizioni Libreria Progetto Padova 1995.

S. MARTELLO 'Lezioni di Ricerca Operativa', III edizione, Progetto Leonardo, Bologna, 1998.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta.

## 42200 - FONDAMENTI DI TECNOLOGIE DI PROCESSO L (6 CFU)

<b>Docente:</b>	SANTARELLI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'Insegnamento ha per oggetto lo studio dell'impiego di metodologie proprie dell'ingegneria di processo nell'analisi quantitativa di situazioni di interesse per l'ingegneria chimica ambientale

### Programma / Contenuti

1. Equazioni di bilancio di materia e di energia: 1.1 generalità sulle equazioni di bilancio. 1.2 le equazioni integrali di bilancio e loro applicazione a sistemi reagenti chimicamente e non.
2. I processi di combustione: 2.1 Combustibili 2.2 Considerazioni di carattere generale sulla combustione. 2.3 Le emissioni atmosferiche dai processi di combustione.
3. Processi di separazione: 3.1 classificazione dei processi di separazione 3.2 Elementi di equilibrio termodinamico tra fasi 3.3 Cenni sui processi cinetici 3.4 Il modello di stadio di equilibrio 3.5 Aspetti fondamentali dei processi di assorbimento e di adsorbimento
4. Modelli fluidodinamici semplici: 4.1 caratteristiche essenziali dei modelli di fase perfettamente miscelata e di corrente monodimensionale 4.2 applicazioni all'analisi di fenomeni di dispersione di inquinanti nell'ambiente.

### Testi / Bibliografia

FELDER M.R. ROUSSEAU R.W. ELEMENTARY PRINCIPLES OF CHEMICAL PROCESSES 3RD ED J.WILEY NEW YORK 2000;

ALLEN D.T. SHONNARD D.R. GREEN ENGINEERING - ENVIRONMENTAL CONSCIOUS DESIGN OF CHEMICAL PROCESSES PRENTICE HALL PTR UPPER SADDLE RIVER 2002

SEADER J.D.HENLEY E.J. SEPARATION PROCESS PRINCIPLES J. WILEY & SONS NEW YORK 1998

PERRY R. CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK 7TH ED MCGRAW-HILL NEW YORK 1997

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale.

**57900 - FONDAMENTI E APPLICAZIONI DELL'ENERGIA NUCLEARE I**

<b>Docente:</b>	TROMBETTI TULLIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fondamenti dell'ingegneria nucleare, delle radiazioni e dei plasmi; risoluzione di semplici problemi applicativi in ambito energetico e tecnologico; basi propedeutiche agli insegnamenti del secondo e terzo ciclo didattico, con particolare riguardo all'orientamento Tecnologie Energetiche Avanzate, e della LS in Ingegneria energetica.

**Programma / Contenuti**

**I. Introduzione.** Fondamenti e realizzazioni dell'ingegneria nucleare: radiazioni, energia, plasmi, tecnologia, applicazioni, protezioni.

**II. Sintetiche nozioni propedeutiche di fisica atomica e nucleare.**

Interazione tra radiazione e materia. Interazioni neutroniche. Sezioni d'urto. Raggi  $\gamma$ . Particelle cariche.

**III. Diffusione e moderazione neutronica.** Legge di Fick, equazione di diffusione, soluzioni elementari. Lunghezza di diffusione. Rallentamento e termalizzazione dei neutroni. Temperatura e distribuzione dei neutroni termici.

**IV. Reattori nucleari ed energia nucleare.** La catena di fissione. Il combustibile nucleare. Conversione e fertilizzazione.

Teoria elementare del reattore nucleare, Criticità e coefficiente di moltiplicazione. Modelli a un gruppo per nocciolo nudo o riflesso. Reattori termici e formula dei quattro fattori. Modelli a miglior dettaglio spaziale-energetico.

**V. Nozioni elementari di teoria cinetica dei gas.**

Processi collisionali nei gas ionizzati. Sezioni d'urto.

**VI. Nozioni introduttive sui plasmi, caratterizzazione e applicazioni**

Lo stato di plasma. Caratterizzazione fisica dei plasmi per la fusione termonucleare controllata. Problematiche applicative. Caratterizzazione fisica dei plasmi termici e dei plasmi in non equilibrio. Cenni sulle potenzialità applicative.

**Testi / Bibliografia**

Dispense del docente.

Materiale integrativo: Specifici capitoli, esempi, problemi proposti da testi classici, quali:

B. Montagnini - *Lezioni di Fisica del Reattore Nucleare* - Università di Pisa, 1983

J. Lamarsh, A.J. Baratta - *Introduction to Nuclear Engineering*, 3rd edition. Prentice Hall, 2001

F.F. Chen - *Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion*, 2nd Ed., Vol. 1, Plenum Press 1984

M. Boulos - *Thermal Plasmas*, Plenum Press.

B. Chapman - *Glow Discharge Processes*, J. Wiley & Sons 1980.

**Metodi didattici**

lezioni teoriche, esercitazioni, utilizzazione di basi di dati

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale con discussione di risposte scritte a quesiti riguardanti le conoscenze generali e la risoluzione di semplici problemi specifici.

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti proiettati che vengono forniti formattati con ampi spazi liberi per l'inserimento da parte di ogni studente, già in corso di lezione/esercitazione, di spiegazioni e collegamenti personali o suggeriti dal docente. Reperimento, su manuali e via rete, consultazione e utilizzazione di basi di dati per il concretamento delle conoscenze generali e la risoluzione di problemi applicativi.

**30891 - FONDAMENTI E APPLICAZIONI DI GEOMETRIA DESCRITTIVA T**

<b>Docente:</b>	ANSELMI FRANCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

**17443 - FOTOGRAMMETRIA L**

<b>Docente:</b>	ZANUTTA ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce le conoscenze di base delle moderne tecniche della fotogrammetria applicate al rilievo in ambito territoriale e edilizio-urbano.

Si affrontano i temi dell'impostazione teorica analitica, della moderna strumentazione necessaria alla costruzione del modello metrico tridimensionale dell'oggetto rilevato e degli sviluppi applicativi nei diversi settori.

**Programma / Contenuti**

Il corso è articolato in una serie di lezioni riguardanti l'inquadramento della disciplina ed esempi applicativi. Si prevedono, ad integrazione delle lezioni, delle esercitazioni pratiche che mettono l'allievo in grado di eseguire, autonomamente, operazioni di rilievo topografico-fotogrammetrico.

Quale prerequisito si presume che l'allievo abbia già acquisito le nozioni di base fornite dal corso di Topografia.

Fondamenti di fotogrammetria: concetti generali, l'uso metrico della fotografia intesa come prospettiva centrale. Terminologia: stella di direzioni, modello stereoscopico, parametri e procedure principali di orientamento.

Strumentazione di presa: camere aeree, camere terrestri: caratteristiche e componenti.

Strumentazione per la restituzione: restitutori analogici, analitici e digitali.

Assunzione delle informazioni: progettazione delle prese terrestri; il progetto di volo in aereo-fotogrammetria; la determinazione dei punti d'appoggio per via topografica e fotogrammetrica.

Fondamenti analitici: sistema di riferimento immagine, modello, oggetto. Trasformazioni tra sistemi 2D e 3D. Compensazione ai minimi quadrati per osservazioni indirette nella realizzazione di trasformazioni tra sistemi 2D e 3D. La trasformazione proiettiva: relazione proiettiva tra oggetti e immagini, relazione tra

coordinate lastra e coordinate assolute; orientamento esterno di un fotogramma, soluzione analitica dei problemi fondamentali di orientamento interno, relativo e assoluto. Procedure d'orientamento analitiche. Fotogrammetria digitale: acquisizione delle immagini per via diretta (camere digitali) e indiretta (scanner fotogrammetrici e non fotogrammetrici), tecniche di elaborazione di immagine, algoritmi di base della fotogrammetria digitale (matching, ricampionamento, operatori di interesse, ecc.), procedure specialistiche (generazione automatica di DTM, fotopiani, ortofoto, ecc.).

Triangolazione aerea: per modelli indipendenti e a fasci proiettivi. Raddrizzamento semplice e raddrizzamento differenziale di immagini digitali.

Tecniche fotogrammetriche non convenzionali: restituzione in monoscopia. La Trasformazione Lineare Diretta.

Esempi di rilevamenti.

### Testi / Bibliografia

Kraus K., 1994. Fotogrammetria, teoria e applicazioni, Vol. I. Libreria Levrotto e Bella, Torino (traduzione di Sergio Dequal).

Fangi G., 1995. Note di fotogrammetria. CLUA Edizioni Ancona.

Saint Aubin J.P., 1999. Il rilievo e la rappresentazione dell'architettura. Edizione italiana a cura di Baratin L. e Selvini A., Ed. Moretti & Vitali, Bergamo.

Schenk T., 1999. Digital Photogrammetry. Terra Science, ISBN 0-9677653-0-7.

Selvini A., Guzzetti F. 2000. Fotogrammetria generale. UTET, Torino.

materiale vario fornito dal docente

### Metodi didattici

Il corso prevede un ciclo di esercitazioni dove gli allievi potranno svolgere un'esperienza completa per l'esecuzione di un rilievo fotogrammetrico terrestre di un'opera di interesse architettonico o artistico: progetto, prese, appoggio topografico e restituzione fotogrammetrica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame si articola in un'unica prova orale che mira a verificare l'apprendimento degli argomenti trattati nel corso delle lezioni.

### Strumenti a supporto della didattica

Nel laboratorio di topografia e fotogrammetria del DISTART sono presenti vari strumenti di rilievo (teodoliti, distanziometri, stazioni integrate, livelli, ricevitori geodetici GPS, camere fotogrammetriche, restitutori analogici, analitici e digitali etc) che gli studenti adopereranno durante le esercitazioni.

## 17433 - GEOLOGIA APPLICATA L

<b>Docente:</b>	BORGATTI LISA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si pone come obiettivo principale di affinare la preparazione sulle tematiche geologiche di base propedeutiche alla trattazione di problematiche proprie della Geologia applicata all'Ingegneria. Il raggiungimento di tale obiettivo permetterà agli Studenti di comprendere il ruolo fondamentale del geologo nella pianificazione territoriale, nelle diverse fasi della progettazione di opere di ingegneria civile e di opere, misure ed interventi finalizzati tanto alla prevenzione quanto alla mitigazione dei rischi geologici.

### Programma / Contenuti

Metodi di indagine

- Rilevamento e cartografia geologico-applicativa.
- Criteri di base per la pianificazione di campagne di indagine.
- Esplorazione geologica del sottosuolo: sondaggi, prove in sito.
- Tecniche di monitoraggio.

#### **La Geologia applicata e il rischio geologico**

- Pericolosità geologica e rischio geologico. Il rischio idrogeologico: fenomeni di instabilità dei versanti e di dinamica fluviale.
- Le frane. Fattori e cause. Classificazione delle frane. Valutazione del rischio da frana. Sistemi di monitoraggio dei movimenti franosi. La mitigazione dei dissesti.
- Il rischio geologico-idraulico. La dinamica fluviale ed i processi di erosione, inondazione ed alluvionamento. La mitigazione dei dissesti.
- La classificazione dei terreni e degli ammassi rocciosi: informazioni di carattere geologico nelle verifiche di stabilità dei pendii in terra e roccia.

#### **La Geologia applicata alle opere di Ingegneria**

Problematiche geologico-applicative relative a: 1) vie di comunicazione; 2) bacini artificiali e dighe; 3) cave; 4) discariche; 5) versanti.

È prevista un'escursione della durata di un giorno, avente come temi l'illustrazione sul terreno delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e strutturali dell'Appennino emiliano e della pianura padana, nonché di alcuni aspetti geologico-applicativi con riferimento alla dinamica dei versanti e alla dinamica fluviale.

#### **Testi / Bibliografia**

Per argomenti generali e specifici si consigliano i seguenti testi:

- Casati P., Scienze della Terra. Volume 1. Elementi di Geologia generale. Terza edizione. CittàStudi Edizioni, Torino.
- Casadio M. & Elmi C., Manuale del Geologo. Pitagora Ed., Bologna.
- González de Vallejo L., Geoingegneria, Pearson Ed.
- Canuti P., Crescenti U., Francani V. (a cura di), Geologia applicata all'ambiente. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
- Scesi L., Papini M., Gattinoni P., Geologia applicata. Il rilevamento geologico. Volume 1, II Edizione. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
- Hoek E., Practical Rock Engineering - <http://www.roscience.com/Hoekcorner.htm>

#### **Metodi didattici**

Lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio ed escursioni didattiche sul terreno.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Sono previste due prove:

- la prima (scritta, all'inizio del corso) consiste nella verifica delle pre-conoscenze di Geologia di base;
- la seconda (orale, alla fine del corso) riguarda gli aspetti del programma svolto.

#### **Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore e personal computer sono usati per tutte le lezioni ed alcune esercitazioni. Verranno forniti appunti delle lezioni.

### **43732 - GEOLOGIA APPLICATA L (5 CFU)**

<b>Docente:</b>	BONAGA GILBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	5

## 49770 - GEOLOGIA MARINA LS

<b>Docente:</b>	CURZI PIETRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso di Geologia Marina approfondisce le conoscenze di geomorfologia, sedimentologia e di geologia recente della costa ed i fondali marini, in particolar modo quelli della piattaforma continentale. Tali conoscenze di base e metodologiche sono indispensabili all'ingegnere per una progettazione volta al corretto utilizzo di queste unità fisiografiche.

Il corretto utilizzo del territorio in generale e quello italiano in particolare, porta ad affrontare problematiche ambientali, per risolvere le quali sono necessarie, fra le altre, conoscenze geomorfologiche, sedimentologiche e di geologia recente. La conoscenza della Geologia del fondo e del sottofondo degli oceani e dei mari, oltre a costituire un completamento specialistico nelle Scienze della Terra, riveste anche aspetti applicativi, come per esempio nell'estrazione dei Placers (concrezioni metallifere, legate all'attività vulcanica delle dorsali oceaniche). Attualmente la costa, che in Italia si estende per circa 8.000 km, e la piattaforma continentale, tratto di mare compreso tra le isobate 0 e 200 m, molto estesa nei mari Italiani e che per esempio coincide con tutto l'Adriatico centro-settentrionale, sono considerate come territorio. Queste due unità fisiografiche del territorio italiano presentano un'attività ingegneristico - ambientale sempre maggiore costituita dalla difesa delle coste instabili perché interessate da erosione o da frane (le varie opere di protezione), dalle risorse minerarie (piattaforme e condotte sottomarine per gli idrocarburi), dall'attività estrattiva, cantieristica, portuale ed industriale sulla costa, dall'ingegneria sanitaria (scarichi a mare) e, più specificatamente dal punto di vista ambientale, dal turismo e dalla pesca.

**Programma / Contenuti**

**Introduzione.** Caratteristiche generali ed utilizzo della costa e della piattaforma continentale.

**Geomorfologia** – Definizione delle coste alte e basse. Estensione, gradiente e natura della Piattaforma continentale. Problemi applicativi connessi.

**Sedimentologia** – Materiali e tessitura dei sedimenti. Strutture sedimentarie primarie inorganiche. Ambienti e processi sedimentari. Proprietà fisico – meccaniche dei sedimenti. Stabilità delle coste e dei fondali. Regime dei litorali e le cause che lo influenzano.

Evoluzione dei sedimenti in funzione idraulica, chimica e fisica. Studio dei parametri statistici tessiturali.

Conseguenze sedimentarie dell'impatto antropico (porti, scogliere, piattaforme, condotte sottomarine).

**Geologia recente** – Evoluzione spaziale e temporale tardo quaternaria (ultimo glaciale e postglaciale) degli ambienti appartenenti alle unità geomorfologiche indicate, con particolare riferimento a quelle italiane.

Cenni di Geologia Marina strutturale.

**Metodi** – Sistemi di ubicazione, fotogrammetria, batimetria, sismica ad alta risoluzione e ad alta penetrazione, sistemi di campionatura. Applicazioni dei metodi e loro interpretazione geologica e sedimentologica.

**Testi / Bibliografia**

Appunti forniti dal docente

**Metodi didattici**

Lezioni teorica ed esercitazioni pratiche in laboratorio ed in campo

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale sugli argomenti trattati durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Esercitazioni di interpretazione geologica su alcuni profili sismici ad alta penetrazione ed alta risoluzione

Visita a laboratori di sedimentologia e geologia marine.

## 31426 - GEOLOGIA T

<b>Docente:</b>	LANDUZZI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento fornisce allo studente gli strumenti essenziali per: (a) riconoscere i principali tipi di minerali e rocce; (b) leggere ed interpretare carte geologiche, schemi dei rapporti stratigrafici e sezioni geologiche; (c) valutare l'influenza dei processi geodinamici sul rischio vulcanico, sismico ed idrogeologico; (d) valutare da un punto di vista geologico i problemi costruttivi e l'impatto ambientale delle opere di ingegneria civile. Al termine del corso, e dopo aver superato la prova di verifica finale, lo studente è quindi in grado di comprendere terminologia e contenuti degli elaborati geologici incorporati nei progetti ingegneristici.

### Programma / Contenuti

L'insegnamento riguarda la Geologia di base, e fornisce agli studenti gli strumenti essenziali per: (a) riconoscere i principali tipi di minerali e rocce; (b) leggere ed interpretare carte geologiche, schemi dei rapporti stratigrafici e sezioni geologiche; (c) valutare l'influenza dei processi geodinamici sul rischio vulcanico, sismico ed idrogeologico; (d) valutare da un punto di vista geologico i problemi costruttivi e l'impatto ambientale delle opere di ingegneria civile.

*Geologia generale.* Identificazione macroscopica dei principali minerali che costituiscono le rocce.

Identificazione macroscopica delle più comuni rocce e terre, mediante la determinazione di tessitura, struttura, composizione e proprietà fisico-chimiche d'insieme. Analisi del ciclo litogenetico mediante lo studio dei processi plutonici, vulcanici, sedimentari, diagenetici e metamorfici. Inquadramento del ciclo litogenetico nella dinamica interna ed esterna della Terra. Applicazione dei principi della Stratigrafia, della Tettonica e della Geomorfologia allo studio delle carte geologiche e delle sezioni geologiche. Esame dei dati geologici e geomorfologici che consentono di valutare la pericolosità delle eruzioni vulcaniche, dei terremoti, delle frane e delle alluvioni.

*Geologia applicata.* Cenni introduttivi sulle caratteristiche meccaniche ed idrogeologiche delle rocce e delle terre in funzione della litologia, delle discontinuità strutturali e dello stato di alterazione. Cenni introduttivi sulla distribuzione e le modalità di scorrimento delle acque sotterranee: falde freatiche, falde artesiane e strutture idrogeologiche. Considerazioni sui rapporti tra falde idriche, sorgenti e corsi d'acqua superficiali.

Considerazioni sul ruolo dell'acqua nei fenomeni franosi. Valutazione dei rischi geologici e degli impatti ambientali nella progettazione di massima delle opere ingegneristiche.

### Testi / Bibliografia

*Testi consigliati:*

PRESS F., SIEVER R., GROTZINGER J., JORDAN T. H., Capire la Terra, ed. Zanichelli.

BOSELLINI A., Le scienze della terra e l'universo intorno a noi. (volume 1), ed. Zanichelli.

*Bibliografia:*

CARLONI G.C., Geologia Applicata, ed. Pitagora.

DESIO A., Geologia Applicata all'Ingegneria, ed. Hoepli.

ELMI C. e DIRETTO M., Geologia, ed. Pitagora.

MARTINIS B., Geologia ambientale, ed. UTET.

TREVISAN L., GIGLIA G., Introduzione alla Geologia, ed. Pacini.

## Metodi didattici

*Articolazione del corso.* La prima metà del corso sarà dedicata allo studio delle rocce e dei processi litogenetici, mentre la seconda sarà rivolta all'esame degli elaborati geologici ed agli argomenti applicativi. Per tutta la durata del corso, le lezioni saranno integrate da esercitazioni ripartite in turni. Verso il termine del corso, gli studenti potranno partecipare ad escursioni didattiche nelle Alpi meridionali e/o nell'Appennino centro-settentrionale.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

*Esame.* E' prevista una *prova unica*, a partire dalla *fine del corso*. Essa consiste in due esercizi (riconoscimento rocce e lettura carte geologiche) da svolgere *oralmente*, in *circa mezz'ora*. Lo svolgimento degli esercizi sarà integrato da domande generali sui processi geologici e le loro implicazioni nella pratica ingegneristica. Il minimo requisito per superare l'esame è conseguire la *sufficienza in entrambi gli esercizi*. Ulteriori dettagli sugli argomenti d'esame e sui criteri di valutazione sono schematicamente riportati nel DVD del corso.

## Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore e personal computer sono usati per tutte le lezioni ed alcune esercitazioni. Circa 300 campioni di rocce e terre sono disponibili nell'aula d'esercitazione. 14 carte geologiche d'Italia in scala 1/100000 sono disponibili in doppia copia nell'aula d'esercitazione. Presso l'ufficio fotocopie della biblioteca di facoltà si può acquistare un DVD che contiene il seguente materiale didattico: (a) tutte le presentazioni per computer proiettate a lezione, con molte spiegazioni aggiuntive. (b) foto ad alta risoluzione e descrizioni complete dei 100 migliori campioni disponibili. (c) copie ad alta risoluzione in formato .pdf delle 14 carte geologiche disponibili, con l'elenco degli oggetti da cercare e molti esempi di identificazione. (d) una raccolta di schemi ed appunti necessari per le esercitazioni (cartella "dispensa a stampa", disponibile anche in fotocopia). Si raccomanda a ogni studente di procurarsi una *lente da 8-10x*, particolarmente utile per l'identificazione dei campioni di rocce e terre a grana fine.

## 31426 - GEOLOGIA T

<b>Docente:</b>	LANDUZZI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento fornisce allo studente gli strumenti essenziali per: (a) riconoscere i principali tipi di minerali e rocce; (b) leggere ed interpretare carte geologiche, schemi dei rapporti stratigrafici e sezioni geologiche; (c) valutare l'influenza dei processi geodinamici sul rischio vulcanico, sismico ed idrogeologico; (d) valutare da un punto di vista geologico i problemi costruttivi e l'impatto ambientale delle opere di ingegneria civile. Al termine del corso, e dopo aver superato la prova di verifica finale, lo studente è quindi in grado di comprendere terminologia e contenuti degli elaborati geologici incorporati nei progetti ingegneristici.

## Programma / Contenuti

L'insegnamento riguarda la Geologia di base, e fornisce agli studenti gli strumenti essenziali per: (a) riconoscere i principali tipi di minerali e rocce; (b) leggere ed interpretare carte geologiche, schemi dei rapporti stratigrafici e sezioni geologiche; (c) valutare l'influenza dei processi geodinamici sul rischio vulcanico, sismico ed idrogeologico; (d) valutare da un punto di vista geologico i problemi costruttivi e l'impatto ambientale delle opere di ingegneria civile.

*Geologia generale.* Identificazione macroscopica dei principali minerali che costituiscono le rocce.

Identificazione macroscopica delle più comuni rocce e terre, mediante la determinazione di tessitura, struttura, composizione e proprietà fisico-chimiche d'insieme. Analisi del ciclo litogenetico mediante lo studio dei

processi plutonici, vulcanici, sedimentari, diagenetici e metamorfici. Inquadramento del ciclo litogenetico nella dinamica interna ed esterna della Terra. Applicazione dei principi della Stratigrafia, della Tettonica e della Geomorfologia allo studio delle carte geologiche e delle sezioni geologiche. Esame dei dati geologici e geomorfologici che consentono di valutare la pericolosità delle eruzioni vulcaniche, dei terremoti, delle frane e delle alluvioni.

*Geologia applicata.* Cenni introduttivi sulle caratteristiche meccaniche ed idrogeologiche delle rocce e delle terre in funzione della litologia, delle discontinuità strutturali e dello stato di alterazione. Cenni introduttivi sulla distribuzione e le modalità di scorrimento delle acque sotterranee: falde freatiche, falde artesiane e strutture idrogeologiche. Considerazioni sui rapporti tra falde idriche, sorgenti e corsi d'acqua superficiali. Considerazioni sul ruolo dell'acqua nei fenomeni franosi. Valutazione dei rischi geologici e degli impatti ambientali nella progettazione di massima delle opere ingegneristiche.

## Testi / Bibliografia

### Testi consigliati:

PRESS F., SIEVER R., GROTZINGER J., JORDAN T. H., *Capire la Terra*, ed. Zanichelli.

BOSELLINI A., *Le scienze della terra e l'universo intorno a noi*. (volume 1), ed. Zanichelli.

### Bibliografia:

CARLONI G.C., *Geologia Applicata*, ed. Pitagora.

DESIO A., *Geologia Applicata all'Ingegneria*, ed. Hoepli.

ELMI C. e DIRETTO M., *Geologia*, ed. Pitagora.

MARTINIS B., *Geologia ambientale*, ed. UTET.

TREVISAN L., GIGLIA G., *Introduzione alla Geologia*, ed. Pacini.

## Metodi didattici

*Articolazione del corso.* La prima metà del corso sarà dedicata allo studio delle rocce e dei processi litogenetici, mentre la seconda sarà rivolta all'esame degli elaborati geologici ed agli argomenti applicativi. Per tutta la durata del corso, le lezioni saranno integrate da esercitazioni ripartite in turni. Verso il termine del corso, gli studenti potranno partecipare ad escursioni didattiche nelle Alpi meridionali e/o nell'Appennino centro-settentrionale.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

*Esame.* E' prevista una *prova unica*, a partire dalla *fine del corso*. Essa consiste in due esercizi (riconoscimento rocce e lettura carte geologiche) da svolgere *oralmente, in circa mezz'ora*. Lo svolgimento degli esercizi sarà integrato da domande generali sui processi geologici e le loro implicazioni nella pratica ingegneristica. Il minimo requisito per superare l'esame è conseguire la *sufficienza in entrambi gli esercizi*. Ulteriori dettagli sugli argomenti d'esame e sui criteri di valutazione sono schematicamente riportati nel DVD del corso.

## Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore e personal computer sono usati per tutte le lezioni ed alcune esercitazioni. Circa 300 campioni di rocce e terre sono disponibili nell'aula d'esercitazione. 14 carte geologiche d'Italia in scala 1/100000 sono disponibili in doppia copia nell'aula d'esercitazione. Presso l'ufficio fotocopie della biblioteca di facoltà si può acquistare un DVD che contiene il seguente materiale didattico: (a) tutte le presentazioni per computer proiettate a lezione, con molte spiegazioni aggiuntive. (b) foto ad alta risoluzione e descrizioni complete dei 100 migliori campioni disponibili. (c) copie ad alta risoluzione in formato .pdf delle 14 carte geologiche disponibili, con l'elenco degli oggetti da cercare e molti esempi di identificazione. (d) una raccolta di schemi ed appunti necessari per le esercitazioni (cartella "dispensa a stampa", disponibile anche in fotocopia). Si raccomanda a ogni studente di procurarsi una *lente da 8-10x*, particolarmente utile per l'identificazione dei campioni di rocce e terre a grana fine.

## 44721 - GEOLOGIA TECNICA LS

<b>Docente:</b>	CURZI PIETRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso offre la conoscenza delle tecniche, atte alla ricostruzione dei processi geologici del sottosuolo, che condizionano gli usi del territorio al fine di prevenire, proteggere dai rischi naturali e fornire la diagnosi per interventi ingegneristici di: ricerca di bedrock, inquadramento geostrutturale per l'esecuzione di gallerie ed analisi litostratigrafica, finalizzati alla costruzione di opere civili, alla ricerca mineraria (carbone, geotermia, idrocarburi), alla valutazione ed analisi dei fenomeni di neotettonica, alle discariche di rifiuti normali e speciali, all'installazione di centrali nucleari, alla stabilità di versanti (bacini idrici), allo studio geologico e strutturale, alla ricerca di cavità sotterranee.

**Programma / Contenuti****Introduzione.**

Contributo delle Geologia, Geologia Tecnica e Geofisica alla progettualità. Alcuni esempi di esplorazione geologica.

Propagazione delle **onde sismiche**. Tipi di onde sismiche, onde compressionali e di taglio. Riflessioni e riflettività. Geometria dei raggi di riflessione. Assorbimento ed attenuazione. Riflessioni ad ampio raggio e rifrazioni. Velocità sismiche. Risoluzione e frequenza. Diffrazioni ed altri segnali non voluti. Miglioramento dei dati. Principi di interpretazione sismica. Correlazione dei riflettori.

**Sismica a riflessione**. Fasi operative fondamentali. Produzione di energia meccanica, energizzatori di tipo impulsivo e a frequenza variabile, vantaggi e svantaggi nell'uso di energizzatori sismici. Trasformazione dell'onda riflessa in segnale elettrico analogico. Trasferimento del segnale sismico al laboratorio di registrazione, trasmissione convenzionale e digitale. Amplificazione e conversione analogico - digitale, registrazione su supporto cartaceo, magnetico, in formato codificato. Elaborazione sismica digitale. Interpretazione geosismica e geologica.

**Geofisica marina**. Eco sounding e seismic profiling. Ecografo. Registratore grafico. Trasduttore.

Calibrazione. Profili sismici. Filtri e registrazione su nastro, Sparker, Uniboomers, Air Guns, Pingers, Deep tow, Idrofoni, Limitazioni del metodo. Applicazioni. Geongineering survey. Side Scan Sonar. Applicazioni.

**Sismica attiva**. **Tecnica a rifrazione**, legge di Snell, angolo critico e velocità sismiche dei mezzi. Utilizzo della sismica a rifrazione. Modalità di acquisizione e regole pratiche. Spari coniugati e stendimento standard.

Esempi. Costi.

**Georadar (GPR)**. Principio. Vantaggi e svantaggi. Applicazioni per cavità sotterranee, mantelli stradali, consistenza di conglomerati di gallerie ed altro. Analisi dei segnali radar.

**Indagini dei terreni per la progettualità**. Richiami di sondaggi meccanici e studio dei principali metodi di perforazione, di log geofisici di pozzo, di dati geotecnici e stratigrafici per (al fine di) tarare i profili sismici.

Esempi di profili sismici tarati e del loro utilizzo per ricostruzione dei processi geologici del sottosuolo.

**Testi / Bibliografia**

Appunti forniti dal docente

**Metodi didattici**

Lezioni teoriche ed esercitazioni di interpretazione geologica dei dati geofisici.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale sugli argomenti trattati durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Prifili sismici a riflessione e a rifrazione, dati magnetici, georadar, stratigrafie fisico - meccaniche datate di sondaggi.

**44704 - GEOMATICA LS**

<b>Docente:</b>	BARBARELLA MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

**Programma Preventivo** AA 2007-2008

*Sistemi di riferimento e di coordinate per il posizionamento*

*Sistemi di Riferimento Astronomici e Terrestri e loro Realizzazioni:*

*Sistema di riferimento. Parametri di orientamento. Sistemi internazionali ITRS e ETRS. Frame geodetici ITRF<sub>yy</sub>, ETRF<sub>nn</sub>.*

*Propagazione della posizione all'interno di una realizzazione. Cambiamento di Frame per trasformazione conforme.*

*Tecniche di geodesia spaziale per la definizione di SR (cenni)*

Sistemi di Coordinate e trasformazioni tra di essi : Coordinate geocentriche, ellissoidiche, geodetiche locali, polari tridimensionali. Passaggio diretto e inverso tra sistemi di coordinate.

Trasformazione di Datum in Italia : da WGS84 a Roma40.

Applicazioni a rilievi GPS: inquadramento di rilievi.

Osservabili e strumenti di misura tradizionali e satellitari

Strumenti per rilievi tradizionali e ricevitori GPS: definizioni, tipologie, precisioni.

Sistemi intrinseci agli strumenti per il rilievo topografico e satellitare.

Integrazione di rilievi GPS e tradizionali. Componenti di una base GPS in vari sistemi di coordinate.

Reti Geodetiche e Raffittimento GPS/7

Rete nazionale GPS IGM95 . Monografie dei vertici Grigliati di trasformazione. Raffittimento GPS/7.

Precedenti Reti trigonometriche nazionali e Rete Altimetrica

Dal raffittimento di rete al rilievo di dettaglio

Statistica ed elaborazione dati

Variabili multidimensionali. Gaussiane.

Propagazione varianza in forma generale. Applicazioni a schemi semplici di rilievo.

Intervalli di confidenza monodimensionali e bidimensionali. Calcolo ellissi d'errore standard.

Test statistici parametrici. Impostazione ed esecuzione di test. Ipotesi nulla e alternativa. Errori di I e II tipo.

Significato del parametro di non centralità dell'ipotesi alternativa.

Applicazione alla valutazione della qualità delle misure e all'analisi degli spostamenti.

Stima di parametri con metodi statistici Compensazione Minimi Quadrati. Metodo per osservazioni indirette

Modello funzionale e statistico della compensazione: caso lineare

Soluzione nel caso lineare. Soluzione nel caso non lineare. . Criterio di fine iterazioni

Caratteristiche statistiche delle stime dei parametri incogniti, delle misure, dei residui.

Applicazione in ambito geomatico

Equazioni alle osservazioni,.

Parametri d'errore 1 D, 2 D , 3 D. Ellissi piane d'errore assolute e relative; ellissoidi d'errore.

Esempio di compensazione. Calcolo di compensazione di una rete altimetrica. Analisi di qualità dei dati.

Analisi dei residui. Relazione tra osservazioni e residui: matrice di Ridondanza. Ridondanza locale e suo significato nella progettazione di una rete.

Test per l'analisi dei residui. Affidabilità interna ed esterna delle misure.

Applicazione alle reti topografiche. Datum della compensazione

Datum della compensazione e sua influenza sulla soluzione.

Inquadramento di una rete di raffittimento su una rete primaria: compensazione vincolata, adattamento per trasformazione. Casi di reti 2 D, 3 D

Processo di analisi e di inquadramento di una rete; applicazione a :raffittimento di una rete GPS, controllo di movimenti e deformazioni.

Sistemi GNSS

Errori sistematici (bias) e loro modellazione nei sistemi GNSS.

Effemeridi Broadcast, Precise, Rapide, Ultrarapide.

Tipi di rilievi GNSS : statico, DGPS. Cinematico.

Calcolo di basi GPS ( rilievo eseguito durante il corso)

Rilievo RTK : soluzioni otf, trasmissione dati master - rover

Reti di Stazioni Permanenti GNSS : scopo, sistemi esistenti, stazione di Bologna.

Reti di stazioni per il rilievo in tempo reale: Struttura , tipi di invio della correzione, precisioni e affidabilità.

Cenni su sistemi di correzione satellitare d'area EGNOS. Il Sistema Galileo

Laser Scanning

Laser Scanner aereo . Metodo di rilievo. Dati grezzi, filtraggio.. Realizzazione di DSM e DTM. Applicazioni : rilievo di bacini

Laser Scanner Terrestre. Principio di funzionamento e caratteristiche generali dei vari modelli in commercio.

Prestazioni. Applicazioni: rilievo di beni culturali. Rilievi di frane.

Materiale didattico : Appunti del corso

## Testi / Bibliografia

Appunti del corso

## 00470 - GEOMETRIA

<b>Docente:</b>	GILOTTI ANNA LUISA
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di dare le conoscenze basilari per quanto attiene la geometria analitica, l'algebra vettoriale e la geometria descrittiva, in tutti gli aspetti direttamente e indirettamente connessi con l'identificazione sul piano e nello spazio di forme geometriche.

## Programma / Contenuti

Algebra lineare.

Introduzione alla nozione di spazio vettoriale attraverso esempi di spazi vettoriali sui reali: le n-ple di numeri reali, i vettori geometrici dello spazio e del piano, le matrici a coefficienti reali.

Sistemi lineari, eliminazione di Gauss-Jordan, riduzione a scala, compatibilità dei sistemi lineari, rango di una matrice come numero dei suoi pivots.

Prodotti tra matrici e matrici invertibili, matrici diagonali, scalari, triangolari ecc..

Il concetto di vettori linearmente dipendenti e indipendenti.

Il rango di una matrice come massimo numero di righe e colonne linearmente indipendenti.

Determinanti: definizione assiomatica della funzione determinante. Esistenza e unicità della funzione determinante. Sviluppo di Laplace. Teorema di Binet. Teoremi di Rouché-Capelli e di Cramer.

Definizione assiomatica di spazio vettoriale su un campo  $K$  (reale o complesso) e ulteriori esempi di spazi vettoriali finitamente generati e non. I polinomi in una indeterminata a coefficienti in  $K$ . Sottospazi e basi, dimensione di uno spazio vettoriale finitamente generato.

Somma ed intersezione di sottospazi: la formula di Grassmann. Sottospazi complementari e somme dirette.

Trasformazioni lineari di spazi vettoriali sullo stesso campo, nucleo ed immagine, iniettività e suriettività.

Isomorfismi di spazi vettoriali. Trasformazioni lineari tra spazi vettoriali di dimensione finita e matrici

associate. Cambiamenti di base. Endomorfismi e matrici coniugate. Autovalori ed autovettori di un endomorfismo: polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica. Autospazi e diagonalizzazione. Spazi metrici: prodotto scalare di due vettori geometrici, angoli, distanze, ortogonalità in termini di prodotto scalare.

Proiezioni ortogonali sui sottospazi di  $V_0$ . Prodotto vettoriale in  $V_0$ .

Prodotto scalare canonico in  $R^n$ : proprietà, disuguaglianza di Schwarz, moduli e angoli, ortogonalità. Formula di aggiunta. Basi ortonormali e matrici ortogonali. Complementi ortogonali. Proiettori ortogonali sui sottospazi di  $R^n$ . Procedimento di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt.

Forme quadratiche.

Geometria affine.

Lo spazio affine  $A^3$ . Sistemi di riferimento cartesiano affine. Sottovarietà affini. Piani e rette, equazioni parametriche e cartesiane. Incidenza, appartenenza, parallelismo. Fasci e stelle di rette e di piani. Rette sghembe. Gradi di libertà. Cenni alla geometria del piano affine.

Geometria euclidea.

Lo spazio euclideo  $E^3$ . Sistemi di riferimento cartesiano ortogonale. Ortogonalità tra rette, tra piani, tra piani e rette. Distanze tra punti, tra punti e piani, tra punti e rette e tra rette sghembe. Angolo di due rette orientate.

Cenni alla geometria del piano euclideo. Introduzione alle coniche e quadriche attraverso proprietà metriche: equazioni canoniche delle coniche. Circonferenze e sfere. Alcuni luoghi geometrici. Le superfici di rotazione, le superfici rigate. Quadriche in equazione canonica.

Classificazione affine di coniche e quadriche.

## Testi / Bibliografia

M.Abate-C.De Fabritiis: Geometria analitica con elementi di Algebra Lineare, ed. McGraw-Hill.

M.Abate -C.De Fabritiis: Esercizi di Geometria-ed. McGraw-Hill.

## Metodi didattici

Le lezioni sono tenute dal docente, utilizzando esclusivamente la lavagna luminosa e la lavagna tradizionale.

Per ciò che riguarda le esercitazioni, parte sono tenute dal docente e parte dal tutore

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di esame è scritta.

Può essere articolata in due prove parziali che si tengono durante e appena finito il corso o in un'unica prova globale

## Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili le soluzioni dei vecchi compiti con le soluzioni

## 17982 - GEOMETRIA E ALGEBRA L-B

<b>Docente:</b>	GILOTTI ANNA LUISA
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo è approfondire alcune questioni di Algebra lineare non sufficientemente trattate nel corso Geometria e Algebra L-A, riguardanti le forme canoniche di matrici (attraverso lo spettro) (es. forma canonica di Jordan). Successivamente introdurre il background necessario per un approccio alla crittografia e alla teoria dei codici correttori di errori.

**Programma / Contenuti****Algebra Lineare**

Richiami sulla diagonalizzazione di endomorfismi.

Richiami sugli spazi metrici reali e complessi.: Il prodotto scalare canonico e il prodotto hermitiano canonico, complementi ortogonali e proiettori ortogonali, il procedimento di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt. Forma triangolare di una matrice. Matrici hermitiane, matrici unitarie, matrici simmetriche reali e matrici ortogonali : proprietà. Il teorema spettrale. La decomposizione spettrale di una matrice simmetrica (hermitiana).

**Forme quadratiche reali. Nullità e segnatura di una forma quadratica , invarianti per congruenza . Il Teorema di Sylvester. Forma canonica affine e metrica di una forma quadratica. Criteri di positività e di semipositività. Applicazione allo studio locale dei punti di una superficie.**

**Coniche e quadriche.**

Cambiamenti di coordinate cartesiane nello spazio e nel piano. La classificazione affine delle coniche e delle quadriche attraverso gli invarianti .

**La forma canonica di Jordan di un endomorfismo T.**

Sottospazi T-invarianti e matrici a blocchi Autospazi generalizzati. Separazione degli autovalori e la riduzione all' autovalore nullo: la decomposizione di Fitting.

Endomorfismi nilpotenti e proprieti. la costruzione della base di Jordan per un endomorfismo nilpotente attraverso i diagrammi di stringhe. Il teorema fondamentale.

**Matematica discreta e campi****Gruppi, anelli, campi:**

Le congruenze degli interi modulo m. Gli anelli  $Z_m$ . Il gruppo delle unit. La funzione di Eulero. Radici primitive modulo m.

Il teorema di Eulero-Fermat.

I campi  $Z_p$  (p primo).

Primi "grandi" cenno ai test di primalità numeri di Carmichael, pseudoprimi di Fermat.

Le matrici a coefficienti in  $Z_m$ . Invertibilità.

**Semplici applicazioni alla crittografia :**

Codici 1x1, codici 2x2 etc. Il codice di Rivest-Shamir -Adleman. La firma digitale.

La caratteristica di un campo ( di un anello). Il teorema binomiale.

Il teorema dell'elemento primitivo.

**I polinomi a coefficienti in un campo K (anello R) .**

Il teorema di divisioe , il teorema di Ruffini, il massimo comun divisore di due polinomi e l'algoritmo euclideo delle divisioni successive, il Lemma di Bezout per i polinomi.

Funzioni polinomiali : la differenza tra il finito e l'infinito.

Gli irriducibili, la fattorizzazione in irriducibili. Criteri di irriducibilità.

**Estensione semplice di un campo:**

Congruenze modulo un polinomio, l'anello quoziente

$K[\lambda] = K[x]/(p(x))$  è un campo se e solo se  $p(x)$  è irriducibile.

Costruzione di tutti i campi finiti attraverso le estensioni semplici degli  $Z_p$

I campi di Galois di ordine 8,16,32,9,27, etc

**Campi di spezzamento di un polinomio. Elementi algebrici dei campi, polinomio minimo di un elemento algebrico.**

**Alcune semplici applicazioni alla teoria dei codici correttori di errori.**

**Polinomi a coefficienti in un (anello) campo :  $K[x]$ .**

Il Teorema di divisione, il Teorema di Ruffini. Il M.C.D. di due polinomi e l'algoritmo euclideo delle divisioni successive. Il lemma di Bezout

Funzioni polinomiali: le differenze tra campo finito e infinito

Polinomi irriducibili, fattorizzazione. Criteri di irriducibilità

**Estensioni semplici di campi :** Congruenze modulo un polinomio. Anello quoziente. Teorema:  $K[\alpha] = K[x]/(p(x))$  un campo se e solo se  $p(x)$  irriducibile.

**Costruzione dei campi finiti attraverso l'estensione semplice degli  $Z_p$ .**

I campi di Galois di ordine 8,16, 32,9,etc.

Campo di spezzamento di un polinomio. Elementi algebrici dei campi. Polinomio minimo di un elemento algebrico.

**Introduzione alla teoria dei codici correttori di errore:**

**Codici lineari,** distanza di Hamming e peso degli elementi. Matrice generatrice e di controllo di parità. Codici separabili a massima distanza.

**Codici ciclici**

## Testi / Bibliografia

**Testi:**

**S. Abeasis. *Complementi di Algebra Lineare e Geometria* (ed. Zanichelli).**

Con riferimento al testo: Capitoli: 1, 2, 3, 4 ( paragrafo 1 ), 5, 7 (paragrafi 1, 2, 4, 7) 8 (fino al paragrafo 4, cenni del 5)

**L. Childs. *Algebra: un'introduzione concreta* (ed. ETS). (fotocopie dal testo)**

Con riferimento al testo: Parte I- Capitoli: 6, 7, 8,9, 10,11 (fino paragrafo 6 ),13, 14 , 15.

Parte II- Capitoli: 1,2,9,10. Parte III- Capitoli:1, 3, 4, 7, 8, 9, cenni di 11,13,14.

## Metodi didattici

Le lezioni sono tenute dal docente in modo tradizionale alla lavagna.

Vengono poi proposti esercizi e argomenti integrativi a piacere.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è scritto e consiste in esercizi e domande teoriche.

Durante il corso verranno effettuati due prove parziali che si possono affrontare al posto dell'esame globale.

## Strumenti a supporto della didattica

Fotocopie vecchi compiti con le soluzioni

## 29228 - GEOMETRIA E ALGEBRA T

<b>Docente:</b>	FROSINI PATRIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0924 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenze di base di calcolo matriciale e di geometria analitica, inquadrate nell'ambito dell'algebra lineare.

## Programma / Contenuti

**TEORIA**

**Equazioni e sistemi lineari.**

Cenni ad alcune strutture algebriche (gruppidi, gruppi, anelli, campi). Operazioni standard su  $\mathbb{K}^n$ . Sistemi lineari.

**Matrici.**

Definizioni iniziali. Operazioni. Sistemi lineari e matrici.

**Spazi vettoriali.**

Definizioni iniziali. Sottospazi vettoriali. Combinazioni lineari. Sottospazio somma. Spazi riga e colonna di una matrice.

**Basi.**

Dipendenza lineare. Basi e dimensione. Rango di una matrice. Sistemi lineari.

**Applicazioni lineari.**

Linearità; Isomorfismi. Nucleo e immagine.

**Rappresentazioni matriciali di applicazioni lineari.**

Applicazioni lineari, basi, matrici.

**Determinanti.**

Permutazioni. Determinante. Proprietà dei determinanti. Sviluppo di Laplace. Matrice inversa. Determinante di un operatore lineare. Rango di una matrice. Sistemi lineari.

**Rappresentazioni di sottospazi.**

Rango, nucleo, immagine. Rappresentazioni cartesiane e parametrica.

**Autovalori e autovettori.**

Autovalori ed autospazi di un endomorfismo. Matrici simili. Polinomio caratteristico. Diagonalizzazione di matrici.

**Spazi vettoriali euclidei.**

Prodotti scalari. Ortogonalità. Basi ortogonali e ortonormali. Operatori ortogonali. Ortogonalità fra sottospazi. Orientazione di uno spazio vettoriale euclideo. Prodotto vettoriale e prodotto misto.

**Spazi euclidei.**

Sottospazi euclidei. Rappresentazioni di sottospazi euclidei. Parallelismo. Ortogonalità.

**Forme bilineari, forme quadratiche, coniche e quadriche (cenni).**

Definizioni generali.

**ESERCITAZIONI**

Calcolo di determinanti e ranghi di matrici. Discussione e risoluzione di sistemi lineari. Reperimento e rappresentazione di applicazioni lineari. Determinazione delle equazioni di sottospazi vettoriali. Passaggio fra le rappresentazioni. Calcolo di autovalori e autovettori. Diagonalizzazione di matrici. Risoluzione di problemi di parallelismo ed ortogonalità. Angoli retta/retta e retta/piano. Distanza fra due punti. Punto medio di un segmento. Distanza fra un punto ed un iperpiano. Distanza fra un punto ed una retta.

**Testi / Bibliografia****Testo ufficiale del corso:**

M.R. Casali, C. Gagliardi, L. Grasselli, "Geometria", Progetto Leonardo, ed. Esculapio, Bologna, 2002.

Testi che possono essere utili per svolgere esercizi (questi testi non sono indispensabili allo svolgimento del corso):

L. Gualandri, Algebra Lineare e Geometria - Quiz risolti d'esame, Editrice Esculapio, Bologna, 2007.

A. Barani, L. Grasselli, C. Landi, "Algebra lineare e geometria - Quiz ed esercizi commentati e risolti", Progetto Leonardo, Bologna, 2005.

L. Gualandri, "Esercizi di algebra lineare e geometria", Progetto Leonardo, ed. Esculapio, Bologna, 1995.

S. Lipschutz, M. Lipson, "Algebra lineare", Collana Schaum's, McGraw Hill.

**Metodi didattici**

Lezioni teoriche ed esercitazioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Le modalità sono disponibili alla pagina

<http://www.dm.unibo.it/~frosini/modalitaesame2008.shtml>**29228 - GEOMETRIA E ALGEBRA T**

<b>Docente:</b>	BONETTI FLAVIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**29228 - GEOMETRIA E ALGEBRA T**

<b>Docente:</b>	LANDI CLAUDIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire i concetti di base dell'algebra lineare e la conoscenza dei più semplici procedimenti di calcolo che ne derivano; descriverne le prime applicazioni allo studio dei sistemi lineari ed alla geometria analitica del piano, dello spazio e delle equazioni differenziali lineari.

**Programma / Contenuti****Teoria**

Strutture algebriche: gruppi, anelli, campi. Operazioni standard su  $\mathbf{K}^n$ .

Matrici: Definizioni iniziali. Operazioni. Trasformazioni elementari. Riduzione a gradini. Permutazioni.

Determinante. Proprietà dei determinanti. Sviluppo di Laplace. Matrice inversa.

Spazi vettoriali: Definizioni iniziali. Sottospazi vettoriali. Combinazioni lineari. Dipendenza lineare. Basi e dimensione. Sottospazio somma. Sottospazio intersezione. Formula di Grassmann

Applicazioni lineari: Linearità. Isomorfismi. Nucleo e immagine. Rappresentazioni matriciali di applicazioni lineari. Rango.

Sistemi lineari: Definizioni iniziali. Sistemi compatibili. Sistemi normali. Rappresentazioni cartesiane e parametrica di sottospazi vettoriali..

Autovalori e autovettori: Autovalori ed autospazi di un endomorfismo. Matrici simili. Polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica. Diagonalizzazione per similitudine. Teorema spettrale.

Spazi vettoriali euclidei: Prodotti scalari. Ortogonalità. Basi ortogonali e ortonormali. Operatori ortogonali. Ortogonalità fra sottospazi. Prodotto vettoriale e prodotto misto.

Spazi euclidei: Definizione. Sottospazi euclidei. Rappresentazioni di sottospazi euclidei. Parallelismo. Ortogonalità.

Coniche e quadriche (cenni): Definizioni generali. Coniche reali nel piano euclideo.

**Esercitazioni**

Calcolo di determinanti e ranghi di matrici. Discussione e risoluzione di sistemi lineari. Reperimento e rappresentazione di applicazioni lineari. Determinazione delle equazioni di sottospazi vettoriali. Passaggio fra le rappresentazioni. Calcolo di autovalori e autovettori. Diagonalizzazione di matrici. Risoluzione di

problemi di parallelismo ed ortogonalità. Angoli retta/retta e retta/piano. Distanza fra due punti. Punto medio di un segmento. Distanza fra un punto ed un iperpiano. Distanza fra un punto ed una retta.

## Testi / Bibliografia

### Teoria:

M.R. Casali, C. Gagliardi, L. Grasselli, "Geometria", Progetto Leonardo, ed. Esculapio, Bologna, 2002.

### Esercizi:

A. Barani, L. Grasselli, C. Landi, "Algebra lineare e geometria - Quiz ed esercizi commentati e risolti", Progetto Leonardo, Bologna, 2005.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta obbligatoria ("prova finale") ed una prova orale facoltativa (da cui può essere sospeso l'esonero a giudizio del docente). Entrambe abbracciano l'intero programma svolto a lezione.

La prova scritta è composta da due parti: una scheda di teoria con nove domande a risposta multipla e un foglio di esercizi. La scheda di teoria dev'essere compilata durante la prima ora in totale assenza di ausili, mentre durante la seconda ora, destinata agli esercizi, si consente ed anzi si raccomanda di avvalersi di libri, appunti, mezzi di calcolo ecc. Le schede di teoria vengono raccolte tutte insieme allo scadere della prima ora.

**ATTENZIONE:** la prova viene considerata insufficiente se non si sono raggiunti almeno 6 punti in ciascuna delle due parti (teoria ed esercizi). Non verrà corretta la parte relativa agli esercizi in caso di mancato raggiungimento della soglia dei 6 punti nella parte di teoria, a meno che lo studente chieda di presentarsi comunque alla prova orale, e naturalmente su richiesta durante il ricevimento studenti. Qualora la soglia di 6 punti di teoria e 6 punti di esercizi sia raggiunta o superata, il voto della prova finale (nel seguito indicato con F) è semplicemente la somma dei punteggi conseguiti nelle due parti.

Durante il corso si svolgono due prove in itinere, una consistente nella sola scheda di teoria, l'altra nel solo foglio di esercizi. Il punteggio delle due prove è espresso in modo identico a quanto viene fatto per la prova finale, cioè ognuna permette di raggiungere un massimo di 18 quindicesimi. Per la prova in itinere di sola teoria NON si applica la soglia di 6 punti e un eventuale voto negativo viene riportato a zero.

Qualunque sia il voto conseguito in una prova in itinere (o anche non avendo partecipato), ci si può presentare all'altra, e naturalmente alla prova finale, che è obbligatoria. La formula, non semplicissima, con cui si tiene conto delle prove in itinere, è stata studiata per dare la massima garanzia allo studente. Eccola:  $P = (2 \cdot \text{voto\_prova\_in\_itinere\_migliore} + \text{voto\_prova\_in\_itinere\_peggiore}) \cdot 2/3$ ; ne viene un voto in trentesimi (che però può arrivare fino a 36);  $F = \text{voto\_prova\_finale}$ .

Viene registrato come voto definitivo (o usato come voto di riferimento per un eventuale orale) l'intero più vicino a:  $\max\{F, (P+F)/2\}$  nel senso che, però, si registrano come 30 i voti 30, 31, 32, e come lode i 33, 34, 35, 36. L'approssimazione all'intero più vicino viene effettuata solo nell'ultimo passaggio.

**ATTENZIONE:** è comunque concesso presentarsi alla prova orale anche con voto definitivo inferiore a 18 o con punteggio della prova di teoria inferiore a 6. In tal caso, però, l'eventuale bocciatura verrà registrata a verbale.

I voti conseguiti nelle prove in itinere ed i voti sufficienti conseguiti nelle prove finali d'esame hanno validità 12 mesi. Le iscrizioni agli appelli (NON richieste per le prove in itinere né per gli orali) si effettuano su Uniwex. Presentarsi alle prove con il tesserino universitario.

## 29228 - GEOMETRIA E ALGEBRA T

Docente:	GUALANDRI LUCIANO
Corso di Laurea:	0919 - Ingegneria civile - [A-K] 0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
Ciclo:	1
Crediti:	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Al termine del corso e dopo aver superato la prova di verifica finale, lo studente conosce, sia in astratto che in concreto, il calcolo matriciale, gli spazi vettoriali, gli autovalori, le forme quadratiche e la geometria analitica, sottolineandone sia le valenze teoriche che applicative. L'apprendimento dell'algebra lineare e della geometria nei suoi vari aspetti fornisce mezzi potenti e versatili per altre branche della matematica e dell'ingegneria.

**Programma / Contenuti**

**Teoria degli insiemi:**

Notazioni, intersezione, unione, prodotto cartesiano, relazioni, equivalenze, funzioni. Insiemi numerici.

**Strutture algebriche:**

Gruppi, anelli e campi. Polinomi, successioni ed n-ple.

**Matrici e determinanti:**

Matrici su un campo. Riduzione di matrici con trasformazioni elementari. Determinanti con proprietà e metodi di calcolo. Inversa di una matrice regolare.

**Spazi vettoriali:**

Definizione, esempi e sottospazi vettoriali. Dipendenza lineare; sistemi di generatori. Basi e dimensione.

Somme ed intersezioni di sottospazi.

**Trasformazioni lineari:**

Nucleo, immagine ed formula dimensionale. Equazioni matriciali. Rango. Cambiamenti di base.

**Sistemi lineari:**

Teorema di Rouché-Capelli. Metodi di risoluzione (Gauss - Cramer). Equazioni cartesiane e parametriche di sottospazi vettoriali.

**Autovalori:**

Autovalori ed autovettori. Similitudine di matrici. Polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica di autovalori. Diagonalizzabilità per similitudine.

**Spazi vettoriali euclidei.**

Prodotto scalare; disuguaglianza di Schwarz; norma. Basi ortonormali e procedimento di Gram-Schmidt. Complemento ortogonale. Determinanti di Gram.

**Spazi euclidei.**

Definizione, sottospazi, riferimenti e coordinate cartesiane. Rappresentazioni parametriche e cartesiane di sottospazi. Parallelismo ed ortogonalità di sottospazi. Distanze tra punti e sottospazi. Semplici ed n-volumi.

Isometrie.

**Geometria Analitica di primo grado:**

Equazioni parametriche e cartesiane, perpendicolarità, parallelismo per sottospazi in dimensione  $n=2$  ed  $n=3$ . Distanze. Arce e volumi.

**Geometria Analitica di secondo grado:**

Forme quadratiche reali, congruenza, segnatura e matrici definite. Circonferenze e sfere. Cenni sulla classificazione delle coniche nel piano e delle quadriche nello spazio.

**29228 - GEOMETRIA E ALGEBRA T**

<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [L-Z] 0922 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 28008 - GEOMETRIA E ALGEBRA T-1

<b>Docente:</b>	FERRI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica 0920 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza degli strumenti principali dell'algebra lineare (matrici, spazi vettoriali, sistemi lineari, autovalori, forme quadratiche) e loro applicazione in ambito geometrico, garantendo sia la comprensione dei legami tra le diverse parti della teoria, sia la capacità operativa.

**Programma / Contenuti**

**Teoria**

**Equazioni e sistemi lineari.**

Alcune strutture algebriche. Operazioni standard su  $\mathbf{K}^n$ . Sistemi lineari.

Matrici.

Definizioni iniziali. Operazioni. Sistemi lineari e matrici.

Spazi vettoriali.

Definizioni iniziali. Sottospazi vettoriali. Combinazioni lineari. Sottospazio somma. Spazi riga e colonna di una matrice.

**Basi.**

Dipendenza lineare. Basi e dimensione. Rango di una matrice. Sistemi lineari.

**Applicazioni lineari.**

Linearità. Isomorfismi. Nucleo e immagine.

**Rappresentazioni matriciali di applicazioni lineari.**

Applicazioni lineari, basi, matrici.

**Determinanti.**

Permutazioni. Determinante. Proprietà dei determinanti. Sviluppo di Laplace. Matrice inversa. Determinante di un operatore lineare. Rango di una matrice. Sistemi lineari.

**Rappresentazioni di sottospazi.**

Rango, nucleo, immagine. Rappresentazioni cartesiane e parametrica.

Equazioni algebriche .

Autovalori.

**Forme bilineari e quadratiche.**

Matrici particolari. Forme bilineari. Rappresentazione matriciale. Matrici simmetriche. Forme quadratiche.

Forme canoniche.

**Spazi vettoriali euclidei.**

Prodotti scalari. Ortogonalità. Insiemi ortonormali. Operatori ortogonali. Ortogonalità fra sottospazi.

Proiezione ortogonale su un sottospazio.

**Spazi euclidei.**

Spazi (affini) ed euclidei. Sottospazi euclidei. Rappresentazioni di sottospazi. Parallelismo. Ortogonalità.

Trasformazioni ortogonali. Simmetrie. Proiezioni ortogonali su sottospazi. Simplessi. Volumi.

**Iperquadriche.**

Cenni sulla classificazione di coniche e quadriche reali. In particolare:

Cap. 10: solo par. 3. Appendice B. Cap. 12: Def. 12.3, 12.4, 12.6, Prop. 12.5, Def. 12.7, 12.8, Prop. 12.6, Def. 12.15, 12.16, 12.18, Teor. 12.32, Prop. 12.30 (in quest'ordine).

Esercitazioni

Calcolo di determinanti e ranghi di matrici. Discussione e risoluzione di sistemi lineari. Reperimento e rappresentazione di applicazioni lineari. Determinazione delle equazioni di sottospazi vettoriali ed affini. Passaggio fra le rappresentazioni. Calcolo di autovalori e autovettori. Diagonalizzazione di matrici. Risoluzione di problemi di parallelismo ed ortogonalità. Rappresentazione e studio di forme bilineari e quadratiche. Classificazione di coniche.

## Testi / Bibliografia

- Casali M.R., Gagliardi C., Grasselli L., "Geometria", Progetto Leonardo, Bologna, 2002 (testo ufficiale del corso).

ATTENZIONE - Il teorema di Harriot-Cartesio, non presente nella edizione del 2000, può essere scaricato qui, per di più corretto (nella nuova edizione c'è, ma con diversi errori)!

Per gli esercizi, ovviamente la prima cosa da fare è scaricare le prove d'esame e tentare di risolverle senza aiuto, poi confrontare con le soluzioni proposte. Se si desidera il supporto di un testo, qualunque libro di esercizi di geometria e algebra lineare può andare bene. Naturalmente bisogna fare attenzione alle differenze di notazione. Riporto i titoli di tre libri di esercizi fra cui potete scegliere.

- A. Barani, L. Grasselli, C. Landi, "Algebra lineare e Geometria - Quiz ed esercizi commentati e risolti", Progetto Leonardo, Bologna, 2005.
- L. Gualandri, "Algebra lineare e Geometria - Esercizi e quiz risolti e d'esame", Progetto Leonardo, Bologna, 2007.
- G. Parigi, A. Palestini, "Manuale di Geometria, Esercizi", Pitagora Editrice Bologna, 2003.

## Metodi didattici

Lezione tradizionale.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta obbligatoria ("prova finale") ed una prova orale facoltativa (da cui può essere sospeso l'esonero a giudizio del docente). Entrambe abbracciano l'intero programma svolto a lezione. La prova scritta è composta da due parti: una scheda di teoria con nove domande a risposta multipla e un foglio di esercizi. La scheda di teoria dev'essere compilata durante la prima ora in totale assenza di ausili, mentre durante la seconda ora, destinata agli esercizi, si consente ed anzi si raccomanda di avvalersi di libri, appunti, mezzi di calcolo ecc. Le schede di teoria vengono raccolte tutte insieme allo scadere della prima ora. ATTENZIONE: la prova viene considerata insufficiente se nella parte di teoria non si sono raggiunti almeno 5,5 punti. In tal caso (che verrà segnalato nella lista dei voti come N.C., cioè Non Classificato) non verrà corretta la parte relativa agli esercizi. Gli esercizi verranno corretti se lo studente chiederà di presentarsi comunque alla prova orale, e naturalmente su richiesta durante il ricevimento studenti.

Qualora la soglia di 5,5 punti di teoria sia raggiunta o superata, il voto della prova finale (nel seguito indicato con F) è semplicemente la somma dei punteggi conseguiti nelle due parti.

Durante il corso si svolgono due prove in itinere, una consistente nella sola scheda di teoria, l'altra nel solo foglio di esercizi. Il punteggio delle due prove è espresso in modo identico a quanto viene fatto per la prova finale, cioè ognuna permette di raggiungere un massimo di 18 quindicesimi. Per la prova in itinere di sola teoria NON si applica la soglia di 5,5 punti e un eventuale voto negativo viene riportato a zero.

Qualunque sia il voto conseguito in una prova in itinere (o anche non avendo partecipato), ci si può presentare all'altra, e naturalmente alla prova finale, che è obbligatoria.

La formula, non semplicissima, con cui si tiene conto delle prove in itinere, è stata studiata per dare la massima garanzia allo studente. Eccola:

$$P = (2 * \text{voto\_prova\_in\_itinere\_migliore} + \text{voto\_prova\_in\_itinere\_peggiore}) * 2/3;$$

ne viene un voto in trentesimi (che però può arrivare fino a 36);

$$F = \text{voto\_prova\_finale}.$$

Viene registrato come voto definitivo (o usato come voto di riferimento per un eventuale orale) l'intero più vicino a:

$$\max\{F, (P+F)/2\}$$

nel senso che, però, si registrano come voti 30, 31, 32, e come lode i 33, 34, 35, 36. L'approssimazione all'intero più vicino viene effettuata solo nell'ultimo passaggio. Il voto è registrabile se nella prova finale sono stati raggiunti almeno 5,5 punti di teoria e almeno 18 nel computo totale.

**ATTENZIONE:** è comunque concesso presentarsi alla prova orale anche con voto definitivo inferiore a 18 o con punteggio della prova di teoria inferiore a 5,5. In tal caso, però, l'eventuale bocciatura verrà registrata a verbale.

Chi, con voto definitivo sufficiente, richiede l'orale, automaticamente rinuncia all'esonero dall'orale stesso, cioè alla semplice registrazione senza orale.

I voti conseguiti nelle prove in itinere ed i voti sufficienti conseguiti nelle prove finali d'esame hanno validità 12 mesi.

Le iscrizioni agli appelli (NON richieste per le prove in itinere né per gli orali) si effettuano su Uniwex.

Presentarsi alle prove con il tesserino universitario.

### Strumenti a supporto della didattica

Si possono scaricare le prove d'esame dell'Anno Accademico 2006-2007 e dell'Anno Accademico 2007-2008. prima parte, seconda parte e terza parte.-->

La copia cartacea delle prove d'esame è disponibile presso il centro fotocopie di Ingegneria.

E' consigliata la visita ai siti del Prof. Luciano Gualandri e del Progetto [Matematic@](mailto:Matematic@).

## 28570 - GEOMETRIA E ALGEBRA T-A

<b>Docente:</b>	GIMIGLIANO ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza anche operativa dei fondamenti e dei metodi dell'Algebra Lineare e della Geometria Analitica.

### Programma / Contenuti

Richiami sulla teoria degli insiemi:

Notazioni, intersezione, unione, prodotto cartesiano, funzioni, principali insiemi numerici. Strutture algebriche (gruppo, campo).

Richiami di Geometria Analitica:

Coordinate cartesiane sulla retta, nel piano e nello spazio. Luoghi geometrici, equazione cartesiana e parametrica della retta nel piano, distanza fra due punti e distanza punto-retta. Vettori. Le coniche nel piano.

Algebra Lineare:

Spazi vettoriali; Dipendenza lineare; sistemi di generatori; Basi: loro esistenza ed equipotenza in dimensione finita; dimensione; Sottospazi vettoriali.

Sistemi lineari - Eliminazione di Gauss - Matrici - Rango di una matrice- Teorema di Rouché-Capelli -

Equazioni cartesiane e parametriche di sottospazi vettoriali. - Determinante - Calcolo e proprietà del

determinante. Trasformazioni lineari, immagine, nucleo e rappresentazione matriciale - Matrici regolari e loro

inversa - Equazioni dimensionali - Cambiamenti di base - Similitudine di matrici. Autovalori ed autovettori

- Polinomio caratteristico - Molteplicità algebrica e geometrica di autovalori - Diagonalizzabilità per

similitudine.

Spazi metrici; - Prodotto scalare; spazi vettoriali euclidei; disuguaglianza di Schwarz - Norma euclidea - Basi ortonormali; procedimento di Gram-Schmidt - Complemento ortogonale; ortogonalità.

Geometria Analitica:

Piani e rette nello spazio, equazioni parametriche e cartesiane; perpendicolarità, parallelismo. Prodotto vettoriale.

Cenni sulla classificazione delle Coniche nel piano e delle superfici Quadriche nello spazio.

### Testi / Bibliografia

- 1) P. MAROSCIA : INTRODUZIONE ALLA GEOMETRIA E ALL'ALGEBRA LINEARE (ZANICHELLI, Bologna, 2000)
- 2) Dispense a cura del docente.
- 3) M.Abate, C. de Fabritiis: Esercizi di Geometria , McGraw-Hill. (Eserciziario consigliato)

### Strumenti a supporto della didattica

Materiali sul corso sono disponibili al sito:

[http://elearning.ing.unibo.it/index\\_s.php](http://elearning.ing.unibo.it/index_s.php)

Inoltre nel sito web:

<http://www.dm.unibo.it/matematica/>

Si trovano pagine su algebra lineare e Geometria Analitica nello spazio.

## 28570 - GEOMETRIA E ALGEBRA T-A

<b>Docente:</b>	GIMIGLIANO ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0925 - Ingegneria gestionale - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza anche operativa dei fondamenti e dei metodi dell'Algebra Lineare e della Geometria Analitica.

### Programma / Contenuti

Richiami sulla teoria degli insiemi:

Notazioni, intersezione, unione, prodotto cartesiano, funzioni, principali insiemi numerici. Strutture algebriche (gruppo, campo).

Richiami di Geometria Analitica:

Coordinate cartesiane sulla retta, nel piano e nello spazio. Luoghi geometrici, equazione cartesiana e parametrica della retta nel piano, distanza fra due punti e distanza punto-retta. Vettori. Le coniche nel piano.

Algebra Lineare:

Spazi vettoriali; Dipendenza lineare; sistemi di generatori; Basi: loro esistenza ed equipotenza in dimensione finita; dimensione; Sottospazi vettoriali.

Sistemi lineari - Eliminazione di Gauss - Matrici - Rango di una matrice- Teorema di Rouché-Capelli - Equazioni cartesiane e parametriche di sottospazi vettoriali. - Determinante - Calcolo e proprietà del determinante. Trasformazioni lineari, immagine, nucleo e rappresentazione matriciale - Matrici regolari e loro inversa - Equazioni dimensionali - Cambiamenti di base - Similitudine di matrici. Autovalori ed autovettori - Polinomio caratteristico - Molteplicità algebrica e geometrica di autovalori - Diagonalizzabilità per similitudine.

Spazi metrici; - Prodotto scalare; spazi vettoriali euclidei; disuguaglianza di Schwarz - Norma euclidea - Basi ortonormali; procedimento di Gram-Schmidt - Complemento ortogonale; ortogonalità.

**Geometria Analitica:**

Piani e rette nello spazio, equazioni parametriche e cartesiane; perpendicolarità, parallelismo. Prodotto vettoriale.

Cenni sulla classificazione delle Coniche nel piano e delle superfici Quadriche nello spazio.

**Testi / Bibliografia**

- 1) P. MAROSCIA : INTRODUZIONE ALLA GEOMETRIA E ALL'ALGEBRA LINEARE (ZANICHELLI, Bologna, 2000)
- 2) Dispense a cura del docente.
- 3) M. Abate, C. de Fabritiis: Esercizi di Geometria, McGraw-Hill. (Eserciziario consigliato)

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiali sul corso sono disponibili al sito:

[http://elearning.ing.unibo.it/index\\_s.php](http://elearning.ing.unibo.it/index_s.php)

Inoltre nel sito web:

<http://www.dm.unibo.it/matematica/>

Si trovano pagine su algebra lineare e Geometria Analitica nello spazio.

**28570 - GEOMETRIA E ALGEBRA T-A**

<b>Corso di Laurea:</b>	0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni
<b>Mutuato da:</b>	29228 - GEOMETRIA E ALGEBRA T (vedi p. 562)

**23857 - GEOSTATISTICA APPLICATA L**

<b>Docente:</b>	BRUNO ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso è fornire una preparazione di base per l'elaborazione delle Variabili Regionalizzate, cioè di gran parte delle grandezze che caratterizzano le georisorse dal punto di vista chimico, fisico e geometrico (es. concentrazioni in terreni, falde, aria; porosità, permeabilità, profondità, spessori di formazioni geologiche; colore della superficie di lastre di rocce ornamentali).

Sono forniti gli strumenti teorici necessari per affrontare molti dei problemi legati alle georisorse (selezione di aree, mineralizzate / inquinate; valutazione di cubaggi; cartografie delle distribuzioni spazio-temporali di sostanze; ottimizzazione delle campionature).

Le conoscenze da conseguire riguardano la caratterizzazione probabilistica delle Variabili Regionalizzate spazio-temporali (Funzioni Aleatorie, Variogrammi, Covarianze spaziali) ed alcuni strumenti applicativi come gli stimatori ottimali (krigaggi). In particolare si fa riferimento alla Geostatistica Lineare, stazionaria e non stazionaria, monovariata e multivariata.

**Programma / Contenuti****LEZIONI**

- Introduzione e problemi
- **Geostatistica Monovariata Stazionaria**
- Richiami di Probabilità, Variabili Aleatorie, Leggi, Momenti
- Variabili Regionalizzate, Funzioni Aleatorie e funzioni di autocorrelazione

- Variogramma sperimentale e modello
- La regolarizzazione
- Varianza di dispersione e selettività
- La stima lineare: Krigaggio Ordinario puntuale e di domini
- **Geostatistica Monovariata Non Stazionaria**
- Funzioni Aleatorie non stazionarie, la deriva, Krigaggio Universale
- Introduzione alle Funzioni Aleatorie Intrinseche di grado k e Krigaggio di FAI-k
- **Geostatistica Multivariata**
- L'analisi multivariabile, Covarianze e variogrammi incrociati
- Il Cokrigaggio
- Componenti spaziali, Cokrigaggio Collocato, Deriva Esterna
- **Selezione**
- Selezione
- Campionatura
- Case Studies

#### ESERCITAZIONI

- **Applicazione della teoria utilizzando programmi esistenti e programmando algoritmi con delle macro**
- Statistiche elementari e leggi di probabilità, con EXCEL
- Calcolo di variogrammi sperimentali e modello, con EXCEL (Macro), FAIPACK/MULTIGEO,
- Regolarizzazione. Variogrammi regolarizzati, con EXCEL
- Krigaggio Ordinario, con EXCEL (Macro).
- Funzioni Aleatorie Non Stazionarie, con FAIPACK
- Variogramma e Covarianze Incrociate, con EXCEL e MULTIGEO.
- Cokrigaggio, con MULTIGEO
- Selezione, con EXCEL
- Ottimizzazione campionatura, con EXCEL
- **Prove intermedie e correzione**

#### Testi / Bibliografia

##### TESTI DEL CORSO

- Bruno, Roberto APPUNTI delle LEZIONI (power-point)
- Raspa, G. & Bruno, R. APPUNTI di GEOSTATISTICA (pdf)

##### BIBLIOGRAFIA

- Bruno, R. and Raspa, G. (1994) - *La pratica della geostatistica lineare: il trattamento dei dati spaziali* - Edizioni Angelo Guerini ed Associati S.r.l., 170 pp.
- Chiles, J.P. & Delfiner, Pierre (1999) - *Geostatistics - Wiley Series in Probability and Statistics*, - John Wiley and sons, Inc., 687 pp.

#### Metodi didattici

In ogni modulo delle lezioni è introdotta una tipologia di problemi reali legati alle georisorse. Sono quindi discussi i problemi da risolvere ed è individuato l'approccio necessario a risolverli. E' poi sviluppata la teoria specifica per la soluzione del problema.

Alle lezioni sono affiancate le esercitazioni che mettono in pratica i concetti ed i modelli teorici introdotti. Le esercitazioni sono svolte nel Laboratorio Didattico-Informatico, utilizzando gli strumenti sw disponibili e sviluppando macro specifiche per calcoli specifici.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Sono previste due modalità di accertamento, una per gli studenti che frequentano ed una per gli studenti che non possono frequentare.

### 1) Studenti che frequentano

Durante il corso sono svolti due test intermedi, uno sulla Geostatistica Monovariata Stazionaria, a circa metà del corso, ed uno Sulla Geostatistica Multivariata e Non Stazionaria a circa una settimana dalla fine del corso. Al termine lo studente dovrà preparare una tesina, che consiste nello studio di un caso reale scelto dallo studente stesso, del quale ha raccolto i relativi dati. L'esame finale consiste nella discussione della tesina. La votazione è ottenuta dalla media ponderata fra i risultati dei test intermedi e della discussione della tesina.

### 2. Studenti che non possono frequentare

La prova di accertamento consiste nella discussione di una tesina che mette in pratica gli insegnamenti teorici applicandoli ad un problema reale scelto dallo studente e di cui si è procurato i dati. Durante la discussione sono approfondite le conoscenze teoriche della materia.

N.B. - La tesina può essere svolta a contatto con il docente che ne indirizza l'analisi e le elaborazioni utili.

## Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni sono presentate con proiezione di files power-point supportate da sviluppi alla lavagna.

Le esercitazioni sono svolte presso il Laboratorio Didattico-Informatico.

Nelle esercitazioni, oltre ai programmi Microsoft Office, è utilizzato Sw geostatistico freeware. In particolare sono usati:

- FAIPACK
- MULTIGEO
- EXCEL

## 02007 - GEOTECNICA

<b>Docente:</b>	RIGHI PIER VINCENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	10

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire le principali nozioni relative al comportamento fisico-meccanico delle terre e le conoscenze necessarie per affrontare i numerosi problemi inerenti il suolo nell'ambito delle costruzioni.

## Programma / Contenuti

**Introduzione e premesse generali.** Vari tipi di suolo e loro caratteristiche generali. Proprietà delle particelle fini.

**Caratteristiche fisiche delle terre e loro determinazione sperimentale.** Umidità. Densità. Peso specifico reale. Porosità e indice dei vuoti. Granulometria. Limiti di Atterberg. Permeabilità.

**Caratteristiche meccaniche delle terre e la loro determinazione sperimentale.** Compressibilità (teoria dell'edometro). Angolo di attrito interno e coesione (prova di taglio di Casagrande, prova di compressione triassiale, prova di taglio con scissometro).

**Prove in situ.** Prova di carico con piastra. Prova penetrometrica (penetrometro statico, penetrometro dinamico). Vane test campale.

**Equilibrio delle terre.** Pressione litostatica. Componente orizzontale della tensione. Stati di equilibrio limite, il caso di terreno con estradosso orizzontale e di terreno con estradosso inclinato.

**Diffusione delle pressioni nel sottosuolo.** Teoria di Boussinesq. Teoria di Frölich. Vari tipi di rappresentazione grafica. Superfici di carico a rigidezza nulla e rigidezza infinita. Metodi approssimati.

**Formule di stabilità.** Carico critico. Teoria di Frölich. Carico di rottura. Teorie di Rankine, Ritter, Prandtl, Caquot, Terzaghi.

**Applicazioni pratiche delle teorie svolte.**

Spinta delle terre sulle opere di sostegno: teorie di Coulomb e Rankine; costruzioni grafiche.

Stabilità delle scarpate: teoria di Taylor, di Fellenius e verifica a blocchi; percorsi di tensione nel terreno interessato da lavori di sterro e di riporto.

Stabilità dei pendii: classificazione delle frane; effetti dell'acqua nel sottosuolo; equazione generale del pendio illimitato; strumentazione delle frane; metodi di verifica secondo Fellenius e Bishop. Interventi per il consolidamento delle frane; trincee drenanti; pozzi drenanti; muri di sostegno a tiranti. Effetti della costruzione di un rilevato su un pendio. Effetti dello scavo di una trincea su un pendio. Percorsi di tensione relativi.

Pali di fondazione. Pali infissi; pali realizzati in opera. Formule statiche e dinamiche per la definizione della capacità portante del palo singolo. Ripartizione del carico tra attrito laterale e portata di base.

**Testi / Bibliografia**

P. COLOMBO e F. COLLESELLI: *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli.

C. CESTELLI GUIDI: *Geotecnica e tecnica delle fondazioni*, Hoepli.

K. TERZAGHI e R.B. PECK: *Geotecnica*, UTET.

R. LANCELOTTA: *Geotecnica*, Zanichelli.

**Metodi didattici**

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: lavagna e la lavagna luminosa.

**44866 - GEOTECNICA APPLICATA LS**

**Docente:** GOTTARDI GUIDO

**Corso di Laurea:** 0452 - Ingegneria civile

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze avanzate della meccanica delle terre, con particolare riguardo verso la loro applicazione alle principali opere geotecniche dell'Ingegneria Civile.

**Programma / Contenuti**

L'ingegneria geotecnica: caratteristiche e peculiarità del comportamento dei terreni.

Richiami dei concetti fondamentali di meccanica delle terre. Mezzi continui sovrapposti. Permeabilità e condizioni di drenaggio. Moti di filtrazione. Stato tensionale iniziale. Processi di consolidazione: problemi *time-dependent* nelle terre. Resistenza al taglio delle terre e criteri di rottura.

Analisi della risposta sperimentale del terreno: apparecchiature di laboratorio e diverse condizioni di sollecitazione e deformazione. Condizioni drenate e non drenate. Percorsi tensionali e verifiche di stabilità a breve e a lungo termine.

Legame costitutivo e parametri fisico-meccanici del terreno: dall'elemento di volume ai problemi al contorno.

Modellazione avanzata del comportamento del terreno: cenni sulla teoria dello stato critico.

Indagini geotecniche: programma delle indagini, volume significativo, prove in sito, monitoraggio in corso d'opera.

Elementi di progetto delle principali opere geotecniche. Eurocodici e progettazione agli stati limite.

Fondazioni superficiali: valutazione della capacità portante e calcolo dei cedimenti. Condizioni generali di carico e terreno stratificato.

Fondazioni su pali: aspetti esecutivi, modalità di calcolo, prove di carico, controlli non distruttivi, azioni orizzontali. Pali come riduttori dei cedimenti.

Opere di sostegno: muri a gravità e paratie. Criteri per il dimensionamento geotecnico e verifiche di stabilità.

## Testi / Bibliografia

Appunti e dispense delle lezioni.

J. ATKINSON: *Geotecnica: meccanica delle terre e fondazioni*, McGraw-Hill Italia, 1997.

P. COLOMBO e F. COLLESELLI: *Elementi di geotecnica*, Zanichelli, 2004.

R. NOVA: *Fondamenti di meccanica delle terre*, McGraw Hill Italia, 2002.

C. VIGGIANI: *Fondazioni*, Hevelius Edizioni, 1999.

## Metodi didattici

Verrà effettuata un'esercitazione pratica in laboratorio, nel corso della quale sarà sviluppata la modellazione numerica di un tipico problema geotecnico.

Sono inoltre previste visite tecniche sia in laboratorio sia in sito.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

# 23321 - GEOTECNICA L

<b>Docente:</b>	TONNI LAURA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo principale dell'insegnamento *Geotecnica L* è quello di introdurre i fondamenti della Meccanica delle Terre, che costituisce la disciplina base dell'Ingegneria Geotecnica. A tale scopo il corso analizza dapprima la risposta meccanica dell'elemento di volume di terreno sotto varie condizioni di carico per poi considerare il comportamento di semplici strutture in terra quali pendii, rilevati, scavi. Lo scopo è quello di fornire allo studente una base adeguata per affrontare semplici problemi di natura geotecnica e per eventuali successivi approfondimenti (corsi applicativi delle Lauree Specialistiche).

## Programma / Contenuti

**Analisi e classificazione delle terre.** Origine dei terreni naturali. Principali tipi di terre. Componenti mineralogiche e caratteristiche strutturali. Caratteristiche fisiche delle terre e proprietà indice. Analisi granulometrica. Limiti di Atterberg. Sistemi di classificazione delle terre.

**L'acqua nel terreno.** Proprietà dell'acqua interstiziale. Principio delle tensioni efficaci. Fenomeni di capillarità, ritiro e rigonfiamento. Moti di filtrazione attraverso un mezzo poroso. La legge di Darcy e il coefficiente di permeabilità. Determinazione sperimentale del coefficiente di permeabilità. Pressione di filtrazione e gradiente idraulico critico. Moti di filtrazione 2D, costruzione del reticolo di filtrazione.

**Tensioni litostatiche.** Il terreno come mezzo continuo. Rappresentazione dello stato tensionale, convenzioni di segno. Profilo delle tensioni litostatiche verticali. Coefficiente di spinta a riposo. Storia dello stato tensionale. Pressione di preconsolidazione e cause di sovraconsolidazione. Distribuzione elastica delle tensioni nel sottosuolo.

**Compressibilità e consolidazione.** La prova di compressione edometrica. Il processo di consolidazione monodimensionale secondo Terzaghi. Parametri edometrici e calcolo dei cedimenti. Consolidazione secondaria.

**Resistenza al taglio delle terre.** Criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Parametri di resistenza al taglio e loro determinazione sperimentale. Prove di taglio diretto e di compressione triassiale. Resistenza e deformabilità dei terreni incoerenti e coesivi. Resistenza al taglio residua. Verifiche di stabilità a breve e lungo termine.

**Le indagini geotecniche.** Finalità e mezzi di indagine. Sondaggi e prelievo di campioni. Prove in sito: prove penetrometriche statiche e dinamiche, prova con piezometro, prova scissometrica.

**Stati di equilibrio limite e spinta delle terre.** Equilibrio limite attivo e passivo, coefficienti di spinta, diagrammi di spinta. Altezza critica di una parete verticale.

**Stabilità dei pendii naturali e artificiali.** Cause dei fenomeni di instabilità e cinematismi possibili. Verifiche nel breve e lungo termine. Analisi di stabilità con superfici di rottura piane (pendio indefinito). Analisi di stabilità con superfici di rottura circolari: metodo dell'equilibrio dei momenti in terreni argillosi omogenei e metodo di Taylor. Analisi di stabilità di un pendio non omogeneo con i metodi dell'equilibrio limite (metodo dei coni o strisce). Scelta dei parametri di resistenza al taglio nelle analisi di stabilità.

### Testi / Bibliografia

P. COLOMBO e F. COLLESELLI: *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli, 2004.

### Metodi didattici

Il corso prevede sia lezioni teoriche sia esercitazioni. Durante le esercitazioni vengono proposte le tipologie di esercizi oggetto della prova scritta.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria e di una prova orale facoltativa.

### Strumenti a supporto della didattica

Le figure ed i grafici proiettati durante le lezioni verranno messi a disposizione degli studenti e potranno essere richiesti direttamente al docente.

## 47757 - GEOTECNICA L (6 CFU)

<b>Docente:</b>	GOTTARDI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo principale dell'insegnamento *Geotecnica L* è quello di introdurre i fondamenti della Meccanica delle Terre, che costituisce la disciplina base dell'Ingegneria Geotecnica. A tale scopo il corso analizza dapprima la risposta meccanica dell'elemento di volume di terreno sotto varie condizioni di carico per poi considerare il comportamento di semplici strutture in terra quali pendii, rilevati, scavi. Lo scopo è quello di fornire allo studente una base adeguata per affrontare semplici problemi di natura geotecnica e per eventuali successivi approfondimenti (corsi applicativi delle Lauree Specialistiche).

### Programma / Contenuti

**Analisi e classificazione delle terre.** Origine dei terreni naturali. Principali tipi di terre. Componenti mineralogiche e caratteristiche strutturali. Caratteristiche fisiche delle terre e proprietà indice. Analisi granulometrica. Limiti di Atterberg. Sistemi di classificazione delle terre.

**L'acqua nel terreno.** Proprietà dell'acqua interstiziale. Principio delle tensioni efficaci. Fenomeni di capillarità, ritiro e rigonfiamento. Moti di filtrazione attraverso un mezzo poroso. La legge di Darcy e il

coefficiente di permeabilità. Determinazione sperimentale del coefficiente di permeabilità. Pressione di filtrazione e gradiente idraulico critico. Moti di filtrazione 2D, costruzione del reticolato di flusso.

**Tensioni litostatiche.** Il terreno come mezzo continuo. Rappresentazione dello stato tensionale, convenzioni di segno. Profilo delle tensioni litostatiche verticali. Coefficiente di spinta a riposo. Storia dello stato tensionale. Pressione di preconsolidazione e cause di sovraconsolidazione. Distribuzione elastica delle tensioni nel sottosuolo.

**Compressibilità e consolidazione.** La prova di compressione edometrica. Il processo di consolidazione monodimensionale secondo Terzaghi. Parametri edometrici e calcolo dei cedimenti. Consolidazione secondaria.

**Resistenza al taglio delle terre.** Criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Parametri di resistenza al taglio e loro determinazione sperimentale. Prove di taglio diretto e di compressione triassiale. Resistenza e deformabilità dei terreni incoerenti e coesivi. Resistenza al taglio residua. Verifiche di stabilità a breve e lungo termine.

**Le indagini geotecniche.** Finalità e mezzi di indagine. Sondaggi e prelievo di campioni. Prove in sito: prove penetrometriche statiche e dinamiche, prova con piezometro, prova scissometrica. Misure in sito.

**Stati di equilibrio limite e spinta delle terre.** Equilibrio limite attivo e passivo, coefficienti di spinta, diagrammi di spinta. Altezza critica di una parete verticale.

**Stabilità dei pendii.** Analisi di stabilità con superfici di rottura piane (pendio indefinito). Analisi di stabilità con superfici di rottura circolari: metodo dell'equilibrio dei momenti in terreni argillosi omogenei e metodo di Taylor. Cenni sull'analisi di stabilità di un pendio non omogeneo con i metodi dell'equilibrio limite. Scelta dei parametri di resistenza al taglio nelle analisi di stabilità.

#### Testi / Bibliografia

Appunti e dispense delle lezioni.

P. COLOMBO e F. COLLESELLI: *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli, 2004.

#### Metodi didattici

Il corso prevede sia lezioni teoriche sia esercitazioni. Durante le esercitazioni verranno proposte le tipologie di problemi oggetto della prova scritta.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di una prova scritta obbligatoria e di una prova orale facoltativa.

## 49564 - GESTIONE AZIENDALE L

<b>Docente:</b>	ZANONI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0050 - Ingegneria dei processi gestionali 0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di:

- 1) Portare a sintesi le conoscenze acquisite negli insegnamenti economico-gestionali svolti negli anni precedenti, dimostrando come esse vengano impiegate per le decisioni aziendali.
- 2) Introdurre alcuni modelli di riferimento per le decisioni strategiche aziendali che verranno sviluppati in modo strutturato nel corso di laurea specialistico in Ingegneria Gestionale o potranno essere approfonditi individualmente.

## Programma / Contenuti

Il corso affronta il processo decisionale di un'impresa fornendo adeguate conoscenze metodologiche circa l'esame delle principali variabili che influenzano le singole decisioni strategiche e le modalità da seguire nell'implementazione delle stesse. L'enfasi del corso è rivolta alla soluzione dei problemi e si vuole abituare gli studenti ad affrontare gli stessi con una logica di processo.

Il corso prevede la spiegazione dei principali processi di sviluppo di un'impresa. Essi, a livello didattico ed in una prima fase, saranno analizzati distinguendo il momento strategico da quello operativo e verranno affrontati con ottiche funzionali.

### Gli argomenti affrontati sono:

- la formulazione della strategia
- l'analisi settoriale e l'individuazione del vantaggio competitivo
- l'individuazione delle aree strategiche d'affari
- le strategie di base e le modalità per la creazione delle posizioni di vantaggio
- lo sviluppo dell'impresa attraverso iniziative di crescita interna ed esterna
- l'implementazione delle decisioni a livello funzionale con particolare attenzione alla gestione finanziaria e alla gestione commerciale
- ripresa e utilizzazione di concetti organizzativi e di programmazione.

Si cercherà quindi con la discussione di casi di ricomporre il processo decisionale enfatizzando sia gli aspetti interfunzionali sia l'approccio per processi.

## Testi / Bibliografia

Fontana F. e Caroli M.

Economia e gestione delle imprese

Mc Graw-Hill, Milano 2006

(i primi 9 capitoli esclusi i paragrafi 8.4.1. - 8.4.2 - 8.4.3 - 8.5.3 - 8.6.1 - 8.6.2 e da 9.3.2. alla fine del capitolo 9)

## Metodi didattici

Oltre alle lezioni tradizionali verranno discussi in aula casi aziendali e saranno invitati dirigenti ed operatori aziendali che svolgeranno testimonianze guidate.

Tali esperienze verranno poi razionalizzate e ricondotte ai modelli generali e al contesto italiano.

I materiali distribuiti durante il corso sono disponibili al sito <http://clearning.ing.unibo.it>

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento verrà effettuata mediante un colloquio orale al quale si accede dopo aver superato un test a risposta multipla.

Le date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<http://uniwex.unibo.it>).

L'iscrizione al test d'esame avviene solo esclusivamente attraverso il servizio Uniwex.

Al colloquio orale saranno iscritti automaticamente tutti coloro che avranno superato il test

## Strumenti a supporto della didattica

La comprensione e l'assimilazione dei contenuti risulterà facilitata, soprattutto agli studenti che non possono frequentare le lezioni, da letture propedeutiche che introducano le tematiche produttive e commerciali delle imprese. A questo scopo può essere utilizzata tutta la manualistica disponibile in tema di Marketing e di Produzione.

Le slides delle lezioni, che sono recuperabili al sito indicato, devono essere considerate un supporto al libro e non un suo sostituto.

## 49565 - GESTIONE DEI PROGETTI DI INNOVAZIONE L

<b>Docente:</b>	GRANDI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [A-K] 0050 - Ingegneria dei processi gestionali - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire le conoscenze fondamentali relative alla organizzazione e alla gestione dei progetti di innovazione, con particolare riguardo ai progetti di sviluppo dei nuovi prodotti.

Una prima parte del corso introduce le condizioni strategiche e di mercato dei processi di innovazione tecnologica in cui sono radicati i progetti di sviluppo nuovi prodotto.

La seconda parte del corso sviluppa gli aspetti organizzativi e gestionali specifici delle attività di R&S e di sviluppo prodotti. In particolare, dopo aver introdotto e analizzato i problemi e le forme di organizzazione della R&S, sono sviluppate le strutture e i ruoli organizzativi di progetto, tipici delle attività di sviluppo dei nuovi prodotti.

Gli aspetti strategici e organizzativi sviluppati nelle prime due parti del programma consentono, nella terza parte del corso, di caratterizzare modelli differenziati di gestione dello sviluppo nuovi prodotti e le collegate tecniche di supporto. La quarta parte del corso affronta problemi, soluzioni e tecniche per la valutazione economica, la programmazione e il controllo operativo ed economico dei progetti. Tali problemi sono sviluppati in termini differenziali rispetto ai contesti tradizionali, evidenziando le peculiarità dei contesti di progetto e sono presentati gli strumenti e le tecniche specifiche per il controllo delle risorse, dei tempi e dei costi di progetto, a livello di progetto singolo e in condizioni multi progetto. Relativamente ai problemi di valutazione, sono presentati in particolare i modelli e le tecniche specifiche di valutazione strategica ed economica di progetti caratterizzati da elevata incertezza.

**Programma / Contenuti****Programma**

- Innovazione tecnologica e sviluppo delle imprese
  - Innovazione tecnologica e competitività dell'impresa
  - Tipologie di innovazione
  - Innovazione di prodotto e vantaggio competitivo
  - Il processo di innovazione: fasi e decisioni critiche
- Organizzazione della ricerca e dello sviluppo prodotti
  - Strutture e processi organizzativi della funzione R&S
  - Strutture e ruoli di progetto
  - La gestione dei ricercatori e dei tecnologi
  - Organizzazione informale e gestione della conoscenza
- Modelli gestionali per lo sviluppo nuovi prodotti
  - Anticipazione e flessibilità nei processi di sviluppo nuovi prodotti
  - Simultaneous & concurrent engineering: aspetti organizzativi e tecniche operative
  - La gestione del portafoglio progetti
  - Tecniche per la gestione delle interazioni fra varietà, costi, prestazioni.
- Programmazione e controllo dei progetti.
  - Caratteristiche specifiche della gestione per progetti.
  - Tecniche di programmazione e controllo dei progetti: CPM e PERT.
  - Programmazione e controllo economico dei progetti.
  - La gestione dei trade-off tempi e costi

- Tecniche di costing a supporto della progettazione
- 5.- Valutazione economica dei progetti di innovazione
- La valutazione in condizioni di elevata incertezza.
- Alberi delle decisioni
- Opzioni reali - La valutazione del portafoglio progetti

### Testi / Bibliografia

F. Munari, M. Sobrero (a cura di), *Innovazione tecnologica e gestione d'impresa. La gestione dello sviluppo prodotto*. Il Mulino, Bologna, 2004.

AA.VV., *Organizzare e gestire progetti*, seconda edizione, ETAS, Milano, 2004.

Esercizi ed eventuale altro materiale didattico sarà reso disponibile agli studenti in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <http://www.universibo.unibo.it> durante lo svolgimento del corso.

### Metodi didattici

Lezioni teoriche, esercitazioni in aula e individuali sulle tecniche presentate nelle lezioni, preparazione individuale e discussione in aula di casi aziendali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede una prova scritta le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<https://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione alla prova d'esame avviene esclusivamente attraverso il servizio Uniwex.

### Strumenti a supporto della didattica

Esercizi, materiale didattico e comunicazioni agli studenti saranno disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <http://www.universibo.unibo.it>.

## 49S65 - GESTIONE DEI PROGETTI DI INNOVAZIONE L

<b>Docente:</b>	GRIMALDI ROSA
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [L-Z] 0050 - Ingegneria dei processi gestionali - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire le conoscenze fondamentali relative alla organizzazione e alla gestione dei progetti di innovazione, con particolare riguardo ai progetti di sviluppo dei nuovi prodotti.

Una prima parte del corso introduce le condizioni strategiche e di mercato dei processi di innovazione tecnologica in cui sono radicati i progetti di sviluppo nuovi prodotto.

La seconda parte del corso sviluppa gli aspetti organizzativi e gestionali specifici delle attività di R&S e di sviluppo prodotti. In particolare, dopo aver introdotto e analizzato i problemi e le forme di organizzazione della R&S, sono sviluppate le strutture e i ruoli organizzativi di progetto, tipici delle attività di sviluppo dei nuovi prodotti.

Gli aspetti strategici e organizzativi sviluppati nelle prime due parti del programma consentono, nella terza parte del corso, di caratterizzare modelli differenziati di gestione dello sviluppo nuovi prodotti e le collegate tecniche di supporto.

La quarta parte del corso affronta problemi, soluzioni e tecniche per la valutazione economica, la programmazione e il controllo operativo ed economico dei progetti. Tali problemi sono sviluppati in termini differenziali rispetto ai contesti tradizionali, evidenziando le peculiarità dei contesti di progetto e sono presentati gli strumenti e le tecniche specifiche per il controllo delle risorse, dei tempi e dei costi di progetto, a livello di progetto singolo e in condizioni multi progetto. Relativamente ai problemi di valutazione, sono

presentati in particolare i modelli e le tecniche specifiche di valutazione strategica ed economica di progetti caratterizzati da elevata incertezza.

### Programma / Contenuti

- 1.- Innovazione tecnologica e sviluppo delle imprese
  - Innovazione tecnologica e competitività dell'impresa
  - Tipologie di innovazione
  - Innovazione di prodotto e vantaggio competitivo
  - Il processo di innovazione: fasi e decisioni critiche
- 2.- Organizzazione della ricerca e dello sviluppo prodotti
  - Strutture e processi organizzativi della funzione R&S
  - Strutture e ruoli di progetto
  - La gestione dei ricercatori e dei tecnologi
  - Organizzazione informale e gestione della conoscenza
- 3.- Modelli gestionali per lo sviluppo nuovi prodotti
  - Anticipazione e flessibilità nei processi di sviluppo nuovi prodotti
  - Simultaneous & concurrent engineering: aspetti organizzativi e tecniche operative
  - La gestione del portafoglio progetti
  - Tecniche per la gestione delle interazioni fra varietà, costi, prestazioni.
- 4.- Programmazione e controllo dei progetti.
  - Caratteristiche specifiche della gestione per progetti.
  - Tecniche di programmazione e controllo dei progetti: CPM e PERT.
  - Programmazione e controllo economico dei progetti.
  - La gestione dei trade-off tempi e costi
  - Tecniche di costing a supporto della progettazione
- 5.- Valutazione economica dei progetti di innovazione
  - La valutazione in condizioni di elevata incertezza.
  - Alberi delle decisioni
  - Opzioni reali- La valutazione del portafoglio progetti

### Testi / Bibliografia

- F. Munari, M. Sobrero (a cura di), *Innovazione tecnologica e gestione d'impresa. La gestione dello sviluppo prodotto*. Il Mulino, Bologna, 2004.
- AA.VV., *Organizzare e gestire progetti*, seconda edizione, ETAS, Milano, 2004 durante lo svolgimento del corso.

### Metodi didattici

Lezioni teoriche, esercitazioni in aula e individuali sulle tecniche presentate nelle lezioni, preparazione individuale e discussione in aula di casi aziendali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede una prova scritta le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<https://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione alla prova d'esame avviene esclusivamente attraverso il servizio Uniwex.

### Strumenti a supporto della didattica

Esercizi, materiale didattico e comunicazioni agli studenti saranno disponibili in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <http://www.universibo.unibo.it>

## 45256 - GESTIONE DEI SISTEMI ENERGETICI LS

<b>Docente:</b>	PELLONI PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

Introduzione allo studio dei sistemi di controllo. Richiami sulle trasformate di Fourier e di Laplace. Studio matematico dei sistemi di controllo. Studio di sistemi nel dominio immagine. Antitrasformazione. Risposta in frequenza dei sistemi lineari. Studio della stabilità dei sistemi. Errori permanenti, compensazione. Regolatori. Studio di alcuni sistemi di regolazione con particolare riferimento agli impianti di conversione di energia di potenza.

**Metodi didattici**

Prova orale.

## 57906 - GESTIONE DELL'ENERGIA L

<b>Docente:</b>	LORENZINI ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fino a quando non avverrà una svolta e una maturazione nella politica energetica nel nostro Paese, continueremo ad essere debitori dall'estero dell'85% dei nostri consumi interni energetici. Obiettivo del Corso, affrontati i temi basilari della trasmissione del calore e più in generale dell'energia, è quello, dopo aver illustrato alcuni concetti come exergia ed emergia, di rendere gli allievi in grado di utilizzare i bilanci energetici e di forze- con applicazioni a vari settori nell'intento di gestire il 'risparmio energetico', come una operazione tecnologica in una visione di economia industriale.

**Programma / Contenuti**

Generalità sulla Trasmissione del calore: conduzione, convezione e applicazioni. Introduzione dei numeri puri per la determinazione del coefficiente di scambio termico.

Bilanci termici. Determinazione della temperatura di mescolamento di una corrente fluida. Determinazione del profilo di temperatura lungo il flusso longitudinale. Bilancio dello strato limite termico. Bilancio termico in un cilindro solido e in una lastra piana con generazione interna di calore: equazione di Fourier. Andamento della velocità di un fluido generata da convezione naturale tra due lastre piane a diversa temperatura. Profilo di velocità in un condotto anulare e in un condotto cilindrico. Scambiatori di calore: configurazioni, ipotesi di base. Dimensionamento di uno scambiatore: metodo della differenza di temperatura media logaritmica e metodo Epsilon-NTU.

Energia e fabbisogno energetico. La degradazione dell'energia. Efficienza termodinamica. Bilancio energetico ed exergetico. Salto exergetico nei diagrammi (s,T) ed (s,h). Energia di processo ed energia di impianto. Anergia. Il fabbisogno energetico e formule per la sua determinazione. Emergia: definizione e indicatori. Osservazioni di politica energetica.

Ottimizzazione del risparmio energetico: nozioni di illuminotecnica; riscaldamento urbano e interdipendenze industriali; nozioni di termotecnica applicata alle costruzioni edilizie; riscaldamento di ambienti industriali e civili; cogenerazione di elettricità e calore; impieghi dell'energia solare ed eolica; ruolo dell'energy manager.

**Dalle cronache quotidiane il dramma italiano dell'energia** : attualità del sistema Italia e approfondimenti di politica energetica.

### Testi / Bibliografia

- GUGLIELMINI PISONI 'ELEMENTI DI TRASMISSIONE DEL CALORE' ED. VESCHI  
 A. SPENA 'FONDAMENTI DI ENERGETICA' ED. CEDAM  
 ENEA 'Metodologie di risparmio energetico' Ed. HOEPLI  
 A. Cocchi 'Elementi di Termofisica per ingegneri' Progetto Leonardo  
 A. Giulianini 'Trasmissione del Calore' Patron  
 E. Lorenzini "Dalle cronache quotidiane il dramma italiano dell'energia" Pitagora

### Metodi didattici

IL Corso sarà illustrato con esercitazioni numeriche

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è scritta a cui farà seguito un colloquio orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Lezioni con esercitazioni e discussione di problemi di politica energetica

## 41572 - GESTIONE DELL'INNOVAZIONE E DEI PROGETTI LS

<b>Docente:</b>	MUNARI FEDERICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0454 - Ingegneria meccanica 0451 - Ingegneria chimica e di processo 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso vuole fornire le conoscenze necessarie per comprendere le variabili economiche e organizzative che influenzano la gestione dei processi di innovazione tecnologica nelle imprese industriali e di servizi, con riferimento particolare ai settori dell'ICT. Dopo aver introdotto gli elementi fondamentali dell'analisi economica dell'innovazione e le condizioni di contesto - economiche e istituzionali - che influenzano le capacità innovative delle imprese, il corso sviluppa gli aspetti organizzativi e gestionali del processo innovativo, riservando attenzione specifica all'analisi strategica delle scelte tecnologiche d'impresa, all'organizzazione dell'area ricerca e sviluppo e alla sua integrazione con le altre funzioni aziendali, alle tecniche operative a supporto delle attività d'innovazione. Il corso affronta, inoltre, gli aspetti organizzativi e le tecniche operative caratteristiche della gestione per progetti, con particolare riguardo ai progetti di innovazione, di sviluppo nuovi prodotti e di cambiamento organizzativo.

### Programma / Contenuti

Il corso si articola nelle seguenti parti:

- Innovazione tecnologica e gestione del patrimonio tecnologico dell'impresa.
- Innovazione tecnologica e sviluppo economico: le teorie economiche rilevanti.
  - Tecnologia, innovazione tecnologica e struttura dei settori industriali.
  - Discontinuità tecnologiche e impatto sulla base di competenze aziendali.
  - Technological assessment & forecasting.
  - La competizione nei settori standard-driven.

- La protezione delle innovazioni e la gestione della proprietà intellettuale.
- Sviluppo interno e forme di sviluppo esterno del patrimonio tecnologico
- Il finanziamento dell'innovazione.
- 2. - Analisi competitiva dei settori ICT.
  - L'impatto di Internet sulle fonti di vantaggio competitivo.
  - L'impatto di Internet sulla struttura di settore.
  - I modelli di business basati su Internet: componenti e dinamiche.
- 3. - Organizzazione e gestione della R&S e dei progetti di sviluppo nuovi prodotti.
  - Le strutture organizzative di base della funzione R&S.
  - Le caratteristiche dei progetti di R&S e di sviluppo prodotti.
  - L'organizzazione dei progetti di sviluppo nuovi prodotti nei settori tradizionali.
  - L'organizzazione dei progetti di sviluppo nuovi prodotti nel settore del software e delle applicazioni Internet.
  - La gestione multi progetto.
- 4. - Le tecniche di project management.
  - Gli obiettivi della pianificazione e del controllo dei progetti.
  - Strumenti di pianificazione di progetto: WBS
  - Tecniche di programmazione e controllo dei progetti: PERT e CPM.
  - Tecniche di valutazione dei progetti di sviluppo di innovazione.

### Testi / Bibliografia

Le letture di riferimento del corso consistono nel testo di Grandi e Sobrero e in una serie di articoli integrativi di seguito elencati.

#### Testo di riferimento

§ Grandi, A. e Sobrero, M. (a cura di) "Innovazione tecnologica e gestione di impresa. La gestione strategica dell'innovazione", Il Mulino, Bologna, 2005.

#### Letture integrative

§ Munari, F. 1999. "Innovare per progetti", in M. Sobrero (a cura di), Gestione dell'Innovazione: strategia, organizzazione, tecniche operative, Carrocci Editore, Roma, 1999 (cap. 5).

§ Coffetti, E. 2001. Gli strumenti di pianificazione e controllo dei tempi e delle risorse, in Baglieri et al. Organizzare e gestire progetti. Competenze per il project management. Etas, Milano.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame prevede una prova scritta della durata di circa due ore. Gli studenti frequentanti possono sostituire parte della prova scritta presentando una relazione di gruppo incentrata su uno dei temi trattati nel corso. I temi oggetto dei lavori di gruppo e la costituzione dei gruppi stessi saranno definiti insieme al docente durante le prime lezioni del corso. Le date d'esame e le liste di iscrizione sono gestite dal sistema UNIWEX della Facoltà di Ingegneria.

### Strumenti a supporto della didattica

Una selezione di casi di studio da discutere in aula sarà disponibile a cura del docente durante lo svolgimento del corso.

## 41492 - GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE L

<b>Docente:</b>	MONTANARI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di trattare i concetti fondamentali per la gestione razionale di sistemi di approvvigionamento idrico. Saranno in particolare considerati la gestione dei serbatoi e delle reti di approvvigionamento. E' inoltre prevista la trattazione di metodi di modellazione di serie temporali idrologiche.

**Programma / Contenuti**

Obiettivi della pianificazione delle risorse idriche. Reperimento delle risorse idriche. Definizione delle funzioni di costo e beneficio associate alla pianificazione delle risorse idriche. Tecniche di ricerca dei minimi di funzioni obiettivo. Tecniche di simulazione stocastica per l'ottimizzazione della gestione delle risorse idriche. Analisi delle serie storiche idrologiche. Cenni sugli effetti di possibili cambiamenti climatici e interventi antropici sulla disponibilità di risorse idriche.

Durante il corso saranno svolte esercitazioni assistite, mediante utilizzo di calcolatori elettronici, che prevedono la soluzione pratica di problemi attinenti gli argomenti trattati nelle lezioni teoriche. Sono previste lezioni di introduzione all'utilizzo di fogli elettronici e linguaggi di programmazione per la soluzione degli esercizi proposti.

Tesi di laurea Modelli matematici per l'analisi e la simulazione della dinamica dei processi idrologici.

Progettazione e verifica di reti idriche. Analisi statistica di serie di precipitazioni e deflussi fluviali. Il docente è disponibile a valutare tesi di laurea su altri argomenti proposti dallo studente.

**Testi / Bibliografia**

Loucks, Stedinger e Haith, *Water Resource System Planning and Analysis*, Prentice-Hall. Maione-Moisello, *Appunti di Idrologia*, Introduzione alle elaborazioni statistiche, La Goliardica Pavese.

**Metodi didattici**

Il corso prevede lezioni frontali e esercitazioni al computer, con l'obiettivo di introdurre l'allievo all'utilizzo dei programmi applicativi che più frequentemente vengono utilizzati nella pianificazione della gestione delle risorse idriche.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti a cura del docente messi a disposizione sulla pagina web personale

**44714 - GESTIONE INTEGRATA DEGLI ASPETTI DI SALUTE, SICUREZZA ED AMBIENTE LS**

**Corso di Laurea:**

0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio

**Mutuato da:**

44817 - AFFIDABILITA' E SICUREZZA NELL'INDUSTRIA DI PROCESSO LS (vedi p. 204)

**58525 - IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI E ANALISI DEI DATI L-A (6 CFU)**

**Docente:**

GUIDORZI ROBERTO

**Corso di Laurea:**

0048 - Ingegneria elettronica

**Ciclo:**

3

**Crediti:**

6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso ha la finalità di fornire le competenze e le metodologie necessarie per la costruzione di modelli matematici per processi reali in base a misure effettuate su tali processi. Gli allievi dispongono, su server, di un laboratorio didattico interattivo client-oriented e platform-independent, sviluppato interamente in Java. Tale strumento consente di effettuare la modellazione di processi reali i cui dati sono archiviati in un data base presente sul server, mediante le procedure descritte nell'ambito dell'insegnamento. Le esercitazioni relative all'utilizzo del laboratorio virtuale sono parte integrante del corso.

## Programma / Contenuti

Il concetto di modello e sua evoluzione. La utilizzazione dei modelli matematici: previsione, controllo, diagnosi, filtraggio, simulazione. I modelli come approssimazione della realtà. Modellistica ed identificazione. Passi della procedura di identificazione. Classi di modelli per l'identificazione.

I modelli ad errore di equazione. Problema della realizzazione e sua soluzione. Il problema della identificazione. Identificazione strutturale e parametrica.

Richiami su variabili aleatorie e processi stocastici. Caratteristiche di uno stimatore.

I modelli ARX. Predittore ottimo ARX. Stima dei modelli ARX con l'algoritmo dei minimi quadrati. Aspetti algoritmici. Identificabilità e scelta degli ingressi. Polarizzazione e consistenza della stima. Minimi quadrati ricorsivi. Minimi quadrati pesati. Covarianza della stima. Distribuzione degli errori di stima e proprietà statistiche dei residui. Il limite inferiore di Cramér-Rao. Efficienza della stima dei minimi quadrati. Stima dell'ordine di un modello e validazione. PPCRE e singolarità della matrice dei momenti. I criteri FPE, AIC e MDL. Test di bianchezza sui residui. Test di indipendenza tra i residui e gli ingressi. Validazione incrociata mediante simulazione.

Modelli FIR e loro identificazione. Impiego dei modelli FIR nei problemi di identificazione e deconvoluzione 'cieca'.

I modelli AR. Predittore ottimo AR. Identificazione dei modelli AR. Stima di modelli di ordine crescente. Le equazioni di Yule-Walker. L'algoritmo di Levinson. Stima dell'ordine dei modelli AR.

I modelli MA. Identificazione tramite modello AR ausiliario e minimi quadrati. Predittori MA.

I modelli ARMAX. Predittore ottimo ARMAX. Stima con il metodo della variabile strumentale (IV). Scelta degli strumenti. Proprietà asintotiche delle stime IV. Metodi IV estesi. Algoritmi IV ricorsivi. Stime di massima verosimiglianza. Stime basate sulla minimizzazione dell'errore di predizione (PEM). Covarianza e proprietà asintotiche delle stime PEM.

I modelli ARMA. Predittore ottimo ARMA. Identificazione dei modelli ARMA. Predittore ottimo ARMA a  $k$  passi.

I modelli ARIMA(X).

I modelli ARAR(X). Predittore ottimo ARARX. Stime IV e PEM di modelli ARARX.

I modelli ARARMA(X). Predittore ottimo ARARMAX. Stime IV e PEM di modelli ARARMAX.

Stima di relazione algebriche lineari da dati affetti da rumore additivo.

## Testi / Bibliografia

R. Guidorzi: *Multivariable System Identification*, Bononia University Press, Bologna, 2003.

T. Söderström, P. Stoica: *System Identification*, Prentice Hall, 1989.

L. Ljung: *System Identification: Theory for the User*, Prentice Hall, 1999.

S. Bittanti: *Identificazione dei Modelli e Controllo Adattativo*, Pitagora Editrice Bologna, 2000.

## Metodi didattici

Questo corso utilizza strumenti di e-learning. Gli studenti iscritti sono tenuti a contattare il docente per accedere a tali strumenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Tesina relativa alla identificazione di un processo e prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Laboratori virtuali e data base di processi platform-independent. Le istruzioni di accesso vengono fornite agli studenti iscritti al corso.

**49766 - IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI E ANALISI DEI DATI LS**

**Corso di Laurea:** 0531 - Ingegneria dell'automazione  
**Mutuato da:** 58525 - IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI E ANALISI DEI DATI L-A (6 CFU) (vedi p. 583)

**00490 - IDRAULICA**

**Docente:** DI FEDERICO VITTORIO  
**Corso di Laurea:** 0067 - Ingegneria edile/ architettura  
**Ciclo:** 2  
**Crediti:** 5

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le nozioni fondamentali della Meccanica dei Fluidi Continui. Impartire le nozioni di Idraulica necessarie per seguire i corsi applicativi a valle. Mettere gli allievi in grado di effettuare il calcolo di semplici schemi in pressione e a pelo libero.

**Programma / Contenuti**

1. Generalità Grandezze e unità di misura. Analisi dimensionale. Schemi di mezzo continuo. Densità, viscosità. Equazione di stato. Equazione di continuità.
2. Idrostatica Equazioni globali e puntuali della statica. Azione dei liquidi sopra superfici in quiete. Misure di pressione nei fluidi in quiete. Spinta su superfici piane e gobbe. Principio di Archimede.
3. Dinamica dei fluidi Tensore degli sforzi e tensore delle velocità di deformazione. Equazioni costitutive. Fluidi newtoniani e non newtoniani (cenni). Velocità e accelerazione dei fluidi in moto. Teorema della quantità di moto. Equazioni di Eulero. Teoremi di Bernoulli. Equazioni di Navier e di Stokes. Esperimento di Reynolds: moto laminare e turbolento. Azioni idrodinamiche contro superfici solide. Foronomia. Moto uniforme nelle condotte. Perdite di carico effettivo per brusche variazioni di sezione. Sifoni. Impiego di pompe e turbine. Impianti di pompaggio. Trasformazioni di energia nei corsi a pelo libero; correnti lente e veloci. Risalto idraulico. Altre dissipazioni concentrate: stramazzi e paratoie. Moto uniforme e moto permanente nei condotti a pelo libero. Canale Venturi. Moti di filtrazione. .

**Testi / Bibliografia**

- MARCHI RUBATTA MECCANICA DEI FLUIDI UTET TORINO 1981  
 CITRINI NOSEDA IDRAULICA CEA MILANO 1987  
 ALFONSI ORSI PROBLEMI DI IDRAULICA E MECCANICA DEI FLUIDI CEA MILANO 1984  
 FOX MCDONALD INTRODUCTION TO FLUID MECHANICS 4TH ED., WILEY, NEW YORK, 1994

**Metodi didattici**

Il corso si svolge tramite lezioni frontali, esercitazioni e visite di laboratorio. Durante le lezioni frontali vengono illustrati i principi fondamentali la materia.

Nelle esercitazioni vengono illustrate, con esempi numerici, le tipologie di esercizi proposte durante la prova scritta.

Durante le visite di laboratorio vengono mostrate agli studenti le principali esperienze utili alla comprensione della meccanica dei fluidi e idraulica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta ed una orale facoltativa.

La prova scritta viene offerta con cadenza periodica dalla fine del corso ovvero in itinere, durante lo svolgimento del corso integrato di cui il modulo di idraulica fa parte.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi di lezione reperibili presso

<http://www.idraulica.ing.unibo.it>

## 23330 - IDRAULICA L

<b>Docente:</b>	ARCHETTI RENATA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## 23330 - IDRAULICA L

<b>Docente:</b>	DI FEDERICO VITTORIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-k]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire le nozioni fondamentali della Meccanica dei Fluidi Continui. Impartire le nozioni di Idraulica necessarie per seguire i corsi applicativi a valle. Mettere gli allievi in grado di effettuare il calcolo di semplici schemi in pressione e a pelo libero. Approfondire le conoscenze di Idraulica con particolare riguardo al moto vario.

### Programma / Contenuti

1. Generalità Grandezze e unità di misura. Analisi dimensionale. Schemi di mezzo continuo. Densità, viscosità, comprimibilità. Equazione di stato. Equazione di continuità.
2. Idrostatica Equazioni globali e puntuali della statica. Azione dei liquidi sopra superfici in quiete. Misure di pressione nei fluidi in quiete. Spinta su superfici piane e gobbe. Equilibrio dei corpi immersi o galleggianti.
3. Dinamica dei fluidi Tensore degli sforzi e tensore delle velocità di deformazione. Equazioni costitutive. Fluidi newtoniani e non newtoniani. Velocità e accelerazione dei fluidi in moto. Teorema della quantità di moto. Equazioni di Eulero. Teoremi di Bernoulli. Equazioni di Navier e di Stokes. Esperimento di Reynolds: moto laminare e turbolento. Equazioni di Reynolds e tensore di Reynolds. Azioni idrodinamiche contro superfici solide. Foronomia. Moto uniforme nelle condotte. Perdite di carico effettivo per brusche variazioni di sezione. Sifoni. Reti di condotte. Impiego di pompe e turbine. Impianti di pompaggio. Trasformazioni di energia nei corsi a pelo libero; correnti lente e veloci. Risalto idraulico. Altre dissipazioni concentrate: stramazzi e paratoie. Moto uniforme e moto permanente nei condotti a pelo libero. Canale Venturi. Moti di filtrazione. Moto vario nelle condotte: oscillazioni di massa e colpo d'ariete.

### Testi / Bibliografia

MARCHI RUBATTA MECCANICA DEI FLUIDI UTET TORINO 1981

CITRINI NOSEDA IDRAULICA CEA MILANO 1987

ALFONSI ORSI PROBLEMI DI IDRAULICA E MECCANICA DEI FLUIDI CEA MILANO 1984

FOX MCDONALD INTRODUCTION TO FLUID MECHANICS 4TH ED., WILEY, NEW YORK, 1994

### Metodi didattici

Il corso si svolge tramite lezioni frontali, esercitazioni e visite di laboratorio.

Durante le lezioni frontali vengono illustrati i principi fondamentali la materia.

Nelle esercitazioni vengono illustrate, con esempi numerici, le tipologie di esercizi proposte durante la prova scritta.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta ed una orale.

Durante il corso vengono svolte prove in itinere il cui superamento consente di accedere direttamente alla prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi di lezione reperibili presso

<http://www.idraulica.ing.unibo.it>

## 23330 - IDRAULICA L

<b>Docente:</b>	LAMBERTI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [I-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Nozioni fondamentali della Meccanica dei Fluidi e nozioni di Idraulica necessarie per seguire i corsi applicativi seguenti. Mettere gli allievi in grado di effettuare verifiche e progetti di semplici schemi in pressione e a pelo libero, considerando sia le condizioni usuali di funzionamento in moto permanente che quelle estreme derivanti dai transitori.

### Programma / Contenuti

Descrizione delle correnti e caratteristiche meccaniche dei fluidi.

Sistemi di misura. Analisi ed omogeneità dimensionale. Teorema di Buckingham (pi-greco).

Forze di massa e di superficie. Tensore degli sforzi e caratterizzazione dei fluidi. Idrostatica, barotropia, distribuzione delle pressioni e forze sulle pareti, galleggianti.

Descrizioni Lagrangiana ed Euleriana del moto. Velocità. Linee e funzione di corrente. Vorticità e potenziale della velocità. Accelerazione locale e convettiva. Teorema del trasporto. Equazione di continuità, e forma non conservativa del teorema del trasporto.

Equazione di bilancio della quantità di moto. Fluido perfetto. Teorema di Kelvin e di Bernoulli. Bilancio della energia meccanica. Distribuzione della pressione in moto irrotazionale.

Correnti monodimensionali: equivalenza fra i principi di bilancio della energia e della quantità di moto.

Reazione viscosa alla deformazione. Caduta di pressione in moto permanente e uniforme di un fluido viscoso.

Dissipazione di energia dovute alla viscosità. Numero di Reynolds, instabilità del moto laminare, caratteristiche qualitative della turbolenza.

Strato limite e separazione della vena. Distribuzione delle pressioni su ostacoli e resistenza di forma. Perdite di carico concentrate.

Resistenza d'attrito. Distribuzione logaritmica della velocità vicino a parete lisce e scabre. Resistenza al moto di tubi lisci, artificialmente scabri ed a scabrezza naturale. Formule tradizionali per la valutazione della resistenza al moto.

Elementi funzionali delle macchine idrauliche. Numeri caratteristici. Cavitazione e NPSH.

Verifica e progetto di condotte e di reti in pressione.

Moto dei fluidi in ammassi porosi, velocità di filtrazione, legge di Darcy e Forchheimer, distribuzione dei carichi, liquefazione dell'ammasso. Esempi.

Attrazione molecolare e tensione superficiale. Capillarità ed effetti connessi.

Moto vario nelle condotte, oscillazioni di massa. Effetto della comprimibilità. Propagazione di onde elastiche lungo le condotte. Metodo delle caratteristiche. Manovre brusche e lente.

Correnti a pelo libero gradualmente variate. Corrente critica e classificazione delle correnti. Effetti di una brusca variazione di sezione del canale. Profili di rigurgito. Risalto idraulico.

Moto vario delle correnti a pelo libero. Onde inerziali e metodo delle caratteristiche. Onda derivante dal crollo di una diga, soluzione di Ritter. Approssimazione cinematica, celerità delle onde. Fronti in uniforme avanzamento e forma del fronte.

### Testi / Bibliografia

H. Rouse. Elementary fluid mechanics. Ed Dover, 1946.

Citrini & Nosedà. Idraulica. Ed. Ambrosiana, Milano, 1987.

YA Cengel & JB Cinbala, Meccanica dei fluidi, McGraw-Hill, Milano, 2007.

A. Cenedese. Meccanica dei fluidi, McGraw-Hill 2003.

A. Ghetti. Idraulica Ed. Cortina Padova, 1977.

V.L. Streeter. Fluid mechanics. Mc Graw Hill 1951.

P.M. Gerhart & R.J. Gross. Fundamentals of Fluid Mechanics

### Metodi didattici

Il corso si svolge tramite lezioni frontali, esercitazioni e visite al laboratorio.

Nelle lezioni vengono illustrati i principi e le nozioni fondamentali. Nelle esercitazioni vengono illustrate applicazioni delle nozioni con esempi numerici. Durante le visite al laboratorio vengono mostrate le principali esperienze utili alla comprensione delle nozioni impartite.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Verifiche scritte infrannuali facoltative, prova scritta facoltativa di recupero alla prima sessione dopo il corso, valide una sessione. Orale obbligatorio, semplificato per chi ha superato la prova scritta. Nelle prove scritte sarà richiesta la soluzione di problemi simili a quelli svolti nelle esercitazioni e/o la presentazione di un risultato teorico.

Appelli - Liste su UNIWEX

Prima sessione dopo il corso due appelli orali ed uno scritto. Successivamente appello orale ogni due settimane nei periodi consentiti dalla facoltà.

### Strumenti a supporto della didattica

Attività frontale. Appunti e materiale ausiliario reperibile in rete dal sito del docente.

## 23317 - IDRAULICA L - A

<b>Docente:</b>	ARCHETTI RENATA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti****1. Generalità.**

Grandezze e unità di misura. Analisi dimensionale. Schemi di mezzo continuo. Caratteristiche fisiche dei fluidi. Equazione di stato. Equazione di continuità.

**2. Idrostatica.**

Equazioni globali e puntuali della statica. Azione dei liquidi sopra superfici in quiete. Misure di pressione nei fluidi in quiete. Spinta su superfici piane e gobbe. Principio di Archimede, equilibrio dei corpi immersi o galleggianti.

**3. Dinamica dei fluidi**

Tensore degli sforzi e tensore delle velocità di deformazione. Equazioni costitutive. Fluidi newtoniani e non newtoniani (cenni). Velocità e accelerazione dei fluidi in moto. Teorema della quantità di moto. Equazioni di Eulero. Teoremi di Bernoulli. Misure di velocità e portata. Equazioni di Navier e di Stokes. Esperimento di Reynolds: moto laminare e turbolento. Equazioni di Reynolds e tensore di Reynolds. Azioni idrodinamiche contro superfici solide. Fonomia. Moto uniforme e moto permanente nelle condotte in pressione. Perdite di carico effettivo per brusche variazioni di sezione.

Le macchine idrauliche: pompe e turbine. Le curve caratteristiche. L'impianto complesso con pompe e turbine. Pompe in serie e parallelo. Gli impianti a circuito chiuso. Reti di condotte. I sifoni. Cenni di moto vario nelle condotte in pressione.

Moto nei corsi a pelo libero. Moto uniforme. Scala di deflusso. Corrente critica, lenta e veloce. Moto permanente gradualmente variato nei condotti a pelo libero. I profili di rigurgito. Calcolo numerico di un profilo. Risalto idraulico. Stramazzi e paratoie. Canale Venturi.

Cenni di moti di filtrazione.

**Testi / Bibliografia**

Marchi Rubatta

Meccanica dei fluidi,  
UTET, Torino, 1981.

Citrini Noseda  
Idraulica

CEA, Milano, 1987.

Alfonsi Orsi.

Problemi di idraulica e meccanica dei fluidi.  
CEA, Milano, 1984.

**Metodi didattici**

Il corso si svolge tramite lezioni frontali ed esercitazioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame può essere svolto secondo le seguenti modalità:

Due prove scritte parziali offerte durante il corso ed una prova orale da sostenere entro l'anno accademico.

Prova scritta e orale da sostenere durante lo stesso appello.

**23326 - IDRAULICA L - B**

<b>Docente:</b>	ZANUTTIGH BARBARA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire conoscenze complementari a quelle fornite dal corso di base Idraulica LA utili per chi opera sul territorio. In particolare, sarà approfondito il moto vario nelle correnti in pressione e a pelo libero; saranno anche forniti strumenti per lo studio delle correnti in letto mobile per trasporto dei sedimenti.

**Programma / Contenuti**

Moto vario delle correnti in pressione: equazioni del moto e di continuità. Celerità, equazioni nella forma caratteristica, invarianti di Riemann. Colpo d'ariete per diversi tempi di manovra. Oscillazioni di massa, pozzo piezometrico, cassa d'aria.

Correnti a superficie libera. Richiami sul moto uniforme e sui profili di moto permanente per alvei prismatici. Moto vario: equazioni di De Saint-Venant, forma delle caratteristiche ed invarianti. Crollo di una diga in alveo secco. Risalto idraulico mobile. Classificazione delle correnti, trasporto di informazioni, condizioni al contorno e condizioni interne. Cenni sulla evoluzione delle perturbazioni, condizione di stabilità del moto uniforme, roll waves. Approssimazione cinematica e onde di piena.

Cenni di idraulica fluviale. Distribuzione di tensioni di attrito, velocità e turbolenza nella corrente. Tensore degli sforzi di Reynolds. Inizio del trasporto, trasporto solido al fondo e in sospensione, forme di fondo e resistenza al moto. Formule di Meyer\_Peter & Mueller e di Engelund & Hansen. Stima del regime di trasporto solido in letto sabbioso e ciottoloso. Elementari applicazioni alle sistemazioni.

**Testi / Bibliografia**

Citrini Nosedà. Idraulica. CEA Milano 1987

Marchi Rubatta. Meccanica dei Fluidi. UTET Torino 1981

Armanini, A. Principi di Idraulica fluviale, BIOS, 2005

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame prevede una prova scritta facoltativa alla fine del corso (semplificativo dell'orale) ed una prova orale obbligatoria.

**44723 - IDRAULICA MARITTIMA LS**

<b>Docente:</b>	ZANUTTIGH BARBARA
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire i fondamenti fisici e tecnologici per valutare la fattibilità tecnica e l'efficacia di interventi a protezione della costa, nonché gli strumenti per progettare gli stessi con esempi di applicazione a casi concreti: vento, maree, onde, correnti e trasporto dei sedimenti; tipologia delle opere di difesa, interventi di ripascimento, by-pass delle sabbie e salvaguardia delle dune.

**Programma / Contenuti****L'ambiente costiero.**

Vento: genesi, ricostruzione e statistiche. Livello del mare: marea astronomica, subsidenza e storm surge. Onde regolari: teoria lineare e approssimazione di Stokes, dispersione, gruppi d'onda, energia ondosa, rifrazione e diffrazione, onda solitaria, frangimento.. Onde irregolari: spettri d'onda, statistica delle altezze e dei periodi, frangimento. Onde da vento: meccanismo di generazione, formule empiriche per la previsione

dello spettro, metodo SMB. Idrodinamica del litorale: radiation stress, wave set-up, correnti litoranee, rip currents. Trasporto dei sedimenti: trasporto longitudinale ed equilibrio trasversale della spiaggia. Modelli monodimensionali di evoluzione della costa.

#### Le opere.

Generalità sulla protezione. Sistemi di protezione in relazione ai fattori caratterizzanti il sito. Scelta del tempo di vita dell'opera e delle sollecitazioni di progetto. Opere a gettata: tipologia elementi e funzioni. Costruzione. Stabilità idraulica della mantellata. Perdita dei fini. Risalita sul paramento o su una spiaggia, tracimazione e funzionalità. Opere di protezione. Pennelli, dimensioni caratteristiche ed effetti sulla spiaggia. Difese parallele radenti o foranee, emerse e sommerse, dimensioni caratteristiche ed effetti.

#### Gli interventi.

Interventi a salvaguardia delle dune costiere contro l'erosione del mare, l'erosione eolica, la tracimazione. Ripascimenti. Modalità realizzative. Volumi iniziali e di reintegro. Dispersione dei sedimenti, efficacia nel tempo dell'intervento, opere sussidiarie di contenimento. Sedimenti impiegati, cave di prestito, screening ambientale. Sistemi di bypass.

#### Cenni sull'approccio multidisciplinare alla progettazione delle difese costiere.

Aspetti socio-economici nella realizzazione di difese costiere e indicazioni per la progettazione. Effetti ecologici delle difese rigide e criteri per una progettazione di minore impatto ambientale.

#### Testi / Bibliografia

Zanutigh, B., 2006. Idraulica Marittima. edito da ALMA-DL Alma Mater Università di Bologna e depositato presso la BNCF. (<http://amscampus.cib.unibo.it/archive/00002138/>)

Testi depositati dal docente presso la copisteria

Coastal Engineering Manual <http://users.coastal.ufl.edu/~mcdougal/CEM/>

CoastalEngineeringManual.htm

J.W. Kamphuis, Introduction to Coastal Engineering and Management, Adv. Series on Ocean Engineering – vol. 16, World Scientific

R.G. Dean & R.A. Dalrymple, Water wave mechanics for engineers and scientists, Adv. Series on Ocean Engineering – vol. 2, World Scientific

R.G. Dean & R.A. Dalrymple, Coastal Processes (with Engineering Applications), Cambridge University Press

U. Tommasicchio, Manuale di Ingegneria portuale e costiera, Bios

#### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni

Visite in laboratorio ed in campo

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

#### Strumenti a supporto della didattica

Zanutigh, B., 2006. Idraulica Marittima. edito da ALMA-DL Alma Mater Università di Bologna e depositato presso la BNCF. (<http://amscampus.cib.unibo.it/archive/00002138/>)

## 44579 - IDROLOGIA E INFRASTRUTTURE IDRAULICHE L

Docente:	TOTH ELENA
Corso di Laurea:	0445 - Ingegneria edile
Ciclo:	2
Crediti:	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di trattare i concetti fondamentali relativi al ciclo dell'acqua in natura ed ai principali fenomeni idraulici che si verificano nell'ambiente e di fornire le basi per una conoscenza essenziale delle caratteristiche delle principali infrastrutture idrauliche presenti sul territorio.

**Programma / Contenuti****Idrologia**

Il ciclo idrologico - Precipitazioni: regime e misura. Infiltrazione: misura e modelli matematici. Deflussi dei corsi d'acqua: misura ed elaborazioni elementari. Il bacino idrografico: bilancio idrologico di un bacino. Le piene fluviali e gli idrogrammi di piena. Modellistica afflussi-deflussi: caratteristiche e classificazioni. Modelli di piena. Analisi statistica di eventi estremi. Curve di possibilità pluviometrica. Portate di massima piena.

**Reti acquedottistiche**

Fabbisogni idrici. Previsioni demografiche e dotazioni idriche. Fonti di approvvigionamento ed opere di presa. Opere di adduzione e di distribuzione. Studio del tracciato. Progetto e verifica di reti in pressione (reti a maglie aperte e a maglie chiuse). Impianti di sollevamento. Serbatoi di compenso. Condotte per acquedotto e manufatti speciali.

**Reti di drenaggio urbano**

Tipologia delle reti e delle condotte. Scala di deflusso in sezioni chiuse. Calcolo delle portate di acque nere. Calcolo delle portate delle acque meteoriche. Evento critico. Materiali per condotte. Manufatti speciali. Scaricatori di piena: rapporti di diluizione, tipologie costruttive e loro funzionamento idraulico.

**Testi / Bibliografia**

U. Maione. Le piene fluviali. Ed. La Goliardica, Pavia.

G. Becciu e A. Paoletti. Esercitazioni e costruzioni idrauliche. Ed. CEDAM, Padova.

D. Citrini e G. Noseda. Idraulica. Ed. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale.

**57910 - IDROLOGIA L**

<b>Docente:</b>	TODINI EZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti dovranno conseguire:

- la conoscenza degli strumenti per l'acquisizione dei dati idro-meteorologici e delle metodologie di trattamento spaziale dei dati.
- la conoscenza qualitativa e quantitativa dei fenomeni legati al ciclo idrologico e della loro rappresentazione matematica.
- la conoscenza delle problematiche legate all'analisi dei valori estremi e della valutazione della portata di progetto.

**Programma / Contenuti**

Obiettivo del corso di Idrologia è la descrizione qualitativa e quantitativa dei vari fenomeni legati al ciclo idrologico e la valutazione degli elementi utili in fase progettuale degli interventi di sistemazione idraulica del territorio.

A tale fine, viene innanzitutto fornita la descrizione degli strumenti per l'acquisizione dei dati idro-meteorologici e delle metodologie di trattamento dati per l'analisi dei fenomeni alla scala puntuale e di sottobacino.

Vengono trattate separatamente tutte le componenti del ciclo idrologico, partendo da una descrizione quanto più possibile fisica e basata su equazioni differenziali, per giungere anche a modelli semplificati. In particolare vengono studiati: l'intercettazione, l'evapo-traspirazione, l'accumulo e lo scioglimento del manto nevoso, l'infiltrazione, la formazione del ruscellamento, il deflusso in superficie ed in falda, il deflusso in rete drenante. Vengono poi descritte le metodologie ed i modelli distribuiti e a scala di bacino necessari alla determinazione delle portate nei corsi d'acqua ed al loro trasferimento a sezioni vallive, con particolare attenzione alla determinazione delle portate e dei volumi di progetto.

Infine, il programma di Idrologia è completato da un corso di base di statistica, con particolare attenzione all'analisi dei valori estremi di pioggia e di portata, per consentire le opportune progettazioni in funzione del rischio di superamento.

### Testi / Bibliografia

- Benjamin, J.R. e Cornell, C.A. 1970. *Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers*. McGraw-Hill
- Eagleson, P.S. 1970. *Dynamic Hydrology*. McGraw-Hill
- Greppi, M. 1999. *Idrologia*. Ulrico Hoepli. Milano
- Moisello, U. 1998. *Idrologia Tecnica*. La Goliardica Pavese. Pavia
- World Meteorological Organization 1994. *Guide to Hydrological Practices*. WMO n. 168. Ginevra

### Metodi didattici

Lezioni frontali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale scritto.

### Strumenti a supporto della didattica

In alcune lezioni viene utilizzato il computer collegato al video-proiettore

## 57910 - IDROLOGIA L

<b>Docente:</b>	MONTANARI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di trattare i concetti fondamentali per la stima delle variabili di progetto di natura idrologica. Saranno in particolare considerate le piogge e piene superficiali di progetto.

### Programma / Contenuti

Il ciclo idrologico. Analisi qualitativa dei principali processi fisici che intervengono nel ciclo idrologico.

Ingegneria ed idrologia. Metodi di stima delle variabili idrologiche di progetto. Stima delle precipitazioni di progetto. Stima delle portate fluviali di piena di progetto. Cenni in merito ai sistemi per la previsione in tempo reale delle portate di piena.

### Testi / Bibliografia

- Greppi, Idrologia, Edizioni Hoepli, 2005  
 Moisello, Idrologia Tecnica, La Goliardica Pavese, 1999

**Metodi didattici**

Il corso prevede lezioni frontali e esercitazioni al calcolatore, con l'obiettivo di introdurre l'allievo all'utilizzo dei programmi applicativi che più frequentemente vengono utilizzati nella analisi e stima delle variabili di progetto di natura idrologica.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti a cura del docente messi a disposizione sulla pagina web personale

**44872 - IDROLOGIA SOTTERRANEA LS**

<b>Docente:</b>	PILATI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**44733 - IMPATTO AMBIENTALE DEI SISTEMI ENERGETICI LS**

<b>Docente:</b>	DE PASCALE ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0453 - Ingegneria gestionale 0455 - Ingegneria energetica 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**57911 - IMPIANTI BIOCHIMICI L**

<b>Docente:</b>	GOSTOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce gli elementi di base per la realizzazione di processi biologici su scala industriale

**Programma / Contenuti**

1. Richiami di Biochimica e Microbiologia. 2. Cinetica enzimatica, inibizione, effetto della temperatura e del pH, denaturazione. 3. Crescita microbica fase di latenza, crescita esponenziale ecc., rese di crescita, cinetica di Monod. 4. chemostato, metabolismo endogeno, non perfetta miscelazione, crescita di organismi filamentosi, chemostato con riciclo di cellule, competizione in chemostato, cenno alle popolazioni miste. 5. Esempi di Processi industriali di fermentazione: produzione di biomasse, lievito, metaboliti primari e secondari, coltivazione di batteri ricombinanti, coltura di cellule vegetale e animali, anticorpi monoclonali. 6. Tecnologie di fermentazione: preparazione dei terreni e bilanci di massa, sviluppo dell'inoculo, tipi di reattori usati (discontinui e continui, agitati, air lift ecc). 7. Miscelazione ed aerazione dei fermentatori: tipi di agitatori, potenza dissipata, trasporto di materia gas-liquido (kLa e sua misura), criteri di scale-up, reologia dei mosti di fermentazione. 8. Sterilizzazione dei terreni di coltura: cinetica di disattivazione di cellule e spore,

sterilizzazione in discontinuo e in continuo, pastorizzazione, scambiatori di calore a piastre, sterilizzazione dell'aria. 9. Recupero e Purificazione Prodotti: schemi generali ed esempi, rottura cellule, chiarificazione dei brodi ed omogeneizzati, precipitazione, estrazione liquido-liquido, scambio ionico e separazioni cromatografiche.

### Testi / Bibliografia

1. Bailey J.E., Ollis D.F., *Biochemical Engineering Fundamentals*, McGraw-Hill, 1986
2. Blanch H.W., Clark D. S., *Biochemical engineering*, M. Dekker 1997.
3. Michael L. Shuler M.L., Kargi F. *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*. Second Edition Prentice Hall, 2002.
4. Bailey J.E., Ollis D.F., *Biochemical Engineering Fundamentals*, McGraw-Hill, 1986

## 57912 - IMPIANTI CHIMICI L

<b>Docente:</b>	COZZANI VALERIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Oggetto dell'insegnamento è lo studio di alcune operazioni unitarie ("unit operations") dell'ingegneria di processo finalizzato all'identificazione delle relazioni fondamentali per la scelta e la progettazione di base delle relative apparecchiature. L'obiettivo principale del corso è di fornire le conoscenze necessarie alla comprensione dei vincoli di funzionamento e dei criteri di verifica di tali apparecchiature.

### Programma / Contenuti

- 1) *Introduzione alle operazioni unitarie.* Il concetto di operazione unitaria. Relazione tra studio dell'operazione unitaria e progettazione della relativa apparecchiatura di processo. Impostazione generale dei criteri di analisi delle diverse operazioni unitarie. Equazioni di bilancio e di flusso, relazioni di equilibrio. Apparecchiature discontinue e a stadi: il concetto di stadio di equilibrio. Apparecchiature continue: il concetto di unità di trasferimento.
- 2) *Scambio termico in assenza di cambiamento di fase.* Richiami sulla trasmissione del calore. Equazioni di bilancio. Equazioni di flusso e forza motrice. L'utilizzo della media logaritmica di temperatura per il calcolo della forza motrice. Il calcolo dei coefficienti di scambio termico e la dipendenza dalla geometria dell'apparecchiatura. Descrizione dei principali tipi di scambiatori di calore e criteri di scelta. Impostazione delle equazioni di bilancio e di flusso per scambiatori di calore liquido/liquido in assenza di cambiamento di fase: scambiatori a doppio tubo, a fascio tubiero, a serpentino o semitubo. Standard costruttivi degli scambiatori a fascio tubiero (norme TEMA). Calcoli di verifica su scambiatori.
- 3) *Scambio termico in presenza di cambiamento di fase.* Richiami sul fenomeno della condensazione. Equazioni di bilancio. Equazioni di flusso e forza motrice. Coefficiente di scambio termico: la teoria di Nusselt. Descrizione delle principali apparecchiature per la condensazione. Impostazione delle equazioni di bilancio e di flusso per condensatori di vapori puri. Calcoli di verifica su condensatori di vapori puri. Richiami sul fenomeno dell'evaporazione. Descrizione dei principali tipi di evaporatori e criteri di scelta.
- 4) *Assorbimento e stripping.* Richiami sul trasferimento di materia interfase gas/liquido. Equazioni di bilancio. Equazioni di flusso e forza motrice. Coefficiente di scambio di materia e dipendenza dalla geometria dell'apparecchiatura. Descrizione dei principali tipi di apparecchiature e criteri di scelta. Calcolo del numero di stadi teorici in colonne a piatti. Calcolo del numero di unità di trasferimento in colonne a riempimento.

- 5) *Estrazione liquido-liquido*. Richiami sugli equilibri liquido-liquido. Equazioni di bilancio. Equazioni di flusso e forza motrice. Coefficiente di scambio di materia. Descrizione dei principali tipi di apparecchiature e criteri di scelta. Calcolo del numero di stadi teorici.
- 6) *Lisciviazione*. Richiami sugli equilibri liquido-solido. Equazioni di bilancio. Equazioni di flusso e forza motrice. Coefficiente di scambio di materia. Descrizione dei principali tipi di apparecchiature e criteri di scelta. Calcolo del numero di stadi teorici.
- 7) *Cristallizzazione*. Richiami sul fenomeno della cristallizzazione. Equazioni di bilancio. Forza motrice e cinetiche di nucleazione ed accrescimento. Descrizione dei principali tipi di apparecchiature.

### Testi / Bibliografia

- D. Kern: "Process heat transfer", Mc Graw - Hill  
 R.E. Treybal: "Mass transfer operations", Mc Graw - Hill  
 J.M. Coulson, J.F. Richardson: "Chemical Engineering", Pergamon Press (vol. 1 e 2)  
 J.D. Seader, E.J. Henley: "Separation process principles", J.Wiley

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula, lezioni ed esercitazioni nel Laboratorio Didattico Informatico.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

E' prevista una prova scritta ed un colloquio orale. La prova scritta può essere sostituita da due verifiche svolte durante il periodo di lezione.

### Strumenti a supporto della didattica

- Schemi ed esempi.  
 Esercitazioni di laboratorio.  
 Lezioni fuori sede.

## 49325 - IMPIANTI DELL'INDUSTRIA ALIMENTARE L-B

<b>Docente:</b>	CAMERA RODA GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Nell'ambito del corso di laurea di Ingegneria dell'industrie alimentari il presente insegnamento fornisce gli strumenti per la progettazione e la conduzione degli impianti destinati alla trasformazione ed alla conservazione degli alimenti. L'obiettivo di un'analisi delle operazioni unitarie tipiche dell'industria alimentare, quali trattamenti termici, separazioni, purificazioni, miscelazione, essiccamento ecc., è quello di applicare i criteri ed i metodi per la scelta ed il dimensionamento degli apparati destinati ad un determinato processo. Di particolare importanza risulta la conoscenza di tecnologie innovative proponibili in campo alimentare. Le competenze risultanti comprendono pertanto anche la capacità di proporre innovazioni alle linee produttive, che nell'industria alimentare sono particolarmente legate a tecniche tradizionali talvolta superate o perfezionabili, al fine di ottimizzare la produzione e, soprattutto, migliorare la qualità dei prodotti.

### Programma / Contenuti

- Operazioni unitarie e loro applicazione nell'industria alimentare  
 Operazioni meccaniche  
 - Miscelazione.  
 - Macinazione.  
 Separazioni con trasporto di materia e/o calore

- Lavaggio.
  - Separazioni a membrana.
  - Essiccamento e liofilizzazione.
  - Cristallizzazione.
  - Congelamento.
  - Adsorbimento su carboni attivi
  - Resine a scambio ionico
- Reazioni importanti nell'industria alimentare
- Fermentazione.
  - Trattamenti termici: pastorizzazione, sterilizzazione.
  - Sterilizzazione con UV.
  - Cottura. Utilizzo di microonde e radiazioni infrarosse.

### Testi / Bibliografia

- R.T.Toledo, Fundamentals of Food Process Engineering, Aspen publishers, 1999  
 R.P.Singh, D.R.Heldman, Introduction to Food Engineering, 2nd edition, Academic Press, 1993  
 P.Fellows, Food Processing Technology, Ellis Horwood, 1988

### Metodi didattici

- Eventuali visite ad impianti industriali.  
 Illustrazione dell'applicazione dei metodi di progetto e di analisi presentati per via teorica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale. Il candidato durante la prova dovrà dimostrare, rispondendo alle domande rivolte, il grado di conoscenza nel settore e la capacità di affrontare problematiche riguardanti gli argomenti affrontati durante il corso. Verrà anche valutata la correttezza e l'organizzazione della presentazione che il candidato saprà fornire nell'illustrare le tematiche trattate durante la prova.

Nella prova orale potranno essere presi in considerazione, su indicazione del candidato, anche il risultato di prove scritte "parziali", che saranno tenute durante il periodo di svolgimento dell'insegnamento, e la valutazione di relazioni prodotte su argomenti trattati nel corso.

### Strumenti a supporto della didattica

- Esercitazioni in laboratorio.  
 Lavagna luminosa.  
 Videoproiettore.  
 Illustrazione delle modalità di risoluzione di problemi tramite l'utilizzo di computer.

## 23873 - IMPIANTI DELL'INDUSTRIA DI PROCESSO L

<b>Docente:</b>	STRAMIGIOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Tramite l'analisi di alcune linee produttive, lo studente acquisirà la conoscenza dei principali interventi volti a ridurre il consumo di materie prime, di acqua e di energia e la produzione di inquinanti. Verranno quindi forniti strumenti per giudicare sulla bontà di una linea con riferimento agli impatti ambientali

**Programma / Contenuti**

1. Interventi volti a ridurre il consumo di acqua ed energia : riutilizzo dell'acqua di raffreddamento ( torri evaporative, scambiatori di calore ). Uso di acqua da impianti di depurazione. Impianti di cogenerazione, impianti a ciclo combinato con gasificazione di biomasse. 2. Riduzione della emissione di ossidi di azoto tramite interventi di processo : la produzione di acido nitrico. Sistemi catalitici e non catalitici per l'abbattimento di ossidi di azoto. 3. Combustibili a più basso impatto ambientale : produzione d'idrogeno ( reforming di idrocarburi , reforming e ossidazione parziale di biomasse, elettrolisi dell'acqua), biodiesel, diesel bianco, benzine riformulate, antidetonanti ossigenati. 4. Recupero di materie prime : desolfurazione di combustibili, processo Claus. Recupero e riciclo di materiali plastici. Produzione di carta, cartone e vetro da raccolta differenziata. Produzione di ammendanti e fertilizzanti organo - minerali. 5. Organi di intercettazione, valvole di sicurezza e dischi di rottura. Serbatoi. 6. Alcuni elementi sulle operazioni di concentrazione, assorbimento e adsorbimento

**Testi / Bibliografia**

1. Dispense del docente 2. I.Pasquon, G.F. Pregaglia " Principi della chimica industriale 5 " Prodotti e processi dell'industria chimica", CittàStudi,Milano 3. W.L. Mc Cabe, J.C. Smith, P.Harriott " Unit operations of Chemical Engineering", McGraw Hill , ISE

**Metodi didattici**

Lezioni in cui verranno presentati i vari argomenti indicati nel programma. Esercitazione in cui verranno anche effettuati semplici bilanci alle linee e agli apparati discussi durante le lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste di una prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna luminosa

## 23874 - IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI INQUINANTI L

<b>Docente:</b>	FRASCARI DARIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

- Conoscere le caratteristiche e le sorgenti degli effluenti inquinanti di tipo atmosferico, liquido e solido.
- Essere in grado di selezionare i principali apparati per il trattamento degli effluenti inquinanti, e di eseguire un progetto di massima o una verifica di funzionamento.

**Programma / Contenuti**

Considerazioni introduttive: il processo di inquinamento ambientale.

I criteri di base per le linee d'intervento per la salvaguardia ambientale.

La procedura di progetto di un impianto di trattamento.

La valutazione dei costi degli impianti

Inquinamento atmosferico. Normativa italiana ed UE. I principali inquinanti atmosferici: cause, sorgenti, effetti.

Materiale particolato. Gli interventi tecnologici per il controllo delle emissioni di materiale particolato.

Inquinanti gassosi. Gli interventi tecnologici per il controllo delle emissioni d'inquinanti gassosi con speciale riferimento alle tecnologie di depurazione delle emissioni gassose dei processi industriali di rilevante impatto ambientale.

Inquinamento idrico. Le caratteristiche delle acque di rifiuto civili ed industriali. Normativa italiana ed UE. Operazioni unitarie per il trattamento delle acque reflue: trattamenti preliminari; sedimentazione; flottazione; coagulazione e flocculazione; trattamento biologico aerobico ed anaerobico; abbattimento di azoto e fosforo. Operazioni unitarie per il trattamento dei fanghi di depurazione.

Il problema dei rifiuti solidi. Cenni sulla normativa italiana relativa alla gestione dei rifiuti solidi.

Gli impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti solidi: la discarica controllata, l'incenerimento, l'inertizzazione, gli impianti di recupero.

Cenni alle bonifiche dei siti contaminati.

Il corso sarà suddiviso in due moduli. Il primo, di 6 crediti, sarà tenuto dall'ing. Frascari Dario, mentre il secondo, di 3 crediti, sarà affidato con incarico ad un docente a contratto.

### Testi / Bibliografia

Il docente fornirà copia dei lucidi proiettati e dispense relative agli argomenti trattati a lezione.

Testi raccomandati sono:

Cooper C. D., Alley F.C. "Air Pollution Control: A Design Approach". 3rd Ed. Propsect Heights (IL): Waveland Press Inc, 2002.

Schnelle K. B. Jr., Brown C. A. "Air pollution control technology handbook". Boca Raton: CRC Press, 2002.

de Nevers N. "Air pollution control engineering". 2nd Ed. Boston: McGraw-Hill, 2000.

Mycok J. C., McKenna J.D., Theodore L. "Handbook of air pollution control engineering and technology". Boca Raton: CRC, 1995.

Metcalf & Eddy, Inc. "Wastewater engineering : treatment and reuse" 4th Ed. Boston: McGraw-Hill, 2003.

Eckenfelder W. W., "Industrial Water pollution Control". 3rd Ed. Boston: McGraw-Hill, 2000.

Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. "Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues". New York: McGraw-Hill, 1993.

### Metodi didattici

Lezioni in aula con proiezione di lucidi. Svolgimento di esercizi consistenti nel dimensionamento e nella verifica di impianti di trattamento di effluenti inquinanti.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame prevede una prova scritta ed una orale.

Durante lo svolgimento del corso di insegnamento saranno effettuate prove parziali relative ai vari argomenti, che saranno valide per la parte scritta della prova d'esame.

## 18035 - IMPIANTI ELETTRICI I

<b>Docente:</b>	PATTINI GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire agli allievi:

- I richiami teorici necessari per collegare le conoscenze già acquisite dagli esami di base alle applicazioni tipiche di un esame professionalizzante come Impianti Elettrici;
- La conoscenza delle caratteristiche dei diversi componenti degli impianti elettrici di media e bassa tensione;

- I criteri per la realizzazione di impianti elettrici tali da garantire la sicurezza delle persone;
- I criteri per il dimensionamento degli impianti di media e bassa tensione aventi caratteristiche di sicurezza sia delle persone (dalla folgorazione) che delle cose (in particolare nei confronti dell'incendio).

### Programma / Contenuti

- **Richiami teorici di base**
- **Metodo delle sequenze per la soluzione di circuiti trifasi. I circuiti equivalenti di sequenza degli elementi costituenti gli impianti elettrici (trasformatori, linee, ecc.). Calcolo delle correnti in cortocircuiti simmetrici e dissimmetrici.**
- Circuito equivalente di una linea corta.
- Fenomeni termici associati al passaggio della corrente elettrica;
- Integrale di Joule (energia specifica);
- Transitorio di instaurazione di un c.to c.to
- Transitorio di interruzione con arco lungo
- Transitori di interruzione con arco corto
- Stato del neutro nei sistemi elettrici
- Topologia delle linee elettriche di distribuzione

### Componenti degli impianti

- **Il trasformatore come sorgente dell'impianto elettrico**
- Cavi per media e bassa tensione
- Le condutture elettriche
- Portata dei cavi e loro comportamento in c.to c.to
- Apparecchi di manovra e protezione
- Interruttori e apparecchi di manovra per bassa e media tensione;
- Contattori
- Fusibili e relè
- Il trasformatore come sorgente dell'impianto elettrico
- Quadri elettrici di bassa tensione
- Quadri elettrici di media tensione;

### Problemi di sicurezza negli impianti

- **Effetti fisiologici della corrente, curve di sicurezza**
- Il terreno come conduttore elettrico
- Involucri, contatti diretti e indiretti
- Protezione dai contatti indiretti in b.t. nei sistemi TT, TN e IT
- Protezione dai contatti indiretti senza interruzione o con bassissima tensione
- Protezione dai contatti indiretti in MT e AT

### Dimensionamento degli impianti

- **Dimensionamento delle linee in cavo, delle relative protezioni e coordinamento protezione-linea**

- Selettività nell'intervento delle protezioni;
- Cabine di trasformazione di utente, prescrizioni dell'ENEL, schemi tipici di impianto, scelta delle apparecchiature;
- Impianti di rifasamento
- Richiami alle normative per impianti elettrici in ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

#### Esempi numerici di dimensionamento degli impianti

- Esercizi sul dimensionamento di impianti di bt
- Esercizi applicativi sul dimensionamento di cabine di utente e relativi impianti in media tensione

#### Cenni a sistemi con diverse tipologie di alimentazione elettrica

- Cenni sulle problematiche relative ad impianti alimentati da gruppi elettrogeni;
- Cenni sulle problematiche relative ad impianti alimentati da gruppi di continuità.

#### Testi / Bibliografia

- Norme e Guide CEI espressamente richiamate nelle tracce delle lezioni;
- Carrescia - Fondamenti di Sicurezza Elettrica, TNE, 1997;

#### Metodi didattici

- Lezioni frontali in aula
- Esercitazioni pratiche nel laboratorio del DIE
- Visite tecniche

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale comprende:

- Una prova scritta consistente nella soluzione di un esercizio numerico preliminare alla prova orale;
- Una prova orale.

La prova orale può essere sostenuta lo stesso giorno della prova scritta o in altro giorno entro tre mesi dalla data della prova scritta.

#### Strumenti a supporto della didattica

- Tracce delle lezioni in fotocopia (controllate dal docente).

## 42144 - IMPIANTI INDUSTRIALI L B (6 CFU)

<b>Docente:</b>	FERRARI EMILIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i criteri generali, ed i corrispondenti metodi matematici per le relative decisioni impiantistiche, che presidono alla scelta, alla progettazione, ed alla realizzazione degli impianti industriali.

#### Programma / Contenuti

studio del layout degli impianti industriali.

studio della disposizione planimetrica dell'impianto. definizione del ciclo di lavoro: diagrammi tecnologici quantitativi e diagrammi di flusso dei materiali. analisi dei rapporti fra le attività di servizio e relativo diagramma. scelta delle macchine, attrezzature ed apparecchiature di produzione. produzione in linea o per reparti. group technology. definizione delle esigenze di spazio e confronto con le disponibilità. stesura ed analisi del diagramma delle relazioni fra gli spazi. considerazioni di modifica e limitazioni pratiche. formulazione delle alternative di lay-out, anche con l'ausilio di programmi di calcolo, e criteri di scelta del lay-out ottimale. stesura del progetto esecutivo. tempi e metodi di realizzazione dell'impianto con applicazione di tecniche reticolari. sviluppo e controllo delle varie fasi di realizzazione.

linee di tendenza dell'automazione nei sistemi produttivi  
cenni sui sistemi flessibili di fabbricazione (fms) e di montaggio (fas). stazioni di controllo automatico. cenni sui sistemi automatici di trasporto interno (con carrelli agv, trasloelevatori, etc.). la fabbrica come sistema integrato di produzione (cim).

criteri di dimensionamento dei servizi generali di impianto

esempi di progettazione tecnica ed economica dei principali impianti di servizio: produzione energia, vapore tecnologico, riscaldamento, ecc.

### Testi / Bibliografia

testo consigliato:

a. pareschi, impianti industriali, bologna, progetto leonardo, 2007

f. turco, principi generali di progettazione degli impianti industriali, c.l.u.p., milano, 1978

r. muther, manuale del lay-out, etas kompass, milano, 1967

r.l. francis, j.a. white, facility lay-out and location: an analytical approach, prentice-hall inc., englewood cliffs, new jersey, 1974

brandolese, studio del mercato e del prodotto, c.l.u.p., milano, 1977

delmar, operations and industrial management, mcgraw-hill, 1985

brandolese, m. garetù, processi produttivi. criteri tecnici di scelta e progettazione, c.l.u.p., milano, 1982

r.j. tersine, production/operations management, north holland, new york, 1985

brandolese, a. pozzetti, a. sianesi, gestione della produzione industriale, hoepli, milano, 1991

s. heragu, facilities design, pws publishing company, 1998

### Metodi didattici

lezioni ed esercitazioni in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

l'esame consiste in una prova scritta della durata massima di 3 ore comprendente lo sviluppo teorico-pratico di 3 argomenti scelti tra quelli indicati nel programma

### Strumenti a supporto della didattica

esercitazioni redatte dal docente disponibili presso la segreteria della sezione impianti del diem - facoltà di ingegneria

## 42144 - IMPIANTI INDUSTRIALI L B (6 CFU)

<b>Docente:</b>	MANZINI RICCARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso presenta le principali tecniche e i modelli fondamentali per la determinazione del numero e della disposizione planimetrica (layout) delle macchine e attrezzature presenti in un impianto industriale.

In particolare vengono approfondite le tematiche relative allo studio del flusso dei materiali e dei rapporti fra le attività di servizio presenti in un sistema produttivo e le tecniche per il calcolo del fabbisogno di spazio. Vengono inoltre trattati alcuni metodi per la determinazione del numero di risorse necessarie per raggiungere i livelli produttivi prestabiliti.

Infine sono oggetto del corso le tecniche manuali ed automatiche (gestite al calcolatore) per la determinazione del layout del sistema di produzione.

## Programma / Contenuti

Richiami allo studio di fattibilità e alla procedura Systematic Layout Planning (SLP).

### STUDIO DEL FLUSSO DEI MATERIALI E DELLE ATTIVITA' OPERATIVE

Analisi del prodotto e delle quantità. Product quantità data sheet. Tipologie ed esempi di layout: per prodotto, per processo, a punto fisso, misto. Cenni ai sistemi flessibili di produzione: flexible manufacturing system (FMS) e flexible assembly system (FAS).

Documenti per la descrizione del flusso dei materiali al variare delle quantità prodotte: part list, bill of material, assembly process chart, operation process chart, multi-product process chart, from to chart. Classificazione delle operazioni di trasformazione, trasporto, controllo, attesa e magazzinaggio. Unità di misura del flusso dei materiali; il MAG come unità di misura della trasportabilità di un prodotto. Diagramma del flusso di materiale.

Group Technology (GT) e Cellular Manufacturing (CM): famiglie di prodotti simili e celle (cellule) produttive. Algoritmi di clustering: algoritmo Rank Order Clustering (ROC, King) e Direct Clustering (DC, King & Nakornchai).

Studio delle attività di servizio: nomenclatura e relativi documenti (triangolo di Buff, i.e. Relationship Chart).

Giudizi qualitativi e criteri per la loro conversione numerica. Tabella combinata dei rapporti tra le attività.

Algoritmo Total Closeness Ratio (TCR) per la formazione del diagramma dei rapporti tra le attività.

Presentazione di casi applicativi reali.

### DETERMINAZIONE DELLO SPAZIO RICHiesto

Metodi empirici per la determinazione dello spazio richiesto per un'attività produttiva. Il metodo dei calcoli diretti. Calcolo del numero di macchine per attività di fabbricazione in linea e per reparto. Il tasso di utilizzo di una macchina, di una stazione e reparto di lavoro. La curva caratteristica di prodotto e il tasso medio di utilizzo di una linea produttiva. La curva caratteristica a valore. Determinazione del valore economico di un bene industriale.

Calcolo del numero di operatori per attività di assemblaggio in linea e per reparto. Bilanciamento di celle di lavoro robotizzate: metodo di Kottas-Lau e metodi alternativi (metodo a saturazione del tempo di ciclo, metodo a probabilità di completamento minima garantita). Calcolo del costo atteso totale di completamento fuori linea.

Determinazione numero ottimale di macchine automatiche servite da un solo operatore: carta Uomo-Macchina e modello analitico di calcolo (per macchine identiche).

Celle automatiche di produzione: configurazioni di celle produttive, la carta Robot-Macchina. Il fattore di inattività. La simulazione numerica per il bilanciamento di una cella produttiva. Software di simulazione per la progettazione ed ottimizzazione di impianti industriali.

Determinazione del diagramma dei rapporti fra gli spazi

Il layout a blocchi: dal diagramma dei rapporti tra le attività al block layout. Metodi per costruzione del layout a blocchi: metodi euristici costruttivi ed euristici a ricerca locale (local search). Il Pairwise Exchange Method, il Relationship Diagramming Method e il Graph-Based Method.

### PROGETTAZIONE DEL LAYOUT

Il modello del Quadratic Assignment Problem (QAP). Classificazione metodi risolutivi per la pianificazione del layout. Pacchetti software per la progettazione del layout: ALDEP, CORELAP, CORELAP interattivo e CRAFT. Logistic Re-Layout Planning (LRP) per la pianificazione assistita di un layout: architettura informativa della piattaforma software; approccio risolutivo a due fasi (selection rule e placement rule); flow control points e flussi di materiale tra reparti, gradienti, aree di influenza nei giudizi di vicinanza tra reparti. SCELTA TRA ALTERNATIVE DI LAYOUT (cenni)

Fattori per la valutazione di un layout. Metodi per la comparazione e scelta di diverse alternative di layout: lista pro e contro, analisi e comparazione dei costi/benefici, analisi pesata dei fattori.

Tecniche reticolari per la pianificazione e il controllo di progetti

Introduzione al problema della pianificazione di un progetto: problemi di Project scheduling e loro formulazione generale; nomenclatura utilizzata e teoria dei grafi.

Il Critical Path Method (CPM) per la schedulazione a capacità infinita e al "più presto" di un progetto.

Software Project per la schedulazione di un progetto a capacità infinita: analisi dell'impiego e saturazione delle risorse.

La Program Evaluation & Review Technique (PERT) per il project scheduling con attività a durata aleatoria; calcolo probabilità di completamento di un progetto entro una data prefissata.

## Testi / Bibliografia

- A. PARESCHI, *Impianti industriali*, Collana Progetto Leonardo, Ed. Esculapio, Bologna, 2007
- Dispense integrative al corso
- MANZINI R., REGATTIERI A., *Manutenzione dei Sistemi di Produzione*, Progetto Leonardo, Ed. Esculapio, Bologna, II edizione 2007.
- J.A. Tompkins, J.A. White, E. H. Frazelle, J.M.A. Tanchoco, J.Trevino, *Facilities Planning*, John Wiley & Sons, INC. 1996.
- R.L. FRANCIS, L.F. McGinnis, J.A. WHITE, *Facility lay-out and location: an analytical approach*, 2nd Edition Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
- F. TURCO, *Principi generali di progettazione degli impianti industriali*, C.L.U.P., Milano, 1990.
- S. HERAGU, "Facilities Design", Ed. PWS, Boston, 1997
- A. BRANDOLESE, *Studio del mercato e del prodotto*, C.L.U.P., Milano, 1977.
- D. DELMAR, *Operations and industrial management*, McGraw-Hill, 1985.
- A. BRANDOLESE, M. GARETTI, *Processi produttivi. Criteri tecnici di scelta e progettazione*, C.L.U.P., Milano, 1982.
- R.J. TERSINE, *Production/operations management*, North Holland, New York, 1985.
- PINEDO, CHAO, *Operations Scheduling with applications in manufacturing and services*, McGraw Hill,
- A. MONTE, *Elementi di Impianti Industriali*, Ed. Cortina, Torino, 1982, 1-2.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

**Esame:** prova scritta articolata in due sezioni: risoluzione di problemi progettuali numerici e sviluppo di argomenti teorici trattati nel corso.

## Strumenti a supporto della didattica

A. PARESCHI, *Impianti industriali*, Collana Progetto Leonardo, Ed. Esculapio, Bologna, Edizione 2007.

*Dispense integrative del docente.*

## 57917 - IMPIANTI INDUSTRIALI L-A

<b>Docente:</b>	PARESCHI ARRIGO
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale 0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

## Finalità del corso

Il corso, unitamente al successivo insegnamento di Impianti Industriali L-B, si propone di fornire i criteri generali, ed i corrispondenti metodi matematici per le relative decisioni impiantistiche, che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla realizzazione degli impianti industriali.

In particolare vengono sviluppate le tematiche dello studio di fattibilità, nei suoi fondamentali passi di studio del mercato e del prodotto, di scelta del processo e dei servizi, di scelta della potenzialità produttiva ottimale e di valutazione economica dell'iniziativa.

Sono inoltre oggetto del corso le metodologie di scelta della ubicazione ottimale di un impianto industriale.

**Programma / Contenuti**

## GENERALITÀ SUGLI IMPIANTI INDUSTRIALI

Definizioni fondamentali relative agli impianti industriali Classificazione degli impianti di produzione Gli impianti di servizio

STUDIO DI FATTIBILITÀ Principali modelli per la previsione della domanda di mercato Individuazione del volume delle vendite aziendali Lo studio del prodotto Scelta del ciclo produttivo e definizione del diagramma di lavorazione Definizione dei servizi necessari alla produzione Scelta della potenzialità produttiva ottimale Valutazione economica della redditività degli investimenti industriali

## LA SCELTA DELL'UBICAZIONE DI UN IMPIANTO INDUSTRIALE

I principali fattori ubicazionali Metodi qualitativi per la determinazione della ubicazione ottimale; analisi dei fattori e metodo del punteggio, metodo dei costi. Metodi quantitativi per la determinazione della ubicazione ottimale; metodo del minimo costo dei trasporti esterni. La scelta dell'ubicazione di dettaglio.

**Testi / Bibliografia**

1. A. PARESCHI IMPIANTI INDUSTRIALI COLLANA PROGETTO LEONARDO ED. ESCULAPIO BOLOGNA 1994
2. F. TURCO PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI C.L.U.P. MILANO 1990
3. S. HERAGU FACILITIES DESIGN ED. PWS BOSTON 1997
4. R.L. FRANCIS J.A. WHITE FACILITY LAY-OUT AND LOCATION: AN ANALYTICAL APPROACH PRENTICE-HALL INC. ENGLEWOOD CLIFFS NEW JERSEY 1974
5. A. BRANDOLESE STUDIO DEL MERCATO E DEL PRODOTTO C.L.U.P. MILANO 1977 D. DEL MAR OPERATIONS AND INDUSTRIAL MANAGEMENT MCGRAW-HILL 1985
6. A. BRANDOLESE M. GARETTI PROCESSI PRODUTTIVI. CRITERI TECNICI DI SCELTA E PROGETTAZIONE C.L.U.P. MILANO 1982
7. R.J. TERSINE PRODUCTION/OPERATIONS MANAGEMENT NORTH HOLLAND NEW YORK 1985
8. A. MONTE ELEMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI VOLL. 1-2 III EDIZ. ED. CORTINA TORINO 1997

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame: prova scritta con discussione orale

**17488 - IMPIANTI INDUSTRIALI LS**

<b>Docente:</b>	FERRARI EMILIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire i criteri generali, ed i corrispondenti metodi matematici per le relative decisioni impiantistiche, che presidono alla scelta, alla progettazione, ed alla realizzazione degli impianti industriali.

**Programma / Contenuti****1 - Criteri generali di scelta degli impianti industriali**

Studio di fattibilità e di mercato. Scelta del prodotto e del ciclo produttivo. Definizione qualitativa del diagramma di lavorazione. Valutazione dei costi preventivi di realizzazione e di esercizio. Scelta della potenzialità produttiva, sulla base del confronto costi/prezzi. Valutazione della iniziativa.

**2 - Progettazione e realizzazione degli impianti industriali**

Scelta della ubicazione. Studio della disposizione planimetrica dell'impianto. Definizione del ciclo di lavoro: diagrammi tecnologici quantitativi e diagrammi di flusso dei materiali. Analisi dei rapporti fra le attività di servizio e relativo diagramma. Scelta delle macchine, attrezzature ed apparecchiature di produzione.

Produzione in linea o per reparti. Group Technology. Definizione delle esigenze di spazio e confronto con le disponibilità. Stesura ed analisi del diagramma delle relazioni fra gli spazi. Considerazioni di modifica e limitazioni pratiche. Formulazione delle alternative di lay-out, anche con l'ausilio di programmi di calcolo, e criteri di scelta del lay-out ottimale. Stesura del progetto esecutivo. Tempi e metodi di realizzazione dell'impianto con applicazione di tecniche reticolari. Sviluppo e controllo delle varie fasi di realizzazione.

**3 - Linee di tendenza dell'automazione nei sistemi produttivi**

Cenni sui sistemi flessibili di fabbricazione (FMS) e di montaggio (FAS). Stazioni di controllo automatico. Cenni sui sistemi automatici di trasporto interno (con carrelli AGV, trasloelevatori, etc.). La fabbrica come sistema integrato di produzione (CIM).

**4 - Criteri di dimensionamento dei servizi generali di impianto**

Esempi di progettazione tecnica ed economica dei principali impianti di servizio: produzione energia, vapore tecnologico, riscaldamento, ecc.

**Testi / Bibliografia**

Testo consigliato:

1. A. PARESCI, Impianti industriali, Bologna, Progetto Leonardo, 1994
2. F. TURCO, Principi generali di progettazione degli impianti industriali, C.L.U.P., Milano, 1978
3. R. MUTHER, Manuale del lay-out, ETAS KOMPASS, Milano, 1967
4. R.L. FRANCIS, J.A. WHITE, Facility lay-out and location: an analytical approach, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1974
5. BRANDOLESE, Studio del mercato e del prodotto, C.L.U.P., Milano, 1977
6. DELMAR, Operations and industrial management, McGraw-Hill, 1985

7. BRANDOLESE, M. GARETTI, Processi produttivi. Criteri tecnici di scelta e progettazione, C.L.U.P., Milano, 1982
8. R.J. TERSINE, Production/operations management, North Holland, New York, 1985
9. BRANDOLESE, A. POZZETTI, A. SIANESI, Gestione della produzione industriale, HOEPLI, Milano, 1991
10. S. HERAGU, Facilities Design, PWS Publishing company, 1998

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta della durata massima di 3 ore comprendente lo sviluppo teorico-pratico di 3 argomenti scelti tra quelli indicati nel programma

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni redatte dal docente disponibili presso la Segreteria della Sezione Impianti del DIEM - Facoltà di Ingegneria

## 17388 - IMPIANTI MECCANICI L

<b>Docente:</b>	SACCANI CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Programma / Contenuti

Basi economiche dello studio di fattibilità degli impianti.  
 Impianti per la produzione di aria compressa.  
 Impianti per l'approvvigionamento e la distribuzione dell'acqua.  
 Impianti per la produzione di vapore ad uso tecnologico: processi industriali termici.  
 Impianti frigoriferi a compressione.  
 Impianti frigoriferi ad assorbimento.  
 Impianti di climatizzazione.  
 Impianti per la compressione del metano.  
 Impianti per la cogenerazione e la trigenerazione di energia.  
 Impianti per la termovalorizzazione dei rifiuti.  
 Ingegneria dei flussi multifase: trasporti pneumatici, idraulici, reattori a letto fluido, filtraggio e trattamento delle correnti a più fasi.

### Testi / Bibliografia

Impianti Meccanici, di Sergio Fabbri, Ed. Patron  
 Elementi di Impiantistica Meccanica\_Aria e Acqua, di Sergio Fabbri, Ed. Pitagora Editrice Bologna

## 17388 - IMPIANTI MECCANICI L

<b>Docente:</b>	PARESCHI ARRIGO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

### Finalità del Corso

L'insegnamento si propone di fornire i criteri generali e i corrispondenti metodi matematici per la progettazione tecnica ed economica degli impianti meccanici, intesi come sistemi ausiliari strettamente inseriti nei sistemi di produzione e finalizzati a rendere disponibili i servizi necessari al corretto sviluppo dei processi produttivi. Di tali impianti elementari e ricorrenti, presenti nei sistemi di produzione sia industriali sia del terziario, vengono trattati principi teorici, schemi generali di funzionamento, adozione dei componenti, metodi di progettazione ed ottimizzazione tecnico-economica, norme e regolamenti.

### Programma / Contenuti

Classificazione degli impianti meccanici e loro ruolo nell'impiantistica industriale e nel terziario. Criteri di ottimizzazione tecnico-economica nella progettazione degli impianti meccanici con obiettivo il minimo costo totale di produzione; esempi.

Schemi di funzionamento e criteri di progettazione degli impianti antincendio. Impianti sprinkler e ad idranti. Impianti di spegnimento automatico a gas, schiuma e acqua. Sistemi di rivelazione automatica. Sostanze estinguenti e loro classificazione.

Criteri di progettazione e gestione degli impianti di cogenerazione per la produzione combinata di energia elettrica e termica ad uso industriale.

Impianti per la produzione e distribuzione dell'energia termica tramite vapore ad uso tecnologico. Rete delle condense. Impianti di concentrazione ad effetti multipli. Dimensionamento ottimale di un impianto di concentrazione a due effetti. Dimensionamento ottimale di un impianto di concentrazione a termocompressione.

Impianti termici ad acqua calda: schemi di funzionamento, metodi di pressurizzazione, criteri di dimensionamento. Generalità sugli impianti termici ad aria calda; dimensionamento di un essiccatoio a tunnel ad aria calda.

Impianti per l'approvvigionamento idrico senza o con serbatoio di accumulo. Criteri di ottimizzazione tecnico-economica delle reti aperte ramificate e chiuse. Impianti di condizionamento dell'aria: trattamenti dell'aria umida, dimensionamento dell'impianto di condizionamento estivo e invernale. Generalità sugli impianti frigoriferi: calcolo del carico termico, isolamento e protezione delle condotte dallo stilloccidio, barriera al vapore, fluidi frigoriferi. Impianti frigoriferi monostadio (ad espansione secca e con separatore) e a due stadi di compressione..

Impianti per la produzione e distribuzione dell'aria compressa: schema e dimensionamento. Impianti per il servizio combustibili: solidi, liquidi, gassosi.

### Testi / Bibliografia

1. Dispense redatte dal Docente e dai Collaboratori.
2. O. PIERFEDERICI IMPIANTI MECCANICI PITAGORA EDITRICE BOLOGNA 1990 G. COLI IMPIANTI PER IL BENESSERE E LA SICUREZZA NEGLI AMBIENTI DI LAVORO PEG MILANO 1990
3. S. FABBRI IMPIANTI MECCANICI VOL. I ED. PATRON BOLOGNA 1985
4. M. GENTILINI IMPIANTI MECCANICI PITAGORA EDITRICE BOLOGNA 1991
5. A. MONTE ELEMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI VOLL. 1-2 ED. LIBRERIA CORTINA TORINO 1997
6. A. PARESCHI IMPIANTI INDUSTRIALI ED. ESCULAPIO BOLOGNA 1994

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame: prova scritta sugli argomenti del corso

## 45254 - IMPIANTI NON CONVENZIONALI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA LS



Docente:	VESTRUCCI PAOLO
Corso di Laurea:	0455 - Ingegneria energetica
Ciclo:	1
Crediti:	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo scopo del corso è la formazione degli studenti sull'impiantistica non convenzionale (alternativa ai combustibili fossili) per la produzione di energia su scala industriale ed in particolare: nucleotermoelettrica (sia da fissione, Boiling Water Reactors -BWR-; Pressurized Water Reactors -PWR-; Heavy Water Reactors -HWR-; High Temperature Gas Reactors -HTGR-; Fast Breeder Reactors -FBR-; sia da fusione, fornendo elementi sull'intero ciclo di vita dell'impianto inclusa l'analisi di rischio).

### Programma / Contenuti

- 1. Il sistema energetico:** fonti energetiche primarie e fonti energetiche secondarie; consumi energetici; frazioni e penetrazioni del mercato energetico.
- 2. l'energia nucleare:** fissione, reazione a catena, energia liberata; il combustibile nucleare; tasso di conversione e *breeding*.
- 3. Architettura dei sistemi nucleari:** classificazione dei reattori; funzioni e sottosistemi principali; i reattori ad acqua leggera (*LWR*); i reattori ad acqua pesante (*HWR*); i reattori a gas (*Magnox*, *AGR*, *HTGR*); i reattori veloci (*FBR*); i reattori innovativi e di *Generation IV*.
- 4. Il ciclo del combustibile:** ciclo aperto e ciclo chiuso; il ciclo per i reattori *HWR*; il ciclo per i reattori veloci; l'arricchimento dell'uranio; la produzione di acqua pesante.
- 5. I cicli termodinamici dei reattori nucleari:**
- 6. Lo scambio di calore nei reattori:** generazione, conduzione e convezione nel nocciolo di un reattore; l'ebollizione; il rapporto *DNB*, il canale caldo e il fattore di canale caldo; il processo della progettazione termica.
- 7. Elementi di analisi del rischio:** Affidabilità e rischio; componente -vs- sistema; l'analisi qualitativa e l'analisi quantitativa del rischio; l'albero degli eventi e l'albero dei guasti; il WASH 14000.

### Testi / Bibliografia

- M. Cumo, *Impianti Nucleari*, UTET, 1976  
 M. M. El-Wakil, *Nuclear Power Engineering*, McGraw-Hill, 1962  
 C. Lombardi, *Impianti nucleari*, CLUP, 2003  
 L.S.Tong, J.Weisman, *Thermal analysis of pressurized water reactor*, ANS, 1979  
 J.R. Lamarsh, *Introduction to Nuclear Engineering*, Addison-Wesley, 1976  
 E. Sobrero, *Appunti delle lezioni tenute presso la facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna*, 1975 e seg.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale

## 44715 - IMPIANTI PER LA TUTELA AMBIENTALE LS

Docente:	PASQUALI GABRIELE
Corso di Laurea:	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
Ciclo:	2
Crediti:	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Processi produttivi ed ambiente. Analogia tra impianti di produzione ed impianti per la tutela ambientale i quali trattano le emissioni dei processi produttivi ed hanno come "prodotti" effluenti che rispettano gli standard di prodotto rappresentati dalle norme di legge.

Progettazione di impianti per il trattamento di scarichi di impianti produttivi. Dimensionamento delle apparecchiature principali ed accessorie, determinazione dei costi di impianto e di esercizio, principi di regolazione e controllo.

## Programma / Contenuti

Processi produttivi ed ambiente, inquinanti generali e particolari. La legislazione come riferimento per il progetto degli impianti per la tutela ambientale.

Progettazione degli impianti:

- scelta delle tecnologie
- schemi per la rappresentazione:
- di principio, quantificati, esecutivi
- economia dei processi:
- valutazione dell'investimento;
- determinazione dei costi di apparati ed accessori;
- determinazione dei costi di esercizio.
- parti generali:
- scelta dei materiali;
- tubazioni, organi di giunzione, valvole, ecc.
- pompe, ventilatori, scambiatori di calore, strumentazione.

Impianti per il trattamento dei rifiuti solidi:

- raccolta differenziata, discariche, incenerimento, inertizzazione.

Impianti per la depurazione di emissioni gassose:

- abbattimento di particolato, COV ed altri inquinanti gassosi.

## Testi / Bibliografia

Appunti del docente

Tchobanoglous, Theisen, Vigil. "Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues" McGraw-Hill

C. David Cooper, F.C. Alley. "Air Pollution Control: A Design Approach" Waveland Press Inc.

## Metodi didattici

Lezioni teoriche ed esercitazioni frontali.

Esercitazioni personali e di gruppo.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

prove scritte durante lo svolgimento del corso con eventuale prova orale finale;

prove scritte e/o orali agli appelli regolamentari

## Strumenti a supporto della didattica

Lucidi e software specifico.

## 41468 - IMPIANTI SPECIALI IDRAULICI L

<b>Docente:</b>	BIZZARRI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Programma / Contenuti

Opere di presa di acque sotterranee (pozzi, gallerie drenanti, opere di captazione di sorgenti).  
 Opere di presa di acque di superficie, a gravità (traverse fisse e mobili, sifoni); problemi statici ed idraulici; curve di frequenza, di durata, di utilizzazione dell'impianto e del corso d'acqua.  
 Opere di presa di acque di superficie, con sollevamento meccanico.  
 Derivazioni con regolazione dei deflussi: dighe a gravità, dighe a volta, dighe a scogliera, dighe in terra: problemi statici ed idraulici; dispositivi di scarico; verifiche di sicurezza dei territori a valle delle dighe.  
 Impianti di potabilizzazione: filtrazione rapida, addolcimento, rimozione di ferro e di manganese, sterilizzazione; trattamento e smaltimento dei fanghi.  
 Opere di adduzione: regolamento sulle tubazioni; condotte a gravità (criteri di dimensionamento idraulico, transitori e dispositivi di controllo del colpo d'ariete, materiali, diametro nominale e pressione nominale, profili e sezioni di posa, sfiati, scarichi, opere d'arte); condotte prementi (velocità economica, casse d'aria, pompe in serie e in parallelo, schemi di impianti di sollevamento); telecontrolli e telecomandi.  
 Serbatoi di compenso giornaliero e di riserva: serbatoi interrati e pensili, camere valvole.  
 Reti di distribuzione: reti ramificate e a maglie; serbatoi di origine e di estremità e torri piezometriche; criteri di calcolo idraulico.  
 Affidabilità dei sistemi acquedottistici.  
 Impianti idroelettrici: schema generale (galleria, pozzo piezometrico, condotta forzata, centrale con turbine, condotta di scarico); impianti di rivalutazione di energia e gruppi reversibili; tipi di turbine; transitori, colpo d'ariete ed oscillazioni di massa; dimensionamento dei pozzi piezometrici.

## 44869 - IMPIANTI SPECIALI IDRAULICI LS

<b>Docente:</b>	BIZZARRI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Programma / Contenuti

Opere di presa di acque sotterranee (pozzi, gallerie drenanti, opere di captazione di sorgenti).  
 Opere di presa di acque di superficie, a gravità (traverse fisse e mobili, sifoni); problemi statici ed idraulici; curve di frequenza, di durata, di utilizzazione dell'impianto e del corso d'acqua.  
 Opere di presa di acque di superficie, con sollevamento meccanico.  
 Derivazioni con regolazione dei deflussi: dighe a gravità, dighe a volta, dighe a scogliera, dighe in terra: problemi statici ed idraulici; dispositivi di scarico; verifiche di sicurezza dei territori a valle delle dighe.  
 Impianti di potabilizzazione: filtrazione rapida, addolcimento, rimozione di ferro e di manganese, sterilizzazione; trattamento e smaltimento dei fanghi.  
 Opere di adduzione: regolamento sulle tubazioni; condotte a gravità (criteri di dimensionamento idraulico, transitori e dispositivi di controllo del colpo d'ariete, materiali, diametro nominale e pressione nominale, profili e sezioni di posa, sfiati, scarichi, opere d'arte); condotte prementi (velocità economica, casse d'aria, pompe in serie e in parallelo, schemi di impianti di sollevamento); telecontrolli e telecomandi.  
 Serbatoi di compenso giornaliero e di riserva: serbatoi interrati e pensili, camere valvole.

Reti di distribuzione: reti ramificate e a maglie; serbatoi di origine e di estremità e torri piezometriche; criteri di calcolo idraulico.

Affidabilità dei sistemi acquedottistici.

Impianti idroelettrici: schema generale (galleria, pozzo piezometrico, condotta forzata, centrale con turbine, condotta di scarico); impianti di rivalutazione di energia e gruppi reversibili; tipi di turbine; transitori, colpo d'ariete ed oscillazioni di massa; dimensionamento dei pozzi piezometrici.

## 45226 - IMPIANTI SPECIALI LS

<b>Docente:</b>	GENTILINI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire conoscenze relative ai fondamenti generali di energetica, ai principi di funzionamento e agli schemi di realizzazione degli impianti non convenzionali e da fonti rinnovabili per la produzione di energia e ai sistemi avanzati di conversione energetica. Fornire conoscenze relative ai criteri generali di analisi degli investimenti e dei profitti per l'ottimizzazione dei sistemi impiantistici e ai criteri di economia energetica degli impianti di produzione e conversione energetica. Fornire infine conoscenze relative ai criteri tecnici ed economici degli interventi per il risparmio e il recupero energetico e all'impiego di rifiuti e inquinanti per la produzione di combustibili pregiati

### Programma / Contenuti

Vengono trattati di fondamenti generali di energetica e i principi di funzionamento e gli schemi di realizzazione degli impianti non convenzionali, (nucleari a fissione e a fusione), e da fonti rinnovabili, (solare, idraulico, eolico, biomasse, geotermico), per la produzione di energia e i sistemi avanzati di conversione energetica, (celle a combustibile, fotovoltaica, magnetofluidodinamica, termoelettrica diretta, termoelettronica).

Vengono forniti i criteri generali di analisi degli investimenti e dei profitti per l'ottimizzazione dei sistemi impiantistici e i criteri di economia energetica degli impianti di produzione e conversione energetica.

Si esaminano i criteri tecnici ed economici degli interventi per il risparmio e il recupero energetico e l'impiego di rifiuti e inquinanti per la produzione di combustibili pregiati.

### Testi / Bibliografia

Dispense redatte dal docente.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni svolte in aula dal docente

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consta di una prova scritta di teoria e successiva discussione orale degli elaborati.

## 11708 - IMPIANTI TECNICI

<b>Docente:</b>	SEMPRINI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per la scelta e la progettazione degli impianti di climatizzazione in edilizia. Dopo aver fornito un quadro generale sulle diverse tipologie di impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria nonché dei loro principali componenti, verranno analizzati gli aspetti progettuali, di esecuzione nonché quelli di gestione e manutenzione, nel rispetto delle condizioni di benessere termoigrometrico ed acustico all'interno degli ambienti, delle prescrizioni di sicurezza e di risparmio energetico. Sono propedeutiche le nozioni del corso di Fisica Tecnica I. di cui è fortemente consigliato il superamento dell'esame.

## Programma / Contenuti

### Impianti di riscaldamento

Calcolo dei carichi termici invernali di un edificio: dispersioni termiche per trasmissione e per ventilazione. Tipologie ed elementi principali di un impianto di riscaldamento ad acqua calda. Corpi scaldanti, pannelli radianti. Caldaie: tipologie e parametri energetici. Camini: tipologie. Tubazioni: materiali e dimensionamento. Organi di sicurezza, regolazione e controllo. Centrali termiche. Cenni sul teleriscaldamento. Criteri di dimensionamento impianti di produzione acqua calda sanitaria. Aspetti progettuali finalizzati alla manutenzione degli impianti.

### Impianti idrico-sanitari

Valutazione dei fabbisogni. Reti di distribuzione. Produzione diretta ed indiretta di acqua calda. Reti di scarico e di ventilazione.

### Impianti antincendio

Provvedimenti antincendio nelle centrali termiche. Sistemi passivi ed attivi

### Impianti distribuzione del gas

Cenni sul dimensionamento reti. Normative UNI e legge 46/90

### Impianti di condizionamento dell'aria

Calcolo dei carichi termici estivi: metodi semplificati. Architetture tipiche per il condizionamento estivo e invernale. Tipologie impiantistiche per il condizionamento civile. Le unità di trattamento aria. Le macchine frigorifere e le torri di raffreddamento. I canali di distribuzione dell'aria. I diffusori dell'aria. Il rumore prodotto dagli impianti di condizionamento.

### Risparmio energetico e certificazione energetica degli edifici

Il sistema edificio-impianto. criteri di massimizzazione dell'isolamento dell'involucro edilizio. Massimizzazione del rendimento del sistema impiantistico. Utilizzo di fonti energetiche alternative: energia solare e geotermica. Pompe di calore. La normativa di riferimento sulla certificazione energetica degli edifici. Cenni sui metodi di calcolo e di valutazione della certificazione energetica. Calcolo del FEP.

## Testi / Bibliografia

- G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, ?Impianti di climatizzazione per l'edilizia?, Ed. Masson  
 N. Rossi, ?Manuale del termotecnico? Hoepli  
 AA.VV. ?Manuale di progettazione edilizia? ? vol.2, Hoepli  
 G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli, ?Progettazione di impianti tecnici?, ed. Masson  
 Dall'O, Palmizi, Impianti idrosanitari, Ed. CLUP  
 G. Semprini, Dispense del corso

## Metodi didattici

Il corso prevede lezioni teoriche ed alcune esercitazioni finalizzate al progetto di un impianto di riscaldamento.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento avverrà tramite presentazione di un piccolo progetto di un impianto di riscaldamento e di un esame orale sui temi inerenti il corso

## 57919 - IMPIANTI TECNICI L

<b>Docente:</b>	MORINI GIAN LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di approfondire i vari aspetti della termotecnica. A partire dalle nozioni di base dei corsi di "Termodinamica applicata" e "Moto dei fluidi e termocinetica", vengono trattati i temi fondamentali relativi alla progettazione degli impianti di riscaldamento utilizzando tecniche aggiornate di risparmio energetico e tenendo conto delle normative di riferimento.

**Programma / Contenuti**

**Normativa.** Evoluzione della normativa europea ed italiana sugli impianti ed il risparmio energetico. Legge n°373/76, Legge n°10/91, DPR413/93, Direttiva Europea 2002/91 sulla certificazione energetica, Decreti sull'efficienza energetica 20/7/04, Il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica. ESCO: attività e forme contrattuali tipiche. Decreto n°192/05; Decreto n°311/06 e Certificazione energetica degli edifici.

**Benessere termo-igrometrico.** Bilancio termico del corpo umano. Fattore di accumulo interno. Flusso metabolico. Flusso termico verso l'esterno: componente sensibile e componente latente. Temperatura media radiante. Temperatura operante. Resistenza termica dei vestiti. Valutazione dei flussi termici per una persona in quiete. Equazione dell'equilibrio termico. Meccanismi di termoregolazione del corpo umano. Temperatura effettiva e temperatura effettiva modificata. Temperatura risultante secca e temperatura operante. Misura della temperatura operante mediante globotermometro. Diagrammi del benessere: diagramma Ashrae e diagrammi generalizzati di Fanger. Esempi numerici. Voto medio previsto. Percentuale di insoddisfatti prevista. Esempio di progettazione integrata di involucri edilizi. Qualità dell'aria negli ambienti confinati (IAQ). Definizione di affollamento. Concentrazione limite di CO<sub>2</sub> e calcolo della portata minima di ricambio per persona. Rateo di incremento orario di grado igrometrico in un locale chiuso. Classificazione delle sostanze inquinanti. Portate di ricambio e affollamenti consigliati secondo UNI 10339 e Ashrae 62/89 e principali norme europee. Prescrizioni normative vigenti in Italia per la ventilazione.

**Caratterizzazione termofisica degli edifici.** Valutazione della potenza termica dispersa per trasmissione attraverso l'involucro edilizio. Temperatura esterna di progetto. Temperatura interna e tipologia di edificio. Valutazione dei carichi termici invernali. Espressione del coefficiente di accoppiamento termico attraverso l'involucro. Valutazione della trasmittanza di pareti opache: richiami di trasmissione del calore. Calcolo della trasmittanza di pareti opache omogenee ed eterogenee. Intercapedini d'aria. Resistenza termica specifica dovuta all'adduzione interna ed esterna. Esercizio numerico sul dimensionamento dell'isolamento termico di una parete esterna. Influenza della posizione dell'isolante sul profilo di temperatura. Ponti termici: metodi di calcolo. Atlante dei ponti termici lineari. Esempio di calcolo dei ponti termici di una palazzina. Riduzione dei ponti termici. Calcolo della trasmittanza di superfici vetrate. Caratteristiche radiative dei vetri. Comportamento radiativo ottimale per l'isolamento termico e per il controllo solare. Ponti termici tra telaio e vetro. Calcolo della trasmittanza di solai su terreno o intercapedini ventilate. Esempi numerici. Calcolo delle dispersioni verso locali non riscaldati. Sottotetti. Piccoli locali non riscaldati. Calcolo delle dispersioni per ventilazione. Calcolo della potenza termica dispersa totale in una abitazione mono-familiare. Valutazione numerica dell'incidenza dei ponti termici sulle dispersioni totali. Verifiche termo-igrometriche sull'involucro. Limiti di trasmittanza delle pareti opache e trasparenti secondo DL 311/06. Verifica della condensazione superficiale. Verifica della condensazione interstiziale. Legge di Fick della diffusione di massa. Definizione di diffusività di massa e di permeabilità. Diagramma di Glaser. Verifica estiva ed invernale della condensazione interstiziale. Esempi numerici. Esercitazioni pratiche sull'uso di software per il calcolo delle dispersioni termiche di una abitazione mono-familiare.

**Impianti di Riscaldamento.** Generatori di calore. Definizione di rendimento di produzione. Perdite al camino. Dispersioni termiche. Rendimento di produzione e fattore di carico: definizione di rendimento di produzione medio stagionale. Caldaie a temperatura costante con regolazione on-off. Caldaie a con portata variabile di combustibile. Caldaie a temperatura scorrevole. Caldaie a bassa temperatura. Architettura a due e tre giri di fumo. Pericolo di condensazione. Calcolo della temperatura di rugiada dei fumi. By-pass anticondensa. Isolamento dei tubi e aumento della superficie di scambio. Caldaie a condensazione. Valore massimo teorico del rendimento di produzione di generatori a condensazione. Acqua di condensa. Indice di condensazione. Bruciatori atmosferici e bruciatori ad aria soffiata. NOx e temperatura di fiamma. Condotti di evacuazione dei fumi. Espressione del tiraggio di un camino. Formula di Montgolfier per il dimensionamento dei camini. Canne fumarie. Distanze minime per l'alloggio dei terminali di scarico su tetto e su pareti verticali. Dimensionamento delle aperture di areazione e ventilazione per apparecchi a gas. Classificazione degli apparecchi a gas in funzione della tipologia dei condotti di areazione e ventilazione. Reti di distribuzione gas. Esempio numerico sul dimensionamento di una rete di distribuzione interna. Centrali termiche: prescrizioni per locali caldaia. Dimensionamento dei vasi di espansione aperti e chiusi. Vasi di espansione chiusi a membrana e autopressurizzati. Impianti a vaso aperto: tubazione di sicurezza e valvole di scarico termico. Impianti a vaso chiuso: valvola di sicurezza. Elementi terminali. Radiatori, ventilconvettori, aerotermi, termoconvettori, pannelli radianti, strisce radianti. Caratteristica di emissione dei radiatori e dei ventilconvettori. Esempi numerici di dimensionamento e verifica degli elementi terminali. Rendimento di emissione. Regolazione degli impianti di riscaldamento. Regolazione ambiente con cronotermostato. Regolazione di zona. Regolazione climatica centralizzata. Valvole a tre vie in miscelazione e in derivazione. Rendimento di regolazione. Pompe; caratteristica prevalenza portata. Rendimento di una pompa. Punto di lavoro di un circuito. Pompe in serie o in parallelo. Circuito di distribuzione: perdite di carico distribuite e concentrate. Diagrammi per il calcolo delle perdite di carico distribuite. Tabelle e nomogrammi per il calcolo delle perdite di carico concentrate. Esempio numerico di dimensionamento di un impianto di riscaldamento con circuito di distribuzione a due tubi e con circuito di distribuzione a collettore complanare. Rendimento di distribuzione. Verifica del rendimento globale di impianto medio stagionale.

**Energia solare per usi termici.** Irradianza spettrale all'estradosso dell'atmosfera terrestre. Costante solare. Latitudine, longitudine, angolo orario, tempo solare, declinazione, inclinazione e orientamento di una superficie. Calcolo dell'angolo di incidenza. Angolo orario del tramonto astronomico. Angoli orari dell'apparire e scomparire del sole. Calcolo dell'irraggiamento extra-atmosferico su superficie orizzontale e inclinata. Rapporto di radiazione diretta. Angolo di inclinazione ottimale per la raccolta di energia solare annuale, invernale ed estiva. Irraggiamento al suolo terrestre. Calcolo della componente diretta. Calcolo della componente diffusa. Calcolo della componente riflessa della radiazione solare. Esempio numerico sul calcolo dell'irraggiamento medio giornaliero su una superficie al suolo comunque orientata ed inclinata. Collettori solari piani: architettura e tipologie. Bilancio termico di un pannello solare. Calcolo dell'efficienza istantanea di un pannello solare. Impianti a collettori solari: tipologie e componenti. Fattore di copertura solare mensile. Il metodo F-Chart. Calcolo delle componenti Y e Z e dei termini correttivi secondo UNI 8477-2. Esempio numerico sul dimensionamento dei pannelli solari. Calcolo del fattore di copertura medio annuale in funzione della superficie dei collettori. Valutazioni economiche sui collettori solari: calcolo del simple pay-back time.

**Fabbisogno energetico di un edificio.** Norme UNI 832 e UNI 13790. Bilancio energetico di un edificio. Calcolo energia dispersa attraverso l'involucro e per ventilazione. Calcolo degli apporti energetici gratuiti: apporti interni e apporti solari. Rendimento di utilizzazione e capacità termica effettiva interna delle pareti. Calcolo del fabbisogno di energia primaria. Classificazione energetica: CasaKlima e BestCLASS. Valori limite del fabbisogno di energia primaria per tipologia di edificio secondo DL n°311/06. Esempi di calcolo. DL n°311/05 e verifiche di legge previste durante la fase transitoria per nuove costruzioni, ristrutturazioni e interventi sull'impianto. Esercitazione svolta in laboratorio con l'ausilio di un software commerciale per il dimensionamento della rete di distribuzione di un impianto di riscaldamento e per il calcolo del fabbisogno di energia primaria per il condizionamento estivo.

**Testi / Bibliografia**

- Moncada Lo Giudice G., de Santoli, L.,  
 Progettazione di Impianti Tecnici, Ed. Masson, Milano 1995  
 Brunello P.F., Bettanini,  
 Lezioni di impianti tecnici vol. I, Ed. SGE, Padova, 1993

**Metodi didattici**

Tutti gli argomenti trattati nel Corso verranno conclusi da una esercitazione numerica e/o pratica presso il Laboratorio del Lazzaretto. Gli studenti verranno inoltre introdotti all'uso di software commerciale per la progettazione degli impianti di condizionamento estivo ed invernale.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova scritta e in un colloquio su due temi distinti. E' prevista una prima prova scritta parziale sul calcolo delle dispersioni termiche di un edificio (a metà corso) ed una seconda prova parziale sul dimensionamento degli impianti di riscaldamento (alla fine del corso). Il superamento delle due prove parziali esonera i candidati dalla prova scritta. Per quanto concerne l'esame orale esso può essere sostenuto solo dopo aver superato la prova scritta. L'orale verte su un colloquio su due temi distinti: i temi possono essere sia di carattere strettamente teorico che applicativo, con riferimento alle applicazioni illustrate durante le esercitazioni e alle esperienze svolte in laboratorio.

**Strumenti a supporto della didattica**

- Le lezioni verranno svolte con l'ausilio di lucidi e diapositive (powerpoint).  
 Sono disponibili le fotocopie dei lucidi proiettati durante il corso presso la copisteria di Facoltà.  
 Sono previste alcune esercitazioni pratiche presso il Laboratorio di Termotecnica del Lazzaretto.

**23254 - IMPIANTI TECNICI L (4 CFU)**

<b>Docente:</b>	SEMPRINI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per la scelta e la progettazione degli impianti di climatizzazione in edilizia. Dopo aver fornito un quadro generale sulle diverse tipologie di impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria nonché dei loro principali componenti, verranno analizzati gli aspetti progettuali, di esecuzione nonché quelli di gestione e manutenzione, nel rispetto delle condizioni di benessere termoigrometrico ed acustico all'interno degli ambienti, delle prescrizioni di sicurezza e di risparmio energetico. Sono propedeutiche le nozioni del corso di Fisica Tecnica L di cui è fortemente consigliato il superamento dell'esame.

**Programma / Contenuti**Impianti di riscaldamento:

Tipologie ed elementi principali di un impianto di riscaldamento ad acqua calda. Corpi scaldanti, pannelli radianti. Caldaie: tipologie e parametri energetici. Camini: tipologie. Organi di sicurezza, regolazione e controllo. Centrali termiche. Calcolo dei carichi termici invernali di un edificio. Trasmittanza termica e ponti termici. Dispersioni termiche per trasmissione e per ventilazione.

La manutenzione degli impianti.

Impianti idrico-sanitari

Valutazione dei fabbisogni. Produzione diretta ed indiretta di acqua calda. Reti di scarico e di ventilazione.

Impianti di condizionamento dell'aria

Processi di condizionamento estivo e invernale. Tipologie impiantistiche per il condizionamento civile. Le unità di trattamento aria. I canali di distribuzione e i diffusori dell'aria. I sistemi di refrigerazione. Il rumore prodotto dagli impianti di condizionamento. Calcolo dei carichi termici estivi: metodi semplificati.

#### Risparmio energetico e certificazione energetica degli edifici

Il sistema edificio-impianto. criteri di massimizzazione dell'isolamento dell'involucro edilizio.

Massimizzazione del rendimento del sistema impiantistico. Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili: l'energia solare. Pompe di calore. La normativa di riferimento sulla certificazione energetica degli edifici. Cenni sui metodi di calcolo e di valutazione della certificazione energetica.

#### Impianti antincendio

Principali requisiti antincendio nelle centrali termiche. Sistemi passivi ed attivi

### Testi / Bibliografia

G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, ?Impianti di climatizzazione per l'edilizia?, Ed. Masson

N. Rossi, ?Manuale del termotecnico? Hoepli

AA.VV. ?Manuale di progettazione edilizia? ? vol.2, Hoepli

G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli, ?Progettazione di impianti tecnici?, ed. Masson

Dall'O', Palmizi, Impianti idrosanitari , Ed. CLUP

G. Semprini, Dispense del corso

### Metodi didattici

Il corso prevede lezioni teoriche ed alcune esercitazioni finalizzate al progetto di un impianto di riscaldamento.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento avverrà tramite presentazione di un piccolo progetto di un impianto di riscaldamento e di un esame orale sui temi inerenti il corso

## 44864 - IMPIANTI TECNICI LS

**Docente:** SEMPRINI GIOVANNI

**Corso di Laurea:** 0452 - Ingegneria civile

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per la scelta e la progettazione degli impianti di climatizzazione in edilizia. Dopo aver fornito un quadro generale sulle diverse tipologie di impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria nonché dei loro principali componenti, verranno analizzati gli aspetti progettuali e di esecuzione, nel rispetto delle condizioni di benessere termoisometrico ed acustico all'interno degli ambienti, delle prescrizioni di sicurezza e di risparmio energetico.

Sono propedeutiche le nozioni del corso di Fisica Tecnica, in particolare: trasmissione del calore, termodinamica dei sistemi aperti, ciclo frigorifero.

### Programma / Contenuti

#### Impianti di riscaldamento:

Tipologie ed elementi principali di un impianto di riscaldamento ad acqua calda. Corpi scaldanti, pannelli radianti. Caldaie: tipologie e parametri energetici. Camini: tipologie. Organi di sicurezza, regolazione e controllo. Centrali termiche. Calcolo dei carichi termici invernali di un edificio. Trasmissione termica e ponti termici. Dispersioni termiche per trasmissione e per ventilazione.

La manutenzione degli impianti.

#### Impianti idrico-sanitari

Valutazione dei fabbisogni. Produzione diretta ed indiretta di acqua calda. Reti di scarico e di ventilazione.

### Impianti di condizionamento dell'aria

Processi di condizionamento estivo e invernale. Tipologie impiantistiche per il condizionamento civile. Le unità di trattamento aria. I canali di distribuzione e i diffusori dell'aria. I sistemi di refrigerazione. Il rumore prodotto dagli impianti di condizionamento.

### Risparmio energetico e certificazione energetica degli edifici

Il sistema edificio-impianto. criteri di massimizzazione dell'isolamento dell'involucro edilizio. Massimizzazione del rendimento del sistema impiantistico. Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili: l'energia solare. Pompe di calore. La normativa di riferimento sulla certificazione energetica degli edifici. Cenni sui metodi di calcolo e di valutazione della certificazione energetica.

### Testi / Bibliografia

testi di approfondimento:

- G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, Impianti di climatizzazione per l'edilizia, Ed. Masson  
AA.VV. Manuale di progettazione edilizia vol.2, Hoepli  
N. Rossi, Manuale del termotecnico, Hoepli  
G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli, Progettazione di impianti tecnici, ed. Masson  
Dall'O', Palmizi, Impianti idrosanitari, Ed. CLUP

### Modalità di verifica dell'apprendimento

test scritto (facoltativo) al termine del corso  
esame orale sui temi trattati durante il corso

### Strumenti a supporto della didattica

slides pdf delle presentazioni in aula scaricabili da web  
visita di impianti esistenti

## 45246 - IMPIEGO INDUSTRIALE DELL'ENERGIA E COGENERAZIONE LS

<b>Docente:</b>	BIANCHI MICHELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire le metodologie per affrontare la progettazione delle più diffuse tipologie di macchine a fluido e sistemi energetici, evidenziandone aspetti pratici di gestione e controllo

### Programma / Contenuti

#### TURBOGAS

Richiami: La potenza ed il rendimento totale del sistema; il rendimento ed il lavoro termodinamico in funzione del rendimento politropico e loro andamento in funzione della temperatura di fine combustione e del rapporto di compressione; il piano lavoro specifico - rendimento, scelta del rapporto di compressione ottimale.

Raffreddamento turbine a gas: tecniche di raffreddamento delle pale di una turbina a gas (convezione, film, impingement e traspirazione), l'espansione raffreddata, calcolo delle portate di aria per il raffreddamento della schiera statorica e rotorica, definizione di COT, TIT e TITiso

Off.design di un turbogas: le prestazioni in fuori progetto del compressore e della turbina, le mappe caratteristiche, la portata e la velocità ridotta, l'accoppiamento compressore/turbina. Regolazione della potenza di un gruppo turbogas: monoalbero e pluri-albero a geometria fissa e variabile.

I cicli avanzati e misti gas/acqua: il ciclo di Ericson, il ciclo inverso (IBC), i cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, ISTIG, HAT)

H2 e turbine a gas: problematiche collegate all'utilizzo dell'idrogeno in turbine a gas: la diluizione, la variazione dei salti entalpici, delle portate in volume e dell'efficienza del sistema di raffreddamento.

Uso Aeronautico delle turbine a gas: potenza e rendimento propulsivo, spinta, il turbojet e il turboelica.

### **FOGGING e WET COMPRESSION**

Influenza delle condizioni ambientali sulle prestazioni delle turbine a gas con cenni sui cicli combinati; analisi dettagliata dell'influenza della temperatura, cenni sull'influenza della pressione e dell'umidità relativa; classificazione dei sistemi di raffreddamento dell'aria all'ingresso del compressore di turbine a gas ed illustrazione dei principali vantaggi/svantaggi;

Sistemi di "compressor inlet air cooling"

Classificazione dei sistemi di raffreddamento dell'aria all'ingresso del compressore di una turbina a gas;

Il fogging: classificazione delle strategie di fogging; principali parametri che influenzano le prestazioni di un sistema di fogging (condizioni ambientali, diametro gocce, sistema di iniezione, ecc.); posizionamento degli iniettori nel condotto di aspirazione di un turbogas; aspetti pratici della tecnologia.

Wet compression: analisi della ridistribuzione del carico del primo ed ultimo stadio del compressore in caso di wet compression; modello di wet compression. Modello fisico-matematico dell'evaporazione di una goccia in aria; modello di calcolo delle prestazioni di uno stadio di compressore assiale in presenza di acqua liquida all'ingresso.

### **CALDAIE**

Approfondimenti sulle caldaie a recupero: caldaie orizzontali e verticali, scelta del pinch point, della sezione di passaggio dei fumi, della posizione del degassatore.

Circolazione dell'acqua in caldaie: la circolazione naturale dell'acqua in una caldaia: limiti al titolo di vapore nei tubi vaporizzatori, calcolo della portata di circolazione, espressione analitica della differenza di pressione motrice e delle perdite di pressione per attrito ed accelerazione della vena.

La circolazione forzata: confronto con la circolazione naturale e principali problematiche.

### **COGENERAZIONE**

La produzione combinata di elettricità e calore. Gli indici per valutare le prestazioni di un sistema cogenerativo: rendimento elettrico e termico, l'Indice di Risparmio Energetico (IRE), il piano rendimento termico/elettrico, il coefficiente di utilizzo del combustibile.

Scelta dei rendimenti di riferimento: la normativa in materia (CIP6, AEEG 42/02, 2004/08/CE)

Il turbogas cogenerativo: considerazioni sul funzionamento di un turbogas cogenerativo e relative strategie di gestione, il piano potenza termica/elettrica, l'IRE. Schema di un sistema cogenerativo con ciclo combinato e turbina in derivazione o a contropressione: caratteristiche e considerazioni sul piano rendimento termico/elettrico. Schemi di sistemi cogenerativi con turbine a vapore trazionali.

Piccola e micro-cogenerazione. Le tecnologie disponibili: i motori alternativi, le microturbine a gas, i cicli Rankine Organici, il motore Stirling, il termofotovoltaico.

### **IL MERCATO e la NORMATIVA in materia di ENERGIA**

Il mercato dell'energia elettrica. La normativa di riferimento in materia di energia: dal monopolio al libero mercato, la borsa dell'energia, il prezzo di vendita dell'energia elettrica, la definizione di rinnovabile e di cogenerazione secondo delibera 42/02, i rendimenti di riferimento, gli incentivi per le rinnovabili e i cogenerativi.

Generazione distribuita: definizione di piccola e micro generazione, il passaggio dalla normativa vigente al recepimento della direttiva europea 2004/8/CE, vantaggi e svantaggi della generazione distribuita.

Costo di produzione: la componente fissa e variabile del costo annuo di produzione; il fattore di carico dell'investimento, i costi di smantellamento, il combustibile, le tasse sulle emissioni e la manutenzione. Andamento del costo di produzione al variare delle ore equivalenti di funzionamento e scelta del tipo di centrale in funzione della curva di carico, scelta dei principali parametri termodinamici di un sistema di conversione in funzione di considerazioni economiche (esempio sulla scelta del pinch point di un ciclo combinato).

**TECNOLOGIE PER LA RIDUZIONE DELLA CO<sub>2</sub>** Problematiche legate alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>: la separazione della CO<sub>2</sub> da una corrente gassosa, la liquefazione dei gas permanenti, schemi di impianti a ciclo combinato con gassificazione e sequestro della CO<sub>2</sub> con tecniche pre-combustione, post-combustione o con ossicombustione, lo stoccaggio della CO<sub>2</sub>.

### **COMPRESSORI ASSIALI**

*Richiami:* stadio compressore assiale; diagramma T-s ed h-s; triangoli di velocità; grado di reazione;

*Progetto di massima di un compressore assiale:* determinazione della velocità di rotazione; calcolo dell'annulus; stima del numero degli stadi per data efficienza; calcolo dei triangoli di velocità al raggio medio; calcolo dei triangoli di velocità in funzione del raggio della macchina e disegno della pala; calcolo delle prestazioni dello stadio.

### **IDROGENO e CELLE A COMBUSTIBILE**

*Idrogeno:* introduzione all'idrogeno come vettore energetico; espressione del rendimento di produzione; proprietà fisiche principali e distinzione fra energia immagazzinata per unità di massa o volume; problema dello stoccaggio e del trasporto in forma gassosa; stoccaggio in forma liquida attraverso il ciclo interrefrigerato a doppia compressione; stoccaggio per assorbimento in idruri metallici; panoramica generale sulle possibili fonti energetiche da cui è possibile produrre idrogeno in particolare: produzione diretta da combustibili fossili attraverso processi termochimici (steam reforming e suo rendimento - ossidazione parziale - autothermal reforming), produzione da energia elettrica tramite processo di elettrolisi e valutazione del rendimento totale del processo di elettrolisi, produzione da altre fonti alternative.

Definizione e classificazione delle celle a combustibile in base al tipo di elettrolita (solido/non solido e temperatura di funzionamento); caratteristiche generali e funzionamento: reazione chimica anodica/catodica per celle di tipo AFC, PAFC, PEM, SOFC, MCFC; vantaggi e svantaggi dei sistemi a cella a combustibile; confronto fra sistemi energetici a cella a combustibile con sistemi energetici di potenza termoelettrica; termodinamica della FC: calcolo del rendimento di cella attraverso rendimento di cella reversibile, rendimento di tensione e coefficiente di utilizzo combustibile - definizione di tensione equivalente al LHV, tensione reversibile, tensione di cella, perdite per attivazione, perdite ohmiche, perdite per concentrazione - andamento grafico delle curve di polarizzazione e potenza a pressione e temperatura assegnate e andamento grafico del rendimento al variare della potenza: compromesso fra alto rendimento e alta densità di potenza; calcolo del rendimento complessivo di un sistema a cella a combustibile; ciclo ibrido cella a combustibile con MTG: vantaggi e svantaggi di tale accoppiamento.

### **Testi / Bibliografia**

'Sistemi Energetici e loro componenti' G: Negri di Montenegro, M. Bianchi A. Peretto  
II Edizione - Pitagora Editore.

'Impatto ambientale dei sistemi energetici, voll. 1, 2 e 3' M. Bianchi, A. Gambarotta, A. Peretto  
II Edizione - Pitagora Editore.

Dispense messe a disposizione dal docente

### **Metodi didattici**

Il corso sarà affiancato da esercitazioni numeriche e da seminari di approfondimento di alcune tematiche tenute da esperti del settore. E' inoltre prevista una visita presso un sito produttivo.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale

### **Strumenti a supporto della didattica**

lavagna luminosa e pc

## 14490 - INFORMATICA GRAFICA

<b>Docente:</b>	BERGAMINI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce le basi teoriche e gli strumenti operativi per l'utilizzazione dell'informatica a supporto della progettazione architettonica e urbanistica; si studiano le nozioni fondamentali dell'informatica, i principali linguaggi di programmazione, le caratteristiche dell'elaboratore e la struttura dei sistemi per la grafica architettonica; nelle esercitazioni si esegue un progetto utilizzando il CAD.

**Programma / Contenuti**

Il sistema di elaborazione

La struttura dei problemi e degli algoritmi. Architettura di un calcolatore elettronico numerico: schema a blocchi. Sistema di rappresentazione interna dell'informazione. Formato delle istruzioni, dei dati e capacità d'indirizzamento. Unità di memoria e gerarchia di memoria. Unità centrale di elaborazione: parte operativa, parte di controllo. Dispositivi di Ingresso/Uscita. Parallelismo nei sistemi di calcolo: cenni. Modello di descrizione a livelli. Funzioni e struttura di un sistema operativo. Struttura e gestione dei file. Sistemi operativi ad interfaccia grafica e loro metafore: il desktop, menù, bottoni, check box e pulsanti. Esplora risorse e sue opzioni, tipi di file. Il registro di sistema e il suo editor. Estensione della shell di Windows: l'interfaccia a linea di comando di Windows e i suoi comandi fondamentali. File batch. Cenni all'amministrazione di sistema.

Il linguaggio dei diagrammi di flusso

Diagrammi a blocchi e flow-charts. Istruzioni fondamentali e loro rappresentazione grafica. Ciclo: varie configurazioni in cui si presenta. Cicli annidati. Schema di chiamate a procedure annidate. Array mono e bidimensionali. Realizzazione delle flow chart relative a procedure che coinvolgono operazioni di algebra matriciale con array mono e bidimensionale. Algoritmi di ordinamento e di ricerca: ordinamento per selezione; ricerca sequenziale e binaria.

Linguaggi ad alto livello: Elementi di Fortran 77

Linguaggio macchina e linguaggi ad alto livello. Costanti. Variabili. Espressioni: aritmetiche, logiche, character. Istruzioni di assegnazione. Controllo del flusso di un programma; controllo delle decisioni: istruzione IF, IF aritmetico, IF logico, istruzione GO TO; controllo delle iterazioni: istruzioni DO. Istruzioni di dichiarazione e di definizione. Istruzioni di READ e di WRITE. Istruzione FORMAT. Le subroutines.

Elementi di calcolo numerico

Metodo del dimezzamento per la soluzione approssimata delle equazioni algebriche. Approssimazione delle funzioni reali: polinomi di interpolazione di Lagrange. Sistemi di equazione lineari: il metodo di Gauss.

Metodo di Simpson per il calcolo numerico d'integrali definiti. Principio dei minimi quadrati. Tecnica del best-fit. Regressione lineare. Metodo di Eulero per la soluzione delle equazioni differenziali ordinarie.

Propagazione degli errori nei metodi iterativi.

Fondamenti di manipolazione raster con photoshop e uso di autocad (2d).

**Testi / Bibliografia**

Ceri, Mandrioli, Sbattella, Informatica arte e mestiere

Mc Graw Hill, Milano 1999.

T. M. R. Ellis, Programmazione strutturata in FORTRAN 77

Zanichelli, Bologna

A. D. Aleksandrov, A. N. Kolmogorov, M. A. Lavrentev

Mathematics, Its Content, Methods and Meaning

Dover Publications (In inglese)

Sistema operativo Windows:

David Karp, Tim O'Reilly, Troy Mott

Windows XP in a Nutshell

O'Reilly (In inglese).

Dispense fornite dal docente.

### Metodi didattici

Il corso è articolato in due moduli, uno di informatica generale e uno di laboratorio sull'uso di AutoCAD.

Per quanto attiene al modulo di Informatica generale:

nelle lezioni verranno affrontati gli argomenti del programma con l'ausilio di lucidi e di esempi svolti dal docente alla lavagna.

Le ore a disposizione verranno dinamicamente ripartite in lezioni ed esercitazioni; queste saranno svolte in aula con l'ausilio di PC e videoproiettore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Durante lo svolgimento del modulo di informatica generale avranno luogo due prove in itinere (intermedia e finale, scritte, della durata di due ore circa) il cui risultato potrà contribuire alla formazione (somma dei singoli punteggi) del risultato finale; una delle due prove potrà essere recuperata.

La prima prova potrà apportare 4 punti, la seconda 26. Le prove si intenderanno sufficienti se l'allievo conseguirà punteggi di almeno 2,5 e 15,5 punti rispettivamente. In alternativa, occorrerà superare una prova scritta su tutto il programma, con esercizi e domande teoriche. Questa prova sarà sbarrata dal superamento della prova di Laboratorio AutoCAD.

La prova orale sarà a discrezione del docente.

In ogni caso, occorre superare le prove di laboratorio (superamento di una prova scritta a risposte chiuse ed esecuzione di un elaborato grafico con Autocad) che sbarrano la prova scritta completa e possono apportare fino a 3 punti.

Il voto finale sarà prodotto sommando i risultati ottenuti nella prova scritta di programmazione e nelle prove di laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa.

## 49763 - INFORMATICA INDUSTRIALE LS

**Corso di Laurea:** 0531 - Ingegneria dell'automazione

**Mutuato da:** 41576 - SISTEMI IN TEMPO REALE LS (vedi p. 962)

## 41862 - INGEGNERIA CLINICA LS

**Docente:** LAMBERTI CLAUDIO

**Corso di Laurea:** 0233 - Ingegneria elettronica

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso tratta problemi connessi con l'organizzazione e la gestione di una struttura sanitaria, in particolare per ciò che concerne le tecnologie biomediche. Vengono illustrate le metodologie e i supporti tecnologici oggi disponibili per una loro gestione corretta e sicura.

**Programma / Contenuti**

Sistemi di monitoraggio. Elettrocardiografia. Unità di Terapia Intensiva. Sistema di monitoraggio al posto letto. Tecnologie Biomediche. Definizioni e classificazione. Dati orientativi sulla consistenza del parco tecnologico. Ingegneria Clinica. L'ingegnere clinico ed il tecnico biomedico: attività e competenze. La gestione delle tecnologie nei presidi sanitari. L'acquisizione e la manutenzione delle apparecchiature. Criteri per il dimensionamento di un Servizio di Ingegneria Clinica. Le Norme ed il Technology Assessment. Le normative per assicurare un uso corretto e sicuro delle tecnologie biomediche. La certificazione di qualità. Il processo di Valutazione delle Tecnologie Biomediche. Sistemi Informativi Sanitari. Caratteristiche generali dei principali componenti di un Sistema Informativo Sanitario. Modello centralizzato e modello distribuito. Cartella clinica tradizionale e problemi relativi alla sua informatizzazione. Indicatori sanitari. Raggruppamenti Omogenei di Diagnosi (DRG/ROD) e loro utilizzo. Telemedicina Telemedicina: alcuni esempi significativi di utilizzo delle tecnologie dell'informazione in ambito sanitario. Picture Archiving and Communication System (PACS). Visite guidate presso alcune strutture sanitarie. Seminari tenuti da esperti del settore.

**Testi / Bibliografia**

C. Lamberti, W. Rainer : LE APPARECCHIATURE BIOMEDICHE E LA LORO GESTIONE. Collana di Ingegneria Biomedica. PATRON EDITORE, BOLOGNA 1998.

J.D.Bronzino : Management of Medical Technology. A Primer for Clinical Engineers.

Butterworth-Heinemann 1992

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale finale. Voto in 30esimi

**23869 - INGEGNERIA DEGLI ACQUIFERI I**

<b>Docente:</b>	GOTTARDI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso è di impartire agli studenti una preparazione di base sull'idraulica sotterranea che permetta loro la progettazione razionale di captazione di risorse idriche sotterranee e di opere di prevenzione e bonifica di falde inquinate. Lo studio delle tecniche alle differenze finite ed agli elementi finiti permetteranno agli studenti un uso consapevole dei codici commerciali attualmente utilizzati per la progettazione di opere ingegneristiche ambientali.

**Programma / Contenuti**

Elementi di idrogeologia: tipi di falde, tipi di suoli, acqua nel suolo, granulometria dei suoli, porosità, conducibilità idraulica, bagnabilità, curve di ritenzione, parametri dei suoli e dell'acqua. Leggi del moto dei fluidi in mezzi porosi: teorema di conservazione della massa, legge di Darcy, modello di acquifero confinato e freatico in due dimensioni (2D), modello di pozzo in acquifero confinato e freatico, soluzione di Theis dell'equazione della diffusività per pozzo in falda confinata ed in falda freatica. Soluzione di Cooper-Jacob per pozzo in falda confinata. ed in falda freatica, principio di sovrapposizione degli effetti, soluzione dell'equazione della diffusività per pozzo ad abbassamento prefissato, portate ai pozzi in falda confinata. ed in falda freatica in condizioni stazionarie. Flusso parallelo: falda confinata a spessore costante in regime stazionario, falda semiconfinata a spessore costante in regime stazionario, falda confinata a spessore variabile in regime stazionario, falda semiartesiana in regime stazionario, falda freatica in regime transitorio, falda freatica in r.s., falda freatica in due strati sovrapposti con diversa conducibilità idraulica, falda freatica con variazione orizzontale della conducibilità idraulica, falda freatica in regime stazionario, falda freatica con

alimentazione verticale in regime stazionario Identificazione dei parametri immagazzinamento  $S$ , e trasmissività  $T$  degli acquiferi mediante prove di produzione in pozzi in falda confinata ed in falda freatica in regime stazionario ed in regime transitorio: metodi di (Thiem, Theis, Chow, Jacob, Jacob-Lohamm, Hantus-Jacob, Stalman-Bower, Neuman). Metodi di perforazione dei pozzi ad acqua, completamento dei pozzi, filtri e dreni, chiusura intercapedine foro-colonna, messa in produzione, prove di pozzo, capacità specifica e efficienza di un pozzo. Metodo delle differenze finite (DF) per l'integrazione numerica di equazioni differenziali: schemi alle DF per derivate prime e seconde, errori di troncamento, stabilità numerica, esempi di discretizzazione di equazioni differenziali alle derivate parziali. Moto nella zona parzialmente satura del sottosuolo: equazioni per modello di flusso di due fasi non miscibili (aria, acqua), curve di ritenzione e di permeabilità relativa, legge di Darcy generalizzata per il moto polifasico, equazioni per modello di flusso nell'insaturo quando si considera la fase aria immobile, equazione di Richards in 1D, discretizzazione alle DF della forma  $h$  (carico) e  $t$  (contenuto d'acqua) dell'equazione di Richards, modello semplificato di Green-Ampt per calcolare l'infiltrazione dell'acqua in suolo parzialmente saturo. Trasporto di inquinanti solubili in acqua: equazione del trasporto, soluzioni analitiche equazione del trasporto in 1d e 2D, sorgenti dell'inquinamento, tipi di inquinamento, misure preventive, misure di emergenza e modalità di indagine, interventi di contenimento e di bonifica, controllo dell'efficacia degli interventi di bonifica dei terreni. Tecnica di integrazione delle equazioni differenziali con la tecnica degli elementi finiti: metodi di interpolazione (residui pesati, minimi quadrati, collocazione, Galerkin), operatori funzionali lineari, combinazioni lineari di funzioni, discretizzazione spaziale con elementi finiti, modello di flusso 1D e 2D con EF alla Galerkin, schemi per l'integrazione numerica di sistemi di equazioni differenziali ordinarie. Metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni algebriche lineari: Metodi diretti: Gauss, di fattorizzazione, algoritmo di Thomas per sistemi tridiagonali a banda stretta ed a banda larga, metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, PSOR, LSOR.

## Testi / Bibliografia

- 1- dispensa del docente.
- 2- G. DE MARSILY 'QUANTITATIVE HYDROLOGY - Groundwater Hydrology for engineers', Academic Press, 1986.
- 3- W. KINZELBACH 'Groundwater modelling - An introduction with sample programs in BASIC', Elsevier, New York, 1986.
- 4- J.J. CONNOR AND C.A. BREBBIA 'Finite element technique for fluid flow', Newnes-Butterworths, London 1976.
- 5- N. Kresic, 'Quantitative solutions in hydrology and groundwater modeling', CRC Lewis Publisher, 1997.
- 6- G. Chiesa 'Idraulica delle acque di falda', Dorio Flaccovio Editore, 1994.

## Metodi didattici

Le lezioni saranno di tipo tradizionale con dimostrazioni svolte alla lavagna e con esercitazioni numeriche riguardanti gli argomenti trattati durante le lezioni. Verranno inoltre consegnati ed illustrati agli studenti codici di calcolo alle differenze finite ed agli elementi finiti per la simulazione di problemi di flusso e di trasporto di inquinanti, ciò al fine di abituare gli studenti all'uso di codici di calcolo attualmente largamente utilizzati nella progettazione di opere ingegneristiche.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale e conterrà domande atte ad accertare la conoscenza teorica della materia, verranno inoltre fatte domande per la soluzione di semplici problemi pratici.

## Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa, proiettore.

## 44705 - INGEGNERIA DEGLI SCAVI LS

<b>Docente:</b>	FABBRI SANTE
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno gli elementi necessari per la progettazione e realizzazione di scavi a cielo aperto, di sbancamenti, di gallerie civili e minerarie. Verranno apprese le principali metodologie e tecnologie di scavo, saranno in grado di scegliere, in relazione alla geologia, al terreno ed alla roccia, il metodo più efficace ed economico. Verranno acquisite conoscenze sullo scavo meccanizzato, con esplosivi, ecc. inoltre, avranno conoscenze per affrontare scavi in aree urbane, sotto falda ed in aree non antropizzate.

**Programma / Contenuti**

Finalità e campi di interesse dell'insegnamento sono i metodi e le tecnologie di scavo di gallerie e la scelta delle macchine in relazione alle diverse situazioni.

Fornisce i principali elementi geologico-tecnici allo scopo di scegliere il metodo più idoneo per lo scavo, sia in terreni sciolti, sia in roccia.

Norme tecniche riguardanti le indagini. Finalità delle indagini: preliminari alla scelta del metodo di scavo, per la previsione delle condizioni di stabilità e per il progetto dei consolidamenti; in corso d'opera per il controllo dell'efficacia della tecnica e del metodo di scavo. Indagini per la caratterizzazione completa del sito; sondaggi geognostici; indagini geofisiche; cunicoli esplorativi; affidabilità della ricostruzione geologica.

Caratteristiche dei terreni e delle rocce; sistemi di classificazione; caratterizzazione meccanica dei terreni e delle rocce ai fini dello scavo.

Nella realizzazione di gallerie verranno prese in esame le tecniche di scavo, la sezione e lo sviluppo planimetrico, le fasi di scavo, di abbattimento, di caricamento e trasporto del frantumato.

Scavo tradizionale:

- con esplosivi: perforazione; volate in sotterraneo ed a cielo aperto; sovrascavi; spari controllati.
- con escavatori; ripper.
- con demolitori idraulici; con le frese puntuali; con abbattimento idraulico, impiegando la metodologia N.A.T.M. o A.DE.CO.

Scavo meccanizzato:

- con frese TBM; scudate; doppio scudate; mixschild; microtunneling.

Organizzazione del cantiere per la realizzazione di gallerie e sbancamenti, individuazione delle fasi di lavoro ed i relativi tempi.

Le principali forme di energia impiegate, gli impianti per la produzione di aria compressa, eduazione delle acque, i circuiti oleodinamici delle macchine impiegate nell'ingegneria degli scavi.

Problemi di salubrità e sicurezza. Scavo di gallerie in presenza di gas; scavo con l'ausilio di motori a combustione interna ed elettrici.

Ventilazione ed impianti di ventilazione. Controllo delle polveri, dei gas, del microclima, della temperatura e dell'umidità.

Le esercitazioni forniscono i principali elementi per la scelta delle macchine, il dimensionamento degli scavi per opere civili e della ventilazione.

**Testi / Bibliografia**

Articoli tecnici e scientifici forniti dal docente.

Testi consigliati:

M. BRINGIOTTI, GUIDA AL TUNNELING L'EVOLUZIONE E LA SFIDA, ED. PEI, PARMA,

**Metodi didattici**

Durante le esercitazioni verranno affrontate problematiche inerenti la realizzazione di grandi opere di scavo civili; gallerie ferroviarie, stradali, ecc.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento è orale che valuterà la conoscenza teorico-pratica dello studente. Lo studente può presentare una relazione su problematiche inerenti lo scavo di opere civili o minerarie, anche questo elaborato verrà valutato durante l'esame.

Tesi di laurea: prevalentemente a carattere applicativo

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori, cantieri civili e minerari di scavo, ecc.

**44711 - INGEGNERIA DEI GIACIMENTI DI IDROCARBURI LS**

<b>Docente:</b>	GOTTARDI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Scopo dell'Insegnamento è di fornire le conoscenze di base per lo studio dei giacimenti di petrolio e di gas naturale, per la progettazione del loro sviluppo e per la loro coltivazione razionale. A complemento degli argomenti trattati si suggerisce allo studente di seguire l'insegnamento di Produzione e trasporto degli idrocarburi.

**Programma / Contenuti**

Giacimenti di idrocarburi: condizioni di esistenza di giacimenti di olio e di gas, sedimentologia, genesi degli idrocarburi e loro migrazione, temperatura e pressione in giacimento.

Fluidi di giacimento: composizione, comportamento di fase in condizione di giacimento, proprietà termodinamiche dei fluidi di giacimento, comportamento volumetrico dei gas e gas a condensati, comportamento volumetrico e viscosità dell'olio, viscosità dell'olio contenente gas disciolto, correlazioni per valutare la solubilità del gas nell'olio, fattore di volume e di comprimibilità dell'olio, proprietà dell'acqua di giacimento.

Rocce di giacimento: analisi carote, porosità, comprimibilità, bagnabilità, concetti base di capillarità, drenaggio e imbibizione, curve di pressione capillare, conversione di curve di pressione capillare di laboratorio a condizioni di giacimento, calcolo della curva media di pressione capillare di un giacimento -funzione di Leverett, porosità, permeabilità assoluta.

Proprietà dinamiche della roccia: porosità, permeabilità, curve di permeabilità relativa (gas-olio e olio-acqua), permeabilità effettiva, calcolo della curva di permeabilità media per una unità sedimentaria, uso dell'analisi statistica per la zonazione di un giacimento.

Valutazione delle riserve di olio e gas: definizioni, classificazione di riserve sulla base dello stato di produzione, dati di base per il calcolo volumetrico delle riserve, area del giacimento, spessore produttivo del giacimento, porosità e porosità media, saturazione in acqua e valor medio della saturazione, fattore di volume dell'olio, fattore di volume del gas, fattore di recupero. Classificazione dei giacimenti sulla base del contenuto in volume di idrocarburi. Flusso radiale nei mezzi porosi per fluidi poco comprimibili: equazione per flusso radiale monofasico, linearizzazione dell'equazione della diffusività, flusso radiale orizzontale, forma adimensionale dell'equazione di diffusività radiale per fluido monofasico a comprimibilità costante, soluzione dell'equazione della diffusività in regime transitorio, pseudo stazionario e stazionario, applicazione ad un pozzo reale, effetto skin. Il principio di sovrapposizione degli effetti utilizzato per la soluzione dell'equazione della diffusività.

Interpretazione delle prove di produzione in pozzi ad olio: calcolo della pressione del tempo e raggio adimensionali, prove di produzione a portata costante, prove di produzione a portata a gradini, uso delle curve tipo, fattore di skin dovuto alla geometria, prove di interferenza tra pozzi.

Interpretazione delle prove di produzione in pozzi a gas: pseudo pressione per un gas reale, linearizzazione dell'equazione della diffusività per un gas reale, forma adimensionale dell'equazione della diffusività per gas, flusso non-Darcy, flusso orizzontale del gas verso il pozzo, flusso in regime transitorio, pseudo stazionario e stazionario. Soluzione generalizzata dell'equazione della diffusività per flusso di gas, prova di massima erogazione di un pozzo, prova di erogazione "back pressure", prove a produzione intermittente (isocronal test flow), prove di declino di pressione per produzione multiple, prove di risalita della pressione.

Modelli di valutazione dell'ingresso acqua in giacimento: Schilthuis, Huntus, global equation, Van Everdinge-Hurst, e Fetkovich.

Equazione di bilancio di massa e predizione della produzione di gas nel tempo per: giacimenti di gas secco e a gas condensati a contatto con acquifero. Mantenimento della pressione in giacimenti di gas a condensati mediante iniezione d'acqua o di gas. Calcolo del comportamento di fase e volumetrico di un giacimento di gas a condensati mediante EOS. Equazione generale di bilancio di massa per un giacimento di olio, gli indici di spinta, bilancio di massa per giacimento ad olio sottosaturato e giacimento di olio saturo senza cappa di gas. Spiazzamento con fluidi immiscibili in mezzo poroso omogeneo: equazione del flusso frazionario, equazione dello spiazzamento di Buckley-Leverett, curve di flusso frazionario con concavità verso il basso, verso l'alto ed a forma di S. Calcolo del valore medio di saturazione di olio dietro al fronte di spiazzamento con acqua utilizzando l'equazione di Weldge. Calcolo del recupero di olio in funzione del tempo. L'influenza della viscosità e della velocità di spiazzamento nel recupero di olio in un processo di spiazzamento con acqua. Fattori che influenzano il recupero di olio in processi di spiazzamento con acqua: efficienza di spiazzamento microscopica, efficienza volumetrica di invasione, ed efficienza di invasione verticale. Coni d'acqua e di gas, calcolo della portata critica per cono d'acqua e di gas.

Simulazione del comportamento di un giacimento mediante modelli numerici: filosofia e metodologia della modellazione numerica, classificazione dei modelli sulla base della geometria e sul numero delle fasi mobili, l'equazione di continuità, equazione del moto per un fluido monofasico poco comprimibile, equazione del flusso per un gas, equazione di flusso per due o tre fasi senza scambio di massa tra le fasi, equazioni per modello trifasico con scambio di massa per olio pesante tipo "black oil" e per olio volatile, modello di flusso composizionale.

Concetti di base sull'integrazione di modelli di giacimento con l'uso della tecnica alle differenze finite (DF): rappresentazione alle DF delle derivate spaziali del primo e del secondo ordine, errori di troncamento e condizioni di stabilità di uno schema alle DF. Forma matriciale di uno schema alle DF. Diverso grado di implicitità nella realizzazione dei codici a multifase: IMPES (Implicit Pressure Explicit Saturations), SEQ (Sequential), SIMULTANEOUS (metodo completamente implicito).

Risoluzione di sistemi sparsi di equazioni lineari: metodi diretti (metodo ad eliminazione di Gauss, metodi di fattorizzazione, algoritmo di Thomas per sistemi tridiagonali), metodi iterativi (Jacobi, Gauss Siedel, LSOR).

### Testi / Bibliografia

- GIAN LUIGI CHERICI, PRINCIPI DI INGEGNERIA DEI GIACIMENTI PETROLIFERI, VOL. 1-2, AGIP, 1991 - L.P. DAKE, FUNDAMENTAL OF RESERVOIR ENGINEERING, ELSEVIER, NEW-YORK, 1978

### Metodi didattici

Le lezioni saranno di tipo tradizionale con dimostrazioni svolte alla lavagna e con esercitazioni numeriche riguardanti gli argomenti trattati durante le lezioni. Verranno inoltre consegnati ed illustrati agli studenti codici di calcolo alle differenze finite ed agli elementi finiti per la simulazione di problemi di flusso e di trasporto

di inquinanti, ciò al fine di abituare gli studenti all'uso di codici di calcolo attualmente largamente utilizzati nella progettazione di opere ingegneristiche.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento è orale e conterrà domande atte ad accertare la conoscenza teorica della materia, verranno inoltre fatte domande per la soluzione di semplici problemi pratici.

### **Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna luminosa, proiettore.

## **44603 - INGEGNERIA DEI PLASMI LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	BORGHI CARLO ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica 0455 - Ingegneria energetica 0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo fondamentale del corso è dare le conoscenze di base sulle tecnologie che riguardano l'ingegneria dei plasmi. La prima parte del corso è rivolta ai principi di base della della Fisica dei Plasmi e della Magnetofluidodinamica, disciplina che riguarda lo studio della dinamica di un plasma. Nella seconda parte vengono presi in esame aspetti fondamentali di alcune tecnologie basate sull'utilizzo dei plasmi, ed in particolare l'interazione MHD e le sue principali applicazioni, la fusione termonucleare controllata e le principali tecnologie industriali al plasma per il trattamento di superfici.

### **Programma / Contenuti**

#### **Elementi di fisica dei plasmi:**

Moto delle particelle cariche: moto di una particella carica in campi elettromagnetici, momento magnetico di una particella carica ed invarianti adiabatiche, specchi magnetici. Processi radiativo-collisionali: particelle fondamentali di un plasma, sezioni d'urto e velocità di reazione, velocità di massa di un plasma, corrente elettrica di conduzione e di convezione, collisioni elastiche, collisioni Coulombiane e collisioni non elastiche nei gas ionizzati. Processi radiativi: radiazioni bound-bound, emissione spontanea, emissione forzata ed assorbimento, allargamento di linea, radiazioni bound-free e radiazioni free-free. Comportamento statistico dei plasmi: distribuzione Maxwelliana della velocità, relazioni di Boltzmann, relazione di Saha e relazione di Plank, principio del bilancio dettagliato, regimi di equilibrio. Fenomeni collettivi e grandezze caratteristiche del plasma: lunghezza di Debye, potenziale schermato di Coulomb ed effetto guaina, frequenza propria del plasma, conducibilità elettrica in un gas ionizzato, parametro di Hall, legge di Ohm generalizzata. Descrizione dei campi magnetofluidodinamici: approssimazione MHD, equazioni dell'Elettrodinamica ed equazioni della Fluidodinamica, regimi diffusivo e convettivo, numero di Reynolds magnetico e parametro di interazione, equazioni di conservazione per plasmi in parziale equilibrio termodinamico locale.

#### **Conversione magnetofluidodinamica dell'energia:**

Interazione MHD: principali applicazioni MHD, il generatore ed il propulsore MHD, controllo MHD della resistenza e dell'assetto aerodinamico, e dei flussi termici per mezzo di dispositivi MHD. Leggi fondamentali della magnetofluidodinamica in un gas ionizzato: leggi dell'Elettrodinamica e della fluidodinamica, flussi di Hartmann, cinetica del plasma e conducibilità del non equilibrio. Conservazione diretta dell'emergia: il generatore MHD, elementi di progetto del generatore MHD ed impianti MHD.

#### **Fusione termonucleare controllata:**

Principio fisico della fusione e caratteristiche principali dei plasmi fusionistici: principali reazioni di fusione, barriera Coulombiana e probabilità di reazione, bilanci energetici, criterio di pareggio e criterio di ignizione, legge di Lawson, confinamento magnetico del plasma, superfici di confinamento e proprietà diamagnetiche del plasma, configurazioni lineari, z-pinch ed equazione di Bennet, z-pinch stabilizzati, configurazioni toroidali, calcolo del campo magnetico di equilibrio, fattore di sicurezza ed ergodicità del sistema magnetico, tipi di configurazioni toroidali, il tokamak, il reversal field pinch e lo stellarator, instabilità nei plasmi fusionistici, instabilità MHD nelle configurazioni lineari e nelle configurazioni toroidali, stabilizzazione delle configurazioni toroidali, riscaldamento del plasma, aspetti ingegneristici della macchina tokamak.

#### Tecnologie a plasma Trattamento di superfici:

Pulizia, degassamento e sterilizzazione a plasma, impianto di ioni nei solidi, incisione a plasma deposizione di strati sottili, tecnologie a plasma per la microelettronica.

#### Testi / Bibliografia

1. M. Mitchner and C.H. Kruger, *Partially Ionized Gases*, John Wiley and Sons, New York 1973
2. J.D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, John Wiley and Sons, New York 1975
3. L. Spitzer, *Physics of Fully Ionized Gases*, Intersciences, 1962
4. R.J. Rosa, *Magnetohydrodynamic Energy Conversion*, McGraw Hill, 1968
5. T.J. Dolan, *Fusion Research*, Pergamon Press, 1980
6. J.R. Roth, *Industrial Plasma Engineering: Vol. I and II*, Institute of Physics Publishing, Philadelphia 1995

#### Metodi didattici

Le lezioni sono fatte con l'ausilio di supporto in Power Point.

Per gli studenti del corso è possibile scegliere tesi di tipo teorico, numerico e sperimentale sugli argomenti fatti.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova d'esame è orale.

#### Strumenti a supporto della didattica

Copia del supporto Power Point delle lezioni sono forniti agli studenti.

## 57922 - INGEGNERIA DEI PROCESSI DI SEPARAZIONE L

<b>Docente:</b>	CAMERA RODA GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Progettazione di apparati ed impianti per la separazione di materiali e composti in miscela e sospensione.

Capacità di analisi del funzionamento di apparati.

Scelta ed ottimizzazione di processi di separazione.

#### Programma / Contenuti

>Concetto di operazioni unitarie

>Separazioni solido-fluido:

- Caratterizzazione del particolato
- Filtrazione
- Sedimentazione

- Centrifugazione
- Separazioni liquido-liquido
- Decantatori gravitazionali e centrifughi

>Processi a membrana

>Psicrometria:

- Diagramma psicrometrico
- Temperatura di bulbo umido
- Colonna a saturazione adiabatica
- Torri di raffreddamento

>Concentrazione per evaporazione

>Stadi di equilibrio ed analisi dei gradi di libertà

>Distillazione

- Richiamo delle nozioni principali riguardanti gli equilibri liquido-vapore
- Distillazione differenziale
- Distillazione frazionata di miscele binarie

### Testi / Bibliografia

Kern, Process Heat Transfer, McGraw Hill

Foust, Wenzel, Clump, Maus e Andersen, I principi delle operazioni unitarie

Coulson e Richardson, Chemical Engineering, terza edizione, vol.2

McCabe, Smith e Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering

### Metodi didattici

Illustrazione dell'applicazione dei metodi di progetto e di analisi presentati per via teorica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento é orale. Il candidato durante la prova dovrà dimostrare, rispondendo alle domande rivolte, il grado di conoscenza nel settore e la capacità di affrontare problematiche riguardanti gli argomenti affrontati durante il corso. Verrà anche valutata la correttezza e l'organizzazione della presentazione che il candidato saprà fornire nell'illustrare le tematiche trattate durante la prova.

In alternativa alla prova orale la valutazione potrà basarsi, in base alla scelta del candidato, solo sui risultati di due prove scritte "parziali" che saranno tenute durante il periodo di svolgimento dell'insegnamento. In tali prove gli argomenti da affrontare ed i criteri di giudizio saranno gli stessi stabiliti per la prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni in laboratorio

Illustrazione delle modalità di risoluzione di problemi tramite l'utilizzo di computer.

## 17930 - INGEGNERIA DEL SOFTWARE L-A

<b>Docente:</b>	BELLAVIA GIUSEPPE
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Acquisizione di una preparazione di base sulle metodologie e sulle tecniche object-oriented per l'analisi, il progetto e la realizzazione di sistemi software

**Programma / Contenuti**

1. Introduzione all'ingegneria del software; prodotto software.
2. Processo di sviluppo del software: studio di fattibilità, analisi e specifica dei requisiti, progettazione, realizzazione e collaudo dei moduli, integrazione e collaudo del sistema, utilizzo e manutenzione; fattori di qualità del software; modello a cascata, modelli evolutivi, extreme programming, analisi dei rischi, modello a spirale di Boehm.
3. Analisi e progettazione orientata agli oggetti: linguaggi di modellazione, UML.
4. Analisi: raccolta dei requisiti e loro validazione, analisi del dominio, analisi dei requisiti, casi d'uso e scenari, modello dei dati, individuazione delle classi e delle responsabilità, individuazione delle relazioni tra classi (ereditarietà, collaborazioni, associazioni), individuazione di attributi e metodi; modello dinamico: diagrammi di sequenza e di stato.
5. Progettazione: implementazione delle associazioni, classi contenitore, classi generiche, identificazione degli oggetti, visibilità, classi radice, struttura a livelli di un'applicazione, supporto al livello data logic.
6. Principi di progettazione: rigidità, fragilità e immobilità del software; "Single Responsibility Principle", "The Open/Closed Principle", "The Liskov Substitution Principle", "The Dependency Inversion Principle", "The Interface Segregation Principle"; design pattern.
7. Introduzione al framework .NET e al linguaggio C#.

**Testi / Bibliografia**

- Fotocopie slide visti a lezione
- E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides, Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison Wesley, 1998
- J. Arlow, I. Neustadt, UML e Unified Process – Analisi e progettazione object-oriented, McGraw-Hill, 2003

**41573 - INGEGNERIA DEL SOFTWARE LS**

<b>Docente:</b>	NATALI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano ed inglese (per documentazione)

**Programma / Contenuti**

- La documentazione di progetto: impostazione di un ambiente iniziale di riferimento.
- Gli strumenti di lavoro (Ant, JUnit, Maven, Eclipse) e i processi di produzione a spirale.
- La parte pre-costruttiva del processo: il ruolo dell'analisi del problema e della architettura logica della applicazione.
- Il ruolo delle interfacce (intese come contratti) nella analisi, progetto e collaudo.
- La pianificazione del collaudo come contributo alla progettazione.
- Metodologie per la modellazione di un sistema: l'architecture driven design e i pattern architetturali.

- Lo spazio delle scelte nella progettazione: il caso dei supporti per la interazione.
- Dai modelli eseguibili al codice come modello: MDA e XP.
- Progettare e costruire elementi riusabili: dagli oggetti ai componenti software.
- Il mondo Java come tecnologia di riferimento per la costruzione di applicazioni.
- Componenti software e OSGi.
- I Web Services and SOA come tecnologia di riferimento per la costruzione di applicazioni distribuite.
- Componenti software e OSGi
- Il modello e le infrastrutture ad agenti (modulo da 2 crediti)
- Progettazione e costruzione di un caso di studio

### Testi / Bibliografia

Dispense a cura del docente, corredate di riferimenti bibliografici commentati.

Il sito di riferimento è <http://edu222.deis.unibo.it>

### Metodi didattici

Il corso prevede una stretta interazione tra la parte teorica e la parte pratica in laboratorio

La parte applicativa che viene impostata simulando, per quanto possibile, un ambiente di produzione industriale, focalizzando l'attenzione su forme di lavoro cooperativo, avvalendosi anche di supporti di eLearning.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Viene proposto un tema di progetto da affrontare in due fasi.

La prima fase inizia dalla pubblicazione di un testo di requisiti per un sistema software da progettare costruire; tale fase deve terminare con la produzione di un prototipo del sistema software e del sito del progetto. Questa fase può essere svolta in modo individuale o in gruppi, di al più tre persone ciascuno.

La seconda fase consiste in una discussione individuale orale dell'elaborato.

### Strumenti a supporto della didattica

Il materiale didattico viene presentato attraverso slides e dispense, sarà reso disponibile agli studenti in formato pdf e in forma ipertestuale in rete sia via web (si veda <http://edu222.deis.unibo.it>) sia attraverso sistemi di eLearning (si veda <http://137.204.107.78/moodle/>).

## 09043 - INGEGNERIA DEL TERRITORIO

<b>Docente:</b>	SALIZZONI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli enormi cambiamenti intervenuti nella progettazione, esecuzione e gestione delle opere di ingegneria hanno reso sempre più inadeguata una certa figura di ingegnere o architetto, ereditata dal secolo scorso, ma fino a poco tempo fa ancora presente a livello di indirizzi di studio. Si trattava di un tecnico con una formazione di base prevalentemente strutturistica o, rispettivamente storico/compositiva, indirizzata alla progettazione di nuove opere, e portato a concepire il progetto come attività autonoma e in se stessa compiuta. La crisi di questo modello ha portato sinora a differenziare la professione in uno spettro sempre più ampio di specializzazioni.

Oggi, proprio l'accresciuta complessità dei problemi richiede delle figure professionali capaci di ricondurre ad una sintesi lo studio delle diverse attività umane che si svolgono sul territorio, e che spesso rischiano (specie nel nostro paese) di trasformarsi in variabili non correlate ed incontrollabili.

Non si tratta quindi di operare questa sintesi come compendio di conoscenze tecnologiche: in questo campo, anzi, la continua dilatazione delle conoscenze richiederà sempre di più la specializzazione. Si tratta piuttosto di creare un professionista (ingegnere-architetto) capace di individuare e di gestire tutte le complesse relazioni che intervengono in un progetto, sia in senso verticale (determinazione delle esigenze da soddisfare - ottimizzazione delle scelte e delle procedure di attuazione - modalità di gestione) sia in senso orizzontale (interfaccia con altri elementi del territorio interessati dal progetto; interferenze con altri progetti).

## Programma / Contenuti

Temi approfonditi nel corso

- Le regole: richiami di Legislazione urbanistica nazionale regionale
- Elementi di analisi dell'ambiente urbano e extraurbano
- Dalla legislazione alla trasformazione del territorio: richiami ed elementi di tecnica urbanistica (strumenti attuativi, cartografi, indici, standard...)
- Pianificazione urbanistica e territoriale: presentazione di casi di studio
- Pianificazione e sicurezza: vulnerabilità urbana e rischio sismico
- La sostenibilità della pianificazione: ambiente, paesaggio e tutele
- Le infrastrutture per la mobilità nella pianificazione urbana e territoriale
- Procedure di Garanzia della Qualità e elementi di finanza di progetto

## Metodi didattici

Modalità di svolgimento del corso

Il corso si articola nel ciclo di lezioni ed esercitazioni individuali e di gruppo.

Le dispense saranno rese disponibili sul sito del docente.

L'esame consisterà in una parte teorica e nella verifica del lavoro svolto nel corso dell'esercitazione.

Qualora lo studente manifesti interesse per un approfondimento da svolgere nella tesi di laurea, il lavoro potrà essere orientato dall'inizio ad un risultato più completo, fino alla reale fattibilità dell'opera, da quella ingegneristica a quella economico finanziaria.

L'esercitazione consisterà nella analisi critica di un progetto dal punto di vista della fattibilità e sostenibilità.

## 14573 - INGEGNERIA DEL TERRITORIO LS

<b>Docente:</b>	SALIZZONI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Gli enormi cambiamenti intervenuti nella progettazione, esecuzione e gestione delle opere di ingegneria hanno reso sempre più inadeguata una certa figura di ingegnere o architetto, ereditata dal secolo scorso, ma fino a poco tempo fa ancora presente a livello di indirizzi di studio. Si trattava di un tecnico con una formazione di base prevalentemente strutturistica o, rispettivamente storico/compositiva, indirizzata alla progettazione di nuove opere, e portato a concepire il progetto come attività autonoma e in se stessa compiuta.

La crisi di questo modello ha portato sinora a differenziare la professione in uno spettro sempre più ampio di specializzazioni.

Oggi, proprio l'accresciuta complessità dei problemi richiede delle figure professionali capaci di ricondurre ad una sintesi lo studio delle diverse attività umane che si svolgono sul territorio, e che spesso rischiano (specie nel nostro paese) di trasformarsi in variabili non correlate ed incontrollabili.

Non si tratta quindi di operare questa sintesi come compendio di conoscenze tecnologiche: in questo campo, anzi, la continua dilatazione delle conoscenze richiederà sempre di più la specializzazione. Si tratta piuttosto di creare un professionista (ingegnere-architetto) capace di individuare e di gestire tutte le complesse relazioni che intervengono in un progetto, sia in senso verticale (determinazione delle esigenze da soddisfare - ottimizzazione delle scelte e delle procedure di attuazione - modalità di gestione) sia in senso orizzontale (interfaccia con altri elementi del territorio interessati dal progetto; interferenze con altri progetti).

### Programma / Contenuti

Temî approfonditi nel corso

- Le regole: richiami di Legislazione urbanistica nazionale regionale
- Elementi di analisi dell'ambiente urbano e extraurbano
- Dalla legislazione alla trasformazione del territorio: richiami ed elementi di tecnica urbanistica (strumenti attuativi, cartografi, indici, standard...)
- Pianificazione urbanistica e territoriale: presentazione di casi di studio
- Pianificazione e sicurezza: vulnerabilità urbana e rischio sismico
- La sostenibilità della pianificazione: ambiente, paesaggio e tutele
- Le infrastrutture per la mobilità nella pianificazione urbana e territoriale
- Procedure di Garanzia della Qualità e elementi di finanza di progetto

### Metodi didattici

Modalità di svolgimento del corso

Il corso si articola nel ciclo di lezioni ed esercitazioni individuali e di gruppo.

Le dispense saranno rese disponibili sul sito del docente.

L'esame consisterà in una parte teorica e nella verifica del lavoro svolto nel corso dell'esercitazione.

Qualora lo studente manifesti interesse per un approfondimento da svolgere nella tesi di laurea, il lavoro potrà essere orientato dall'inizio ad un risultato più completo, fino alla reale fattibilità dell'opera, da quella ingegneristica a quella economico finanziaria.

L'esercitazione consisterà nella analisi critica di un progetto dal punto di vista della fattibilità e sostenibilità.

## 23859 - INGEGNERIA DELLE MATERIE PRIME L

<b>Docente:</b>	BONOLI ALESSANDRA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le nozioni di base e specialistiche sulle tecniche, le macchine e gli impianti utilizzati per la preparazione delle materie prime, a partire dai materiali rocciosi e dai minerali estratti dal suolo e dal sottosuolo, e per il recupero di materie secondarie derivanti dal trattamento e dal riciclaggio dei rifiuti solidi.

### Programma / Contenuti

Brevi cenni storici.

Uso sostenibile delle risorse. Generalità sui materiali rocciosi e sui minerali. Principali proprietà dei minerali. La campionatura in situ e in laboratorio. Peso del campione e criteri di rappresentatività. La granulometria di un insieme di particelle solide. Realizzazione in laboratorio delle analisi granulometriche e loro rappresentazione analitica. La classificazione per dimensioni: classificazione per via diretta e indiretta. La vagliatura industriale. Principali tipi di vagli. I vibrovagli: capacità e rendimento. Basi teoriche della classificazione per via indiretta: legge del moto di un corpo solido immerso in un fluido. I classificatori

industriali: classificatori meccanici e centrifughi. Gli idrocicloni. Il rendimento della classificazione indiretta. I bacini di decantazione: dimensionamento e criteri di progettazione. Il pretrattamento e il trattamento primario fisico-meccanico delle acque di scarico: grigliatura e filtrazione, sedimentazione, flottazione. La comminazione. Teoria della comminazione per la determinazione dei consumi energetici. Le leggi della comminazione. Ddefinizione e calcolo del 'work index'. La frantumazione. Tipi di frantoi. Parametri progettuali e di funzionamento. La macinazione. Tipi di mulini. I mulini cilindrici a sfere e a barre: calcolo dell'energia assorbita, scelta dei corpi macinanti e dei rivestimenti. La macinazione nell'industria ceramica. La concentrazione. Le principali metodologie di concentrazione. La preconcentrazione a mezzi densi (sink-float). Metodi gravimetrici: i crivelli e le tavole a scosse. La separazione magnetica ed elettrostatica. La flottazione: le basi teoriche chimico-fisiche. La tecnologia della flottazione, le macchine, gli impianti. Il trattamento e gli impianti di preselezione dei rifiuti solidi. Macchine e impianti per il recupero e il riciclaggio. Riciclaggio per filiere: i rifiuti elettrici ed elettronici, i rifiuti inerti da costruzione e demolizione, alluminio e altri metalli, ecc. Casi specifici di progettazione: schemi generali di un impianto completo di arricchimento, di un impianto di preparazione degli inerti, di un impianto di preselezione dei rifiuti. LCA dei materiali e introduzione ad altri sistemi di gestione ambientale..

### Testi / Bibliografia

Dispense del corso redatte dal docente.

Testi in consultazione presso la biblioteca del dipartimento fra cui si consiglia:

Wills, Mineral processing technology, Pergamon Press.

### Metodi didattici

Il corso prevede esercitazioni in aula e in laboratorio, visite tecniche e seminari su argomenti specifici del programma.

In aula proiezione di lucidi con lavagna luminosa e di immagini al computer con video proiettore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale con risoluzione di un breve esercizio.

### Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede esercitazioni in aula e in laboratorio, visite tecniche e seminari su argomenti specifici del programma.

In aula proiezione di lucidi con lavagna luminosa e di immagini al computer con video proiettore.

## 19231 - INGEGNERIA E TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO L-A

<b>Docente:</b>	TILLI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Le conoscenze che l'allievo deve acquisire al termine del Corso riguardano i principali aspetti ingegneristici e tecnologici connessi alla realizzazione, a livello industriale, dei moderni sistemi di controllo e di automazione.

In particolare, dovranno essere assimilati i principi e le caratteristiche di base relativi a:

- architetture tipiche e principali componenti dei sistemi di controllo e automazione industriale (sensori, attuatori, sistemi di elaborazione, elettronica di interfacciamento, sistemi di comunicazione);
- sistemi software per il controllo e l'automazione.

Le abilità che, invece, devono essere conseguite al termine del corso sono le seguenti:

- capacità di impostare e sviluppare il progetto di una applicazione software per l'automazione di media complessità;
- capacità di effettuare il progetto di massima dell'elettronica analogica/digitale per l'acquisizione di segnali provenienti da sensori, in sistemi di elaborazione digitali;
- capacità di effettuare la scelta della tipologia e della taglia di azionamenti elettrici per applicazioni di controllo del moto (gli "azionamenti elettrici" sono un particolare tipo di attuatori).

## Programma / Contenuti

### Finalità del Corso

L'obiettivo del corso è illustrare i principali aspetti ingegneristici e tecnologici connessi con la realizzazione, a livello industriale, dei moderni sistemi di controllo e di automazione.

Gli argomenti trattati sono suddivisibili in due tematiche principali:

- architettura e componenti dei sistemi di controllo e automazione industriale;
- software per il controllo e l'automazione.

Nell'ambito della prima tematica vengono brevemente discusse le architetture hardware dei sistemi di controllo mappando gli "schemi funzionali" visti nei moduli di Controlli Automatici in "schemi tecnologici". Successivamente, vengono presentate le principali classi di dispositivi utilizzati nella realizzazione di sistemi di controllo. Per ogni classe sono analizzati alcuni componenti, con particolare riferimento ad i criteri di scelta e dimensionamento in funzione dell'applicazione considerata.

Nell'ambito della seconda tematica sono presentati i principali aspetti dell'implementazione su sistemi software di algoritmi di controllo e di gestione dell'automazione di processo. In dettaglio, viene introdotta la problematica di gestione delle diverse fasi di funzionamento di un sistema (automazione di processo) tramite lo standard IEC61131. Particolare attenzione è dedicata all'implementazione su PLC (Programmable Logic Controller) che costituisce uno standard-de-facto per l'automazione di processo. Tramite l'utilizzo di un opportuno CAD, sono presentati diversi esempi agli studenti ai quali viene, in seguito, richiesto di affrontare autonomamente un problema di automazione assegnato dal docente.

### Propedeuticità

E' indispensabile avere conoscenze di base di Controlli Automatici.

E' consigliabile aver seguito i moduli di Controlli Automatici LA ed LB

### Programma

- Generalità sull'architettura tecnologica di sistemi di controllo.
- Trasduttori: definizione, classificazione (sensori e attuatori), caratterizzazione.
- Principali sensori per l'automazione:  
Posizione: potenziometro, resolver, encoder. Velocità: dinamo, resolver, encoder. Deformazione, pressione, forza: estensimetri. Temperatura: termocoppie, termoresistenze, termistori. Corrente elettrica: shunt resistivo, ad effetto Hall.
- Interfacciamento dei dispositivi di controllo con il processo:  
Amplificatore differenziale e di strumentazione. Multiplexers e Sample and Hold. Conversione analogico/digitale, digitale/analogica.
- Generalità sulle unità di elaborazione digitale per il controllo:  
Microcontrollori e DSP. PLC. PC industriali.
- Software per il controllo e l'automazione  
Cenni sui sistemi Real-Time per applicazioni di controllo.  
Gestione delle sequenze operative di macchine e impianti.  
Criteri generali di progettazione. Lo standard IEC-1131. La progettazione delle sequenze operative. Esempi. Illustrazione di un ambiente CAD per la

progettazione. Presentazione dei temi su cui eseguire il progetto.  
 Cenni su metodologie avanzate per il progetto di SW per l'automazione  
 -Cenni sui sistemi di comunicazione per l'automazione  
 -Importanti attuatori per l'automazione: gli azionamenti elettrici  
 Caratteristiche generali di un azionamento e tipologie dei motori elettrici e tecniche di controllo.  
 Problematiche relative al controllo del moto. Scelta e dimensionamento di un azionamento.

### Testi / Bibliografia

Materiale fornito dal docente.

Bonivento, Gentili, Paoli "Sistemi di automazione industriale - Architetture e controllo" McGraw-Hill, ISBN 88-386-6440-4 (consigliato)

Bonfatti, Monari, Sampieri "IEC 1131-3 Programming Methodology" CJ International (solo per approfondimenti).

### Metodi didattici

Lezioni di tipo tradizionale sono tenute in aula con l'ausilio di presentazioni Power Point. Alcune delle ore in aula vengono dedicate alla presentazione di un CAD per la progettazione di software per l'automazione. Varie esercitazioni vengono svolte alla lavagna.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste delle seguenti tre prove, le prime due obbligatorie, la terza facoltativa.

1) Esame scritto con domande sui temi del corso e 2 esercizi:

- il primo relativo a catena di interfacciamento;
- il secondo relativo a scelta e dimensionamento di azionamenti elettrici.

2) Presentazione orale del progetto di automazione (anche a gruppi di non più di tre persone).

3) Esame orale con domande sul programma del corso.

L'ordine in cui sostenere/superare le prime due prove non è vincolato.

Per ulteriori informazioni consultare la pagina web del corso (<http://www-lar.deis.unibo.it/people/atilli/Ing-Tecn-LA.html>)

### Strumenti a supporto della didattica

PC e videoproiettore per le presentazioni PowerPoint

E' disponibile un laboratorio (LAB1) dove, in certi orari, gli studenti possono effettuare esercitazioni libere inerenti il Corso.

## 58541 - INGEGNERIA E TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO L-A (6 CFU)

**Corso di Laurea:** 0233 - Ingegneria elettronica  
**Mutuato da:** 19231 - INGEGNERIA E TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO L-A (vedi p. 635)

## 44873 - INGEGNERIA PORTUALE LS

**Docente:** LAMBERTI ALBERTO  
**Corso di Laurea:** 0452 - Ingegneria civile  
**Ciclo:** 3  
**Crediti:** 6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Acquisire le nozioni fondamentali e gli strumenti necessari per la progettazione e la realizzazione di porti ed arredi portuali.

**Programma / Contenuti**

*Navi e navigazione.* Navi, dimensioni e caratteristiche. Dinamica e controllo della nave. Segnalazioni marittime. Manovre di ingresso, uscita ed accosto. Modelli di simulazione. Ampiezza degli specchi acquei necessari ai fini della navigabilità.

*Generalità.* Layout di porti industriali e turistici: esempi, criteri e tendenze. Agitazione ammessa nei porti in relazione ai natanti ed alle operazioni svolte. Contenuti del piano regolatore portuale, di progetti preliminari, definitivi ed esecutivi. Cenni all'impatto ambientale sul litorale e l'entroterra.

*Impianti ed arredi portuali.* Movimentazione e stockaggio di merci varie. Movimentazione e stockaggio di containers. Altri terminali specializzati. Organizzazione degli spazi a terra. Viabilità.

*Opere civili. Frangiflutti a gettata.* Tipologia, elementi e funzioni. Cantiere per la costruzione. Modalità di danneggiamento e verifiche. Mantellata, berma al piede, sottostrati, stabilità idraulica e statica, permeabilità e perdita dei fini. Risalita, tracamazione, stabilità del coronamento e del paramento interno. Stabilità geotecnica ed assestamenti. *Dighe a parete verticale.* Tipologia, elementi, funzioni e cantiere. Modalità di danneggiamento e verifiche. Pressioni sul paramento e verifiche di stabilità del corpo diga e della sovrastruttura. Massicciata di fondazione, verifiche idrauliche e geotecniche. Dinamica in presenza di frangenti. *Banchine e pontili.*

Tipologia. Spinta del terrapieno. Dispositivi per ridurre la riflessione. Azione dell'onda su pali. Forze esercitate dai natanti ormeggiati o per urto accidentale. Servizi e carichi in banchina, requisiti funzionali. Banchine di massi ciclopici o cassoni. Palancolati. Pontili. Bitte e fender. *Bacini di carenaggio e conche.* *Porti turistici,* particolarità degli arredi. *Canali* di accesso, dragaggio.

**Testi / Bibliografia**

U. Tomasicchio, Manuale di ingegneria portuale e costiera. Ed. BIOS

U. Tomasicchio, La progettazione dei porti turistici. Ed. BIOS

USACE, Coastal Engineering Manual.

OCDI, Technical standards and commentaries for Port and harbour facilities in Japan.

**Metodi didattici**

Il corso si svolge tramite lezioni frontali ed esercitazioni.

Nelle lezioni vengono illustrati principi ed esempi. Nelle esercitazioni vengono proposti e verificati alcuni semplici progetti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Verifica dei progetti proposti ed esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Attività frontale. Appunti e materiale ausiliario reperibile in rete dal sito del docente.

**44706 - INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE LS**

**Docente:** MANCINI MAURIZIO

**Corso di Laurea:** 0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio

0452 - Ingegneria civile

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

**Obbiettivi formativi principali:**

Fornire le conoscenze disciplinari per il dimensionamento, la progettazione e la gestione degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.

Fornire le conoscenze tecniche necessarie al controllo di qualità ed al risanamento dei corpi idrici secondo le norme vigenti.

Fornire criteri di dimensionamento per sistemi naturali di trattamento reflui.

#### **Figure professionali interessate:**

Progettisti e Gestori di impianti trattamento acque reflue.

Responsabili di servizi tecnici pubblici preposti al controllo e risanamento sanitario dei corpi idrici.

Responsabili tecnici di società di servizi operanti nel trattamento delle acque e nello smaltimento dei rifiuti solidi.

### **Programma / Contenuti**

**Premessa: Ingegneria Sanitaria Ambientale: Igiene e Tecnica.**

**Acqua: Cicli e bilancio di acque naturali e reflue. Legislazione e tecnica. Approvvigionamento industriale e domestico. Regolamento d'igiene. Disciplina degli scarichi. Regolamento per il riutilizzo delle acque reflue. Portate e caratteristiche di qualità di acque di rifiuto industriali e domestiche. Trattabilità in relazione agli usi. Piani di tutela e risanamento idraulico sanitario dei corpi idrici. Cinetica e biochimica di biomasse batteriche e algali adese e sospese. Progetto di Fosse settiche e Fosse Imhoff. Progetto di impianti di depurazione per acque di scarico urbane. Scelta e localizzazione. Grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione primaria. Biodegradabilità e fasi biologiche di trattamento secondario. Sedimentazione secondaria. Upgrading di impianti a fanghi attivi per la rimozione spinta di azoto e fosforo. Schema separato. Schema Wuhrmann. Schema Ludzack-Ettinger. Schema Bardenpho. Processo A2/O. Processo Phoredox. Letti percolatori. Biofiltri. Tecniche di disinfezione delle acque di scarico. Trattamento e smaltimento dei fanghi di risulta. Progetto di sistemi naturali di trattamento o finissaggio reflui. Lagunaggi e Fitotrattamenti. Trattamenti "on site" per acque reflue domestiche da agglomerati e nuclei isolati. Costi di realizzazione e gestione. Capitolato speciale d'appalto. Collaudo Funzionale. Rilascio a mare di reflui trattati e non trattati: Scarico in acque soggette ad oscillazioni di marea. Scarico mediante condotte a mare. Diffusori. Determinazione del livello trofico e della qualità delle acque in fiumi, laghi, acque di transizione e costiere.**

**Rifiuti solidi: Caratteristiche merceologiche e quantitative di rifiuti solidi urbani ed industriali.**

**Ottimizzazione dei sistemi di raccolta. Criteri di dimensionamento per discariche controllate.**

**Previsione, drenaggio, accumulo del percolato. Produzione e captazione di biogas. Trattamento delle componenti organiche.**

**Aria: Meteorologia ed inquinamento atmosferico. Emissioni dei principali inquinanti e chimismo dell'atmosfera. Cenni su modelli di dispersione in atmosfera.**

### **Testi / Bibliografia**

Testo consigliato:

Titolo: **DEPURAZIONE E SMALTIMENTO DEGLI SCARICHI URBANI**

Autori: G.L. Bragadin, M.L. Mancini

Editore: Pitagora-Bologna (2007)

Testo ausiliario:

Titolo: **WASTEWATER ENGINEERING**

Autori: Metcalf & Eddy

Editore: Mc Graw-Hill - Fourth edition

### **Metodi didattici**

° L'insegnamento prevede escursioni e visite didattiche presso impianti di trattamento e zone oggetto di bonifica o rinaturalizzazione.

- ° Alle ore di didattica frontale sono associate ore di assistenza personale all'analisi di impianti di trattamento acque a scala reale.
- ° Durante il corso lo studente redige un elaborato personale di progetto o verifica di un impianto o di un sistema naturale di trattamento.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova d'esame è orale.

Appelli d'esame: al di fuori dei periodi di lezione ogni mercoledì ore 10.00

previa lista cartacea affissa in bacheca la settimana antecedente e controfirmata dal docente.

### **Strumenti a supporto della didattica**

- ° Consegna preventiva di lucidi e files di videoproiezione utilizzati nella didattica frontale.
- ° Consegna ad ogni studente di una tesina di riferimento riguardante la progettazione di massima di un impianto esistente di depurazione acque reflue urbane.
- ° Consegna ad ogni studente di un compendio aggiornato della vigente legislazione tecnica in merito alla disciplina degli scarichi e all'approvvigionamento, trattamento e riutilizzo delle acque reflue.

## **45230 - INGEGNERIZZAZIONE DI PRODOTTO LS**

<b>Docente:</b>	CURIONI SERGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso ha lo scopo di formare un progettista in grado di avere una visione globale di un prodotto partendo dalle ricerche di mercato per individuare le richieste del cliente, confrontandole con le offerte della concorrenza. Sulla base di queste informazioni si svilupperà l'integrazione delle conoscenze per lo sviluppo del prodotto nei settori fondamentali per rimanere in un mercato altamente competitivo: affidabilità e manutenzione del prodotto, utilizzo delle moderne tecnologie per passare dal modello geometrico al prodotto, esempio applicativo ad un caso concreto.

l'allievo viene guidato a sviluppare le conoscenze teoriche e pratiche necessarie al corretto uso delle più moderne tecnologie del settore e di alcuni pacchetti software che consentono il passaggio in modo efficiente e ottimizzato dal modello geometrico al prodotto.

### **Programma / Contenuti**

Tecniche per le ricerche di mercato sulle richieste del cliente.

La valutazione della affidabilità di un prodotto.

La ottimizzazione del sistema produttivo.

Il Design industriale e il suo ciclo di ottimizzazione.

Tecniche avanzate di modellazione.

Preparazione dei modelli CAD per la prototipazione rapida.

La documentazione tecnica.

Applicazione delle precedenti metodologie ad un caso specifico.

Il costo del prodotto e la sua immissione sul mercato

### **Testi / Bibliografia**

dispense del corso

m. e. mortenson "modelli geometrici in computer graphics", mc graw-hill

**Metodi didattici**

Oltre alle lezioni teoriche in aula sono previste numerose ore di esercitazione in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica finale consiste in una fase orale sugli argomenti del corso, sulla conoscenza dei pacchetti software proposti e una discussione sul progetto svolto.

**Strumenti a supporto della didattica**

• Apprendimento di programmi CAD, CAM, PDM presso i laboratori del DIEM per la realizzazione dei modelli 2D e 3D; • Svolgimento di un progetto in piccoli gruppi di studenti.

## 44880 - INSERIMENTO E COMPATIBILITÀ DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE NEL TERRITORIO LS

<b>Docente:</b>	SANGIORGI CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano-Inglese

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente è posto innanzi al problema della progettazione di infrastrutture di trasporto nel territorio. Il corso fornisce gli elementi per definire gli ambiti territoriali su cui gravano le infrastrutture e le loro esternalità e focalizza l'attenzione sulle metodologie di analisi e di progetto necessarie a redigere soluzioni progettuali compatibili con l'ambiente in cui sono inserite. Occorrono le nozioni di base della laurea triennale relative all'ingegneria stradale, ferroviaria ed aeroportuale, nonché nozioni prettamente trasportistiche e di ingegneria idraulica, acustica e sanitaria-ambientale.

**Programma / Contenuti****PARTE PRIMA: INTRODUZIONE AL CORSO**

I temi del corso. Definizioni di Paesaggio. European Landscape Convention 2000. Il Territorio: scale e confini. Le Infrastrutture Viarie: tipologie, tempi e comfort, mobilità, forme e diffusione. Conflitti Territoriali e Sindromi Nimby. Cenni storici sulle reti stradali romane. Centuriazione romana e reti stradali dell'Emilia-Romagna. Il trend dei Trasporti. Annuari statistici italiani. Le infrastrutture in Emilia-Romagna. Corridoi multimodali: le infrastrutture si addensano sul territorio. Problematiche di inserimento. Aumentano le esternalità. Inquinamenti paesistici, acustici, atmosferici. Deframmentazione territoriale. Life Cycle Assessment and Evaluation (LCA). Analisi e valutazione del ciclo di vita.

**PARTE SECONDA: LE ESTERNALITÀ PAESAGGISTICHE E LA FRAMMENTAZIONE**

Analisi della European Landscape Convention. Frammentazione Territoriale. Indici di Frammentazione territoriale. Leggibilità infrastruttura stradale-paesaggio. Interventi di mitigazione: rinaturalizzazione di scarpate stradali e ferroviarie. Esempi. Deframmentazione territoriale: interventi.

**PARTE TERZA: INSERIMENTO E COMPATIBILITÀ DI INFRASTRUTTURE STRADALI**

Cenni di acustica. Il Rumore: formule e definizioni. Il decibel. Le strumentazioni di misura. Il rumore da traffico stradale. Il rumore e l'uomo. Aspetti normativi sull'inquinamento acustico stradale. Legge Quadro 447/95. Gli strumenti e le tecniche di abbattimento del rumore. Barriere acustiche. Insertion Loss. Esempi realizzativi. Risanamento acustico: metodologie per l'individuazione delle priorità di intervento. Inserimento ambientale per barriere acustiche stradali. Tipologie di barriere. Le barriere integrate. Aspetti non acustici delle barriere. Norme e prove di riferimento. UNI EN 1794-1 e 2. Barriere acustiche e sezione stradale: aspetti di interazione tra barriere di sicurezza e barriere acustiche. Barriere e visibilità. Le emissioni atmosferiche da traffico stradale. Concentrazioni PM10 e inquinanti. Stima delle emissioni sul territorio e modelli di diffusione.

Modelli di calcolo delle emissioni. Copert. Inserimento e compatibilità delle infrastrutture stradali. Microsimulazioni del traffico. Intersezioni stradali a rotatoria: impatto emissivo e caratteristiche geometriche e funzionali. Materiali e tecnologie per l'inserimento delle infrastrutture stradali. Conglomerati drenanti e fonoassorbenti. Conglomerati bituminosi colorati, antivibranti, mangiasmog, a bassa energia, di riciclo, con eco-binders. Le acque di dilavamento stradali. Inquinanti e loro misurazione. Normative nazionali e regionali di riferimento. Build up e wash off. Tecniche di mitigazione. Vasche di prima pioggia. Impianti composti. Best Management Practices.

**PARTE QUARTA: INSERIMENTO E COMPATIBILITA' DI INFRASTRUTTURE FERROVIARIE**

Esternalità acustiche ferroviarie. Criteri per l'Esecuzione dei Piani di Contenimento ed Abbattimento del Rumore prodotto dalle Infrastrutture Ferroviarie. Rotolamento ed interazione ruota rotaia. Strategie europee per la riduzione del rumore. Ruote a bassa emissione acustica. Barriere acustiche. Smorzatori. Interventi di mitigazione: costi e benefici.

**PARTE QUINTA: INSERIMENTO E COMPATIBILITA' DI INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI**

Aeroporti e territorio. Urbanizzazione territoriale adiacente ed esternalità primarie ed indotte. Sostenibilità debole e forte. Rumore aeroportuale: aeromobili, decollo e atterraggio. Normative e valutazione dell'inquinamento acustico aeroportuale. Limiti acustici. Simulazioni e curve isofoniche. Gestione del rumore aeroportuale. Procedure di decollo e atterraggio. Restrizioni operative. Pianificazione territoriale. Informazione. Emissioni atmosferiche aeroportuali. Strategie di riduzione delle emissioni. Acque reflue. De icing e de-snowing. Sgommate. Sversamenti. Esperienze tecniche e operative in ambito aeroportuale. Compatibilità aeronautica del territorio: l'esternalità del rischio.

**Testi / Bibliografia**

I testi ed i riferimenti bibliografici citati nel corso sono, se non direttamente forniti dal docente, disponibili on-line o presso le biblioteche del DISTART.

**Metodi didattici**

Lezione frontale in aula.

Alcune lezioni potranno avere la forma del seminario e saranno tenute da relatori interni od esterni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica è orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti delle lezioni

**31474 - LABORATORIO CAD E INFORMATICA T**

<b>Docente:</b>	LIVERANI ALFREDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le basi per il calcolo informatico con l'ausilio di elaboratori e programmi dedicati. Fornire le basi per l'interpretazione di disegni tecnici, convenzionali e non, con l'ausilio del CAD

**Programma / Contenuti**

**SUPPORTI E STRUMENTI TRADIZIONALI PER IL DISEGNO**

Carte e unificazione dei formati, riproduzione dei disegni. Piegatura dei fogli. Scale di rappresentazione. Matite e mine. Righe e squadre. Compassi, curvilinei, mascherine. Riga parallela e tecnigrafo.

**STRUMENTI INFORMATICI**

Architettura di un sistema CAD (Computer Aided Design). Hardware: elaboratore, memoria dinamica (RAM), memoria di massa (hard disk), dischi flessibili, CD-ROM. Ingresso dati: tastiera, mouse, tavolette digitalizzatrici, scanner. Uscita dati: dispositivi di visualizzazione vettoriale e raster-scan, dispositivi hard-copy (plotters, stampanti ad aghi, a getto d'inchiostro, laser). Software: interfaccia con l'operatore, definizione ed elaborazione del modello, generazione delle immagini (rendering), gestione della base dati, applicazioni, utilità. Vantaggi e limiti del CAD.

#### GRAFICA RASTER E VETTORIALE

Cenni sulla grafica raster e vettoriale con particolare attenzione all'utilizzo nei sistemi CAD.

#### USO DI UN SISTEMA CAD

Le primitive grafiche, impostazioni iniziali del disegno, modalità di inserimento dei dati, modalità di selezione oggetti, comandi di modifica oggetti, le possibilità di visualizzazione, le modalità di supporto al puntamento, l'uso dei layer, l'uso dei blocchi, la quotatura di un disegno, testi, testatine e squadratura, le immagini raster, le campiture, l'uso dello spazio carta, i problemi riguardanti la stampa, le primitive grafiche semplici, le primitive grafiche complesse, il disegno di un rilievo, i blocchi con attributi.

#### 2 - COSTRUZIONE GEOMETRICHE ELEMENTARI

Bisezione di un segmento, di un arco, di un angolo. Perpendicolare ad un segmento (ad una retta) da un punto assegnato: esterno, appartenente ad esso (centrale o di estremità). Parallela ad una retta assegnata (ad una distanza assegnata, per un punto esterno dato). Operazioni relative ad angoli. Trisezione dell'angolo retto e dell'angolo piatto. Divisione di un segmento in parti uguali. Tangenti ad una circonferenza da un punto esterno od appartenente. Circonferenza di raggio dato tangente ad una retta in un suo punto. Tangenti interne ed esterne a due circonferenze. Circonferenza per tre punti, raccordi di rette e circonferenze con archi di raggio assegnato. Poligoni regolari: triangolo, quadrato, pentagono, esagono e ottagono con lato assegnato o con circonferenza circoscritta. Costruzione di un poligono con un numero di lati qualunque noti il lato o la circonferenza circoscritta. Curve piane (ellisse, parabola, iperbole, ovale, evolvente di circonferenza). Studio e raffronto dei sistemi di SNAPPING e OBJECT SNAPPING presenti nel sistema CAD.

#### 3 - IL METODO DELLE PROIEZIONI ORTOGONALI

Rappresentazione mediante proiezione ortogonale su due piani ortogonali di punti, rette, piani. Condizioni di appartenenza di punto e retta, retta e piano, punto e piano. Condizioni di complanarità, incidenza e parallelismo tra rette; di parallelismo tra piani. Il terzo piano di proiezione: determinazione della terza proiezione di punti, rette, piani, curve. Proiezione ortogonale di figure piane e solidi. Criteri relativi alla individuazione ed alla rappresentazione delle linee in vista e non.

#### VERA FORMA DI SUPERFICI PIANE

Generalità. Metodo del ribaltamento. Ribaltamenti di punti, rette, segmenti, figure piane giacenti su piani perpendicolari ai piani di proiezione principali.

Primitive geometriche in MODEL SPACE e PAPER SPACE.

#### 4 - PROIEZIONI ASSONOMETRICHE OBLIQUE, ORTOGONALI E PROSPETTICHE

Fattori di riduzione. Assonometria obliqua unificata (cavaliera; UNI 4819). Prospettiva parallela ortogonale o assonometria ortogonale. Assonometria isometrica unificata (UNI 4819). Rappresentazione in assonometria di superfici piane, prismi, piramidi; rappresentazioni esatte ed approssimate di circonferenze, curve e solidi di rivoluzione. Il concetto dell'omografia e della stereografia.

Uso di software CAD per il rilievo di scenari 3D, basandosi sull'omografia.

#### 5 - SEZIONI

Scopo delle sezioni: piano ideale di sezione. Sezioni piane di prismi e piramidi. Sezioni dei solidi di rivoluzione (cilindro, cono, sfera, toro). Determinazione delle linee di contorno delle sezioni: metodo delle generatrici e metodo dei piani di sezione ausiliari. Solidi ricavati mediante piani di sezione (tronco di piramide, di cono, di cilindro obliquo, ecc...).

Impiego del PATTERN per l'ottenimento delle campiture nel sistema CAD.

#### COMPENETRAZIONI DI SOLIDI

Generalità. Compenetrazioni di prismi e piramidi. Impieghi particolari dei piani di sezione ausiliari. Determinazione della linea di intersezione relativa alla compenetrazione di solidi di rivoluzione: metodo delle generatrici, metodo dei piani di sezione ausiliari, metodo delle sfere ausiliarie.

#### 6 – TEORIA DELLE OMBRE

Definizioni, ombra di un segmento, una linea, un solido. Ombra propria e ombra portata. Esempi di applicazione della tecnica.

#### 7 - QUOTATURA

Criteri generali, linee di quotatura e riferimento, disposizione e lettura delle quote. Sistemi di quotatura (in serie, in parallelo, a quote sovrapposte, quotatura combinata, in coordinate, in coordinate polari). Convenzioni particolari di quotatura (solidi di rivoluzione, cerchi, superfici sferiche, quadri, smussi ed arrotondamenti, elementi regolarmente od irregolarmente disposti). Criteri di scelta degli elementi di riferimento e norme generali per una corretta quotatura.

Uso dei comandi di DIMENSION e loro impostazione per una corretta quotatura del disegno.

#### 8 – PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEI SISTEMI CAD 3D

Sistemi di coordinate e sistemi di riferimento

· Sistemi di coordinate:

- Coordinate Cartesiane
- Coordinate Cilindriche
- Coordinate Sferiche o Polari
- Coordinate Omogenee
- Sistemi di riferimento

· locale

· Globale

· dell'osservatore

· di vista

Rappresentazione a video di primitive grafiche e cenni sugli algoritmi classici.

#### UNITA' GEOMETRICHE ELEMENTARI

Metodi di rappresentazione delle principali unità geometriche elementari.

Trasformazioni

· Traslazioni

· Rotazioni

· Trasformazioni di scala

· Simmetria e Riflessione

#### RENDERING E ANIMAZIONE

· Concetti fondamentali del rendering

· Tipi di illuminazione

· Modelli di riflessione. Lo Shading

· Metodi di controllo dell'animazione

· tradizionale

· procedurale

· di rappresentazione

· casuale

· di comportamento

#### 8 – CURVE DI LIVELLO

Cenni sui principali sistemi di rappresentazione cartografica.

Simboli grafici usati nella cartografia. Rappresentazione del territorio mediante curve di livello. Normativa relativa. Profilo altimetrico e visualizzazione tridimensionale del terreno.

#### 9 - 1. Architettura dei sistemi di elaborazione

Struttura generale di un calcolatore elettronico. La macchina di Von Neumann. Supporti di memorizzazione.

## 2. Software di base per sistemi di elaborazione

Il sistema operativo. Strumenti per la programmazione: editor, debugger, compilatori e interpreti. Fasi di sviluppo di un programma.

## 3. Elementi di programmazione

Metodi per l'analisi di un problema. Algoritmi. Metodologie di programmazione strutturata e modulare. Iterazione e ricorsione.

## 4. Linguaggi di programmazione

I linguaggi di programmazione e cenni alla loro evoluzione. Sintassi e semantica.

## 5 - Uso di Matlab per la programmazione

### Testi / Bibliografia

- McMahon, Browne, CAD/CAM, from principles to practise, Addison-Wesley Publ.
- Mortenson, Modelli geometrici in computer graphics, McGraw-Hill.

### Metodi didattici

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui lo studente utilizza software per la programmazione, modellazione e disegno digitale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e orale. Le esercitazioni svolte completamente in aula saranno corrette al termine della lezione e costituiranno voto per lo scritto. Se tutte le esercitazioni ottengono valutazione, la media sarà considerata come voto dello scritto, permettendo di accedere direttamente all'orale. In caso debba essere sostenuta la prova scritta, questa sarà costituita da un esercizio al calcolatore.

## 19222 - LABORATORIO CAD L

<b>Docente:</b>	LIVERANI ALFREDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica 0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per la generazione, la trasformazione e visualizzazione di modelli geometrici, considerando le tecniche e tecnologie più attuali. Parallelamente, ci si propone di dare la possibilità agli studenti di sperimentare in laboratorio i concetti teorici acquisiti, mediante l'utilizzo di strumenti software grafici per lo sviluppo di applicazioni software.

### Programma / Contenuti

Architetture di Sistemi CAD e sistemi a componenti. Architettura degli elaboratori. Dispositivi di Input. Dispositivi di Output. Il sistema video. Le periferiche. Modellatori solidi CSG e B-Rep. Modellatori di superfici. Curve e superfici polinomiali e razionali (Hermite, Bezier, B-spline, NURBS). Superfici di rivoluzione, rigate, coniche. Modellazione parametrica, feature-based, Virtual Engineering e DMU, modellazione e simulazione di processi, integrazione del processo di progettazione

### Testi / Bibliografia

- McMahon, Browne, CAD/CAM, from principles to practise, Addison-Wesley Publ.
- Mortenson, Modelli geometrici in computer graphics, McGraw-Hill.

**Metodi didattici**

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui lo studente utilizza software per la modellazione e disegno digitale.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta e orale. Le esercitazioni svolte completamente in aula saranno corrette al termine della lezione e costituiranno voto per lo scritto. Se tutte le esercitazioni ottengono valutazione, la media sarà considerata come voto dello scritto, permettendo di accedere direttamente all'orale. In caso debba essere sostenuta la prova scritta, questa sarà costituita da un esercizio al calcolatore.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lucidi ed esercizi sul sito del docente:

<http://diem1.ing.unibo.it/personale/livcrani>

**41542 - LABORATORIO COMPUTAZIONALE DI TERMOFLUIDODINAMICA L**

<b>Docente:</b>	ROSSI DI SCHIO EUGENIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica 0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire alcune nozioni e metodologie per la risoluzione di problemi di fluidodinamica e trasmissione del calore mediante tecniche numeriche. Tra gli obiettivi principali che lo studente deve raggiungere si individuano la conoscenza di alcuni software commerciali quali FlexPDE (© PDESolutions, Inc.) e FEMLAB (© Comsol, AB).

**Programma / Contenuti**

Il laboratorio intende fornire agli studenti una visione d'insieme dei principali metodi numerici di interesse nel settore della termofluidodinamica computazionale, con particolare riferimento all'utilizzo dei più diffusi programmi commerciali quali il FlexPDE (© PDESolutions Inc.) e FEMLAB (© Comsol, AB). Saranno dapprima presentati i seguenti metodi numerici:

- 1) metodi alle differenze finite per la soluzione delle equazioni di bilancio locale della quantità di moto e dell'energia;
- 2) discretizzazione spaziale a una e a più dimensioni;
- 3) metodi agli elementi finiti: metodo dei residui pesati e metodo di Galerkin.

Saranno poi proposte agli studenti alcune esercitazioni al calcolatore, da svolgere utilizzando i software commerciali, che verteranno principalmente sui seguenti argomenti: conduzione bidimensionale, convezione forzata con dissipazione viscosa entro condotti, convezione naturale in cavità bidimensionali, moto esterno isoterma intorno ad un ostacolo, convezione mista di un fluido non newtoniano.

**Testi / Bibliografia**

Dispensa fornita dal Docente.

ARPACI V.S. LARSEN P.S. CONVECTION HEAT TRANSFER PRENTICE-HALL INC.  
ENGLEWOOD CLIFFS 1984.

Ulteriori riferimenti bibliografici saranno forniti dal Docente durante il corso.

**Metodi didattici**

Nella prima parte (circa 6 ore) si presenteranno prevalentemente lezioni in aula. Successivamente, saranno proposte agli studenti alcune esercitazioni al calcolatore, guidate dal docente, parte fondamentale del corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova pratica al calcolatore, la cui traccia sarà sostanzialmente analoga a quella dei problemi proposti durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sala calcolo di Montecuccolino, con computer disponibili per le esercitazioni

## 45249 - LABORATORIO COMPUTAZIONALE DI TERMOFLUIDODINAMICA LS

<b>Docente:</b>	LAZZARI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire nozioni e metodologie avanzate per la risoluzione di problemi di fluidodinamica e trasmissione del calore mediante tecniche numeriche. Uno tra gli obiettivi principali che lo studente deve raggiungere è l'acquisizione di metodi per l'implementazione di modelli matematici della termofluidodinamica tramite l'uso di software commerciali quali Mathematica (© Wolfram Research, Inc.) e Comsol Multiphysics (© Comsol, Inc.).

**Programma / Contenuti**

Il laboratorio intende fornire agli studenti nozioni approfondite sull'implementazione tramite calcolatore di modelli fisico-matematici complessi, con particolare riferimento allo studio di problemi termofluidodinamici avanzati. I principali strumenti utilizzati nel corso saranno il software Mathematica (© Wolfram Research, Inc.) ed il software Comsol Multiphysics (© Comsol, Inc.).

I principali argomenti affrontati saranno:

- 1) tecniche di utilizzo del software Mathematica (© Wolfram Research, Inc.);
- 2) nozioni avanzate sull'uso del software Comsol Multiphysics (© Comsol, Inc.), con particolare riferimento all'imposizione delle varie tipologie di condizioni al contorno specifiche della termofluidodinamica;
- 3) flussi stazionari in fluidi liberi e in mezzi porosi;
- 4) semplici applicazioni di modelli di turbolenza;
- 5) flussi non stazionari;
- 6) scambio termico in presenza di transizione di fase;
- 7) problemi tridimensionali.

I punti 3)-7) saranno affrontati proponendo agli studenti alcune esercitazioni al calcolatore da svolgere utilizzando i software commerciali citati.

**Testi / Bibliografia**

- Sadik Kakaç, Yaman Yener - Convective Heat Transfer - CRC Press, 1994.  
 V.S. Arpacı, P.S. Larsen - Convection Heat Transfer - Prentice-Hall, 1984.  
 B.A. Finlayson - Introduction to chemical engineering computing - John Wiley & Sons, Inc., 2006.  
 Mathematica User's Guide (© Wolfram Research, Inc.).  
 Comsol Multiphysics User's Guide (© Comsol, Inc.).

### Metodi didattici

Le lezioni teoriche saranno integrate da esercitazioni di laboratorio informatico volte all'apprendimento dell'uso di codici numerici per la simulazione di processi termofluidodinamici.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste nella discussione orale di una tesina preparata dallo studente su uno degli argomenti trattati a lezione.

### Strumenti a supporto della didattica

Sala calcolo di Montecucolino, con computer disponibili per le esercitazioni.

## 44469 - LABORATORIO DI AFFIDABILITÀ E CONTROLLO DI QUALITÀ L-A

<b>Docente:</b>	PERETTO LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0048 - Ingegneria elettronica 0051 - Ingegneria informatica 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di insegnare agli studenti le modalità di esecuzione di prove di determinazione e di previsione della affidabilità di componenti e sistemi. In particolare si impartiranno le nozioni fondamentali dell'affidabilità di componenti e sistemi e le metodologie proposte dalla letteratura scientifica e dalla normativa internazionale.

Ciò sarà effettuato attraverso l'utilizzo di programmi di calcolo e di prove sperimentali in laboratorio.

### Programma / Contenuti

Nozioni teoriche di affidabilità: funzione  $R(t)$ ,  $z(t)$  e  $l$ . Affidabilità combinatoria. Principali parametri affidabilistici: MTBF, MTTF, MTTR.

Richiami di statistica campionaria: valore medio statistico, varianza campionaria, stimatori.

Gli standard per il calcolo di previsione della affidabilità: Standard MIL 217F.

Utilizzo della MIL 217 per il calcolo della previsione di affidabilità di alcuni semplici circuiti elettrici ed elettronici.

Realizzazione in laboratorio di un banco automatico per la realizzazione di prove di vita su componenti elettronici e di cicli di vita programmati.

### Testi / Bibliografia

Appunti forniti dal docente

### Metodi didattici

Utilizzo di Strumentazione di misura e di PC per la realizzazione delle attività sperimentali previste nel corso

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame in laboratorio al PC su argomenti trattati nel corso

### Strumenti a supporto della didattica

Utilizzo costante del laboratorio didattico per svolgere le attività sperimentali previste nel corso

## 49566 - LABORATORIO DI AMMINISTRAZIONE DI SISTEMI L-A

<b>Docente:</b>	PRANDINI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Illustrare le problematiche relative alla gestione dei sistemi di elaborazione multiutente e multitasking connessi in rete, con particolare riferimento agli aspetti di integrazione di sistemi operativi eterogenei ed agli aspetti di sicurezza. Descrivere i più comuni approcci ai problemi di diagnostica dei guasti, di monitoraggio delle risorse, di pianificazione, realizzazione e configurazione di reti di piccole e medie dimensioni. Introdurre l'uso pratico di strumenti di automazione dei compiti suddetti.

### Programma / Contenuti

- Gestione locale di un sistema: Configurazione delle risorse hardware, Verifica delle vulnerabilità locali e dell'integrità del sistema, Strumenti di monitoraggio dei processi e delle risorse, Tecniche di automatizzazione del monitoraggio. - Autenticazione e autorizzazione: Gestione degli utenti in ambiente Unix e Windows, Introduzione a LDAP, Reti e domini Windows, Struttura di Active Directory, Access Control Lists. - Monitoraggio e gestione: Problematiche di gestione delle reti, I modelli di gestione, Il protocollo SNMP, Piattaforme di gestione della rete, Monitoraggio a basso livello, Tool di scanning, sniffing, packet filters. - Configurazione semiautomatica della rete: Protocolli e strutture dati di DHCP e DNS

### Testi / Bibliografia

Dispense curate dal docente, Manuali on-line sulle postazioni di laboratorio. Materiale disponibile sul sito del corso, raggiungibile da <http://lia.deis.unibo.it/Courses/> seguendo il link per l'anno accademico di interesse.

### Metodi didattici

Saranno esposti i fondamenti teorici alla base delle tecniche di amministrazione dei sistemi, descritti gli strumenti atti a metterle in pratica, e sarà condotta un'ampia attività di laboratorio su postazioni individuali per consentire agli studenti di confrontarsi con gli aspetti operativi dell'attività dell'amministratore di sistemi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame prevedere una prova pratica al computer, la cui traccia sarà sostanzialmente analoga a quella dei problemi proposti in itinere, seguita da una prova teorica. La prova teorica potrà essere proposta in forma scritta (domande a risposta aperta o a scelta multipla) o orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni teoriche si svolgeranno con proiezione di presentazioni in forma elettronica, se necessario corredate con dimostrazioni pratiche riguardanti gli strumenti oggetto della discussione. Le esercitazioni pratiche in laboratorio, guidate dal docente, sono parte fondamentale del corso e riguardano tutti gli argomenti del programma.

## 45236 - LABORATORIO DI ANALISI DELLE TENSIONI LS

<b>Docente:</b>	FREDDI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Approfondire le applicazioni dei metodi sperimentali di analisi delle sollecitazioni, della risposta dei materiali e dei metodi statistici di pianificazione degli esperimenti.

## Programma / Contenuti

Introduzione all'estensimetria: concetti di sensibilità, gage factor, sensibilità trasversale. Il problema delle deformazioni dovute ad effetti termici. Architettura e materiali degli estensimetri e lettura di dati da catalogo  
Applicazione pratica di estensimetri a resistenza, delle relative basette e saldatura dei fili.

Cablaggio dei cavi verso la centralina d'acquisizione: collegamenti a tre e a due fili

Utilizzo di un tester per verificare la corretta applicazione degli estensimetri ed il cablaggio effettuato: verifiche della resistenza nominale e dell'isolamento elettrico

Esecuzione del cablaggio dei cavi e di tutte le verifiche del caso

Pianificazione delle prove sperimentali: descrizione delle attrezzature, della centralina di acquisizione e dei risultati attesi

Esecuzione delle prove ed elaborazione e discussione dei risultati

Celle di carico ad un grado di libertà: caratteristiche di resistenza, sensibilità, ingombro, robustezza del segnale di misura. Celle a più gradi di libertà e operazioni di calibrazione

Calibrazione sperimentale di celle di carico a tre gradi di libertà per le misure di forze o momenti

Elaborazione dei dati di taratura per il calcolo delle matrici di cedevolezza e calibrazione associate alle celle di carico a più gradi di libertà. Discussione di tutti i risultati.

Fotoelasticità a trasmissione: la legge fondamentale, architettura e configurazioni dei polariscopi. Condizioni di estinzione della luce e osservazione delle frange di interferenza. Definizione di isocromatiche e loro rilievo in luce bianca e monocromatica

Rilievo sperimentale delle frange di isocromatica su modelli in Resina Epossidica

La taratura del materiale fotoelastico per la determinazione della costante caratteristica. Definizione e proprietà delle curve isocline.

Esecuzione della taratura del materiale fotoelastico. Analisi dell'attrezzatura di carico. Rilievo su modelli delle curve isocline con opportuna configurazione del polariscopio

Teorie di Boussinesq e Boussinesq - Michell. Stato tensionale in un disco pieno caricato su due punti

Rilievo sperimentale delle frange di isocromatica su un modello in Resina Epossidica a forma di disco pieno caricato su due punti. Applicazione della teoria di Boussinesq - Michell per la stima del carico agente, correlando risultati fotoelastici e formule teoriche

Le formule fondamentali dell'estensimetria e della fotoelasticità finalizzate alla risoluzione di problemi a carattere numerico

Risoluzione di esercizi numerici di estensimetria e di fotoelasticità

Le formule fondamentali della fatica oligociclica finalizzate alla risoluzione di problemi a carattere numerico

Risoluzione di esercizi numerici sulla fatica oligociclica

Teorie per la valutazione del comportamento a fatica di componenti a forma più o meno complessa con uso combinato di sperimentazione e simulazione

Fotoelasticità a riflessione: concetti generali e legge fondamentale. Polariscopio a riflessione e sua architettura. Sensibilità del ricoprimento fotoelastico e materiali disponibili con relative caratteristiche tecniche.

Applicazione di un ricoprimento su superficie piana o curva. Caratteristiche e preparazione delle colle

Illustrazione del funzionamento di un polariscopio a riflessione computerizzato e suo utilizzo nel rilievo delle curve isocromatiche e isocline su un pezzo ricoperto

Prova di tenacità: richiami sulla sua esecuzione, sui risultati attesi e sulle verifiche previste dalle normative

Visita all'officina con particolare riferimento alle macchine di prova (servoidrauliche e a risonanza), ai provini rotti durante prove di tenacità, e fatica

Risoluzione di esercizi numerici sulla meccanica della frattura

**Testi / Bibliografia**

J. W. Dally, W. F. Riley, "Experimental Stress Analysis", College House Enterprises, LLC, Knoxville, TN, USA (2005)

A. Ajovalasit, "Analisi sperimentale delle tensioni con gli estensimetri elettrici a resistenza", Aracne Editrice (2006)

A. Ajovalasit, "Analisi sperimentale delle tensioni con la fotomeccanica", Aracne Editrice (2006)

**Metodi didattici**

Le lezioni, a forte contenuto applicativo, si tengono presso il Laboratorio DIEM (Via Terracini, 24, Bologna)

E' obbligatorio prendere parte alle lezioni pratiche, svolgendo una relazione scientifica sulle esperienze svolte, le attrezzature impiegate, i risultati conseguiti ed elaborati

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Discussione orale dell'elaborato, che sintetizza il lavoro svolto in laboratorio

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense a disposizione degli studenti:

A. Freddi, G. Olmi: Analisi sperimentale delle tensioni: il ruolo della sperimentazione nell'evoluzione della meccanica delle strutture (Presso la copisteria della Sede)

Dispense integrative dell'Ing. Olmi sulle esperienze di estensimetria e fotoelasticità a riflessione

Strumenti ed attrezzature sperimentale presso il Lab. DIEM (Via Terracini, 24)

**17398 - LABORATORIO DI ANALISI NUMERICA L**

<b>Docente:</b>	ZAMA FABIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione numerica in laboratorio di semplici problemi di ingegneria.

**Programma / Contenuti**

- Introduzione all'ambiente MATLAB .
- Numeri finiti, errori di arrotondamento, condizionamento di un problema, stabilità numerica.
- Equazioni lineari. Condizionamento del problema. Metodi diretti.
- Equazioni e sistemi non lineari. Metodo di bisezione, metodo di Newton.
- Approssimazione di dati sperimentali: polinomio di interpolazione, minimi quadrati.

**Testi / Bibliografia**

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito indicato dal docente.

Testo:

A.QUARTERONI F. SALERI INTRODUZIONE AL CALCOLO SCIENTIFICO SPRINGER-VERLAG MILANO 2002

**Metodi didattici**

Esercizioni da svolgere in laboratorio durante l'orario di lezione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova di idoneità da svolgere in laboratorio realizzando un programma matlab proposto dal docente.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni verranno svolte in laboratorio e si utilizzerà il software MATLAB.

**54493 - LABORATORIO DI BIOTECNOLOGIA LS**

**Corso di Laurea:** 0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio  
0451 - Ingegneria chimica e di processo

**Mutuato da:** 29169 - LABORATORIO DI BIOTECNOLOGIE M (vedi p. 652)

**29169 - LABORATORIO DI BIOTECNOLOGIE M**

**Docente:** MARCHETTI LEONARDO

**Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Le esperienze pratiche proposte forniranno agli studenti le competenze essenziali per operare l'isolamento, la caratterizzazione, il mantenimento e l'impiego su scala di laboratorio di microrganismi di interesse industriale ed ambientale.

**Programma / Contenuti**

- 1: Preparazione di terreni colturali liquidi e solidi per microrganismi procariotici ed eucariotici di interesse industriale ed ambientale, e tecniche di sterilizzazione.
- 2: Coltivazione dei microrganismi indicati in colture liquide e solide, sia aerobiche che anaerobiche. La coltivazione in fermentatore.
- 3: Tecniche per la misura della concentrazione cellulare.
- 4: Determinazione dei parametri cinetici relativi alla crescita di microrganismi su un particolare substrato (velocità specifica di crescita, costante di affinità, coefficienti di resa cellulare, costante di inibizione, etc.) in coltura batch.
- 5: Produzione di metaboliti di interesse industriale in fermentatore.
- 6: Allestimento di bioreattori non convenzionali per il trattamento di acque reflue industriali.
- 7: Allestimento di bioreattori di laboratorio per il trattamento biologico di suoli e sedimenti contaminati.
- 8: Valutazione finale dei risultati delle esercitazioni.

**Testi / Bibliografia**

P. Gerhardt, R. G. E. Murray, W.A. Wood, Noel R. Krieg, (eds.), Methods for General and Molecular Bacteriology, Seconda edizione - 1994 - John Wiley & Sons.

Jeffrey M. Becker, Guy A. Caldwell, Eve Ann Zachgo, Biotechnology: a laboratory course, Seconda edizione - 1996 - San Diego, CA (USA), Academic Press.

**Metodi didattici**

Esercitazioni in laboratorio presso il DICASM, precedute da lezioni teoriche per la presentazione delle singole esercitazioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Agli studenti è richiesta la stesura di una breve relazione relativa a ciascuna esercitazione. Le relazioni saranno corrette e discusse in un colloquio finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Nelle lezioni frontali è previsto l'uso di materiale di supporto (proiezione di slides, integrazioni al programma mediante appunti e schemi).

**17531 - LABORATORIO DI CAD L**

<b>Docente:</b>	BALLABENI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il modulo di "Disegno Automatico" si pone come obiettivo principale quello di fornire allo studente le conoscenze teoriche e metodologiche per la rappresentazione digitale dell'architettura e del contesto urbano attraverso l'utilizzo di tecniche di Computer Aided Design. Nel Corso verranno evidenziate le differenze tra il disegno tradizionale e il disegno digitale, e verranno messi a confronto differenti tipi di CAD, al fine di sviluppare nello studente la capacità critica necessaria per stabilire quale sia il corretto utilizzo degli strumenti digitali disponibili, al fine di migliorare la qualità degli elaborati grafici prodotti e, conseguentemente, ottenere una comunicazione più efficace del progetto.

Le conoscenze teoriche acquisite saranno sperimentate operativamente nel "Laboratorio CAD".

**Programma / Contenuti**

Il Corso si articolerà in lezioni teoriche ed esercitazioni in laboratorio, secondo il calendario allegato, volte all'applicazione pratica del CAD.

Gli argomenti trattati nelle lezioni saranno i seguenti:

- nascita e sviluppo degli strumenti CAD, caratteristiche, classificazione, grafica raster e vettoriale, disegno digitale bidimensionale e tridimensionale, sistemi CAD e CAAD

Disegno digitale bidimensionale:

- creazione e impostazione di un file di disegno, utilizzo di modelli;
- interfaccia e ambiente di lavoro (barre degli strumenti, personalizzazione), wcs e ucs, immissione coordinate, coordinate assolute, relative, cartesiane, polari;
- visualizzazione: pan, zoom, salvataggio e ripristino di una vista, lavorare su più finestre;
- precisione del disegno: griglia, snap, orto, snap ad oggetto;
- layers e strutturazione dei dati grafici;
- comandi di disegno: primitive grafiche (linee, cerchi, archi, ellissi, polilinee), retini e tratteggi, elementi di annotazione (testi e quote); blocchi
- comandi di modifica, metodi di selezione
- formato: tipi di linea, di testo, di quote
- la stampa e gestione dello 'spazio carta'
- inserimento e gestione dei file di riferimento esterni
- esportazione dei file e rasterizzazione

Disegno digitale tridimensionale:

- struttura dati: piani, lucidi;
- modellazione solida: primitive grafiche e operazioni di base
- modellazione solida di elementi architettonici: pareti, solai, porte e finestre
- modellazione solida: tetti, scale
- impostazione delle viste assonometriche e prospettiche
- gestione dell'illuminazione e ombreggiatura
- effetti del colore sul modello e applicazione di textures

### Gestione delle immagini Raster

- formati grafici e caratteristiche delle immagini
- operazioni di base in ambiente PhotoShop
- regolazione delle immagini
- interoperabilità dei software

## Testi / Bibliografia

### Consigliati

- KOSER G., ZIRWAS D., Fondamenti di Autocad, un approccio progressivo, Pearson Paravia Mondadori, 2008
- CIPRIANI, Luca, Esempi di Disegno dell'Architettura – La didattica del disegno nella Facoltà di Ingegneria di Bologna, Clueb, Bologna, 2005

### Testi didattici sull'utilizzo del CAD

- MIGLIARI R., Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura, Edizioni Kappa, Roma, 2000.
- MINGUCCI R., Disegno interattivo, Patron Editore, Bologna, 2003.
- MITCHELL W. J., Computer Aided Architectural Design, Van Nostrand Reinhold, New York, 1977.
- MITCHELL W. J., M. MC-CULLOUGH, MALCOLM, Digital Design Media, Strumenti digitali per il design, l'architettura e la grafica, Mc Graw – Hill Libri Italia srl, Milano, 1996.

### Manuali di Disegno

- CARBONARA, Pasquale, Architettura pratica, UTET, Torino, 1954
- CNR, Manuale dell'architetto, edizioni varie
- NEUFERT, Ernst, enciclopedia pratica per progettare e costruire, HOEPLI

## Metodi didattici

### Lezioni Frontali:

Il Corso, come anticipato, si articolerà in lezioni teoriche ed esercitazioni in aula volte all'applicazione pratica del CAD.

La duplice esperienza teorica e applicativa, oltre che agganciare i contenuti delle comunicazioni a esercitazioni concrete, permette di intraprendere un percorso di conoscenza che esplori le differenti modalità di raffigurazione grafica e visiva, con particolare attenzione non ai singoli comandi, ma al loro rapporto con il processo di realizzazione dell'elaborato grafico digitale.

### Esercitazioni in Laboratorio:

Sono programmate 8 esercitazioni individuali da eseguire integralmente presso il Laboratorio Informatico della Facoltà. Le esercitazioni, precedute da una breve presentazione dell'esercizio da eseguire, riguarderanno l'utilizzo di gruppi di comandi o fasi procedurali del disegno, e, dovranno essere iniziate e concluse nell'orario previsto. Eventuali copie dell'esercitazione non eseguite nei momenti previsti non sostituiscono l'eventuale lavoro parziale eseguito in laboratorio, ma semplicemente lo integrano.

Gli studenti sono tenuti ad organizzarsi in due raggruppamenti, A e B, che si alterneranno nell'impiego del Laboratorio per un suo utilizzo individuale secondo il calendario allegato.

La valutazione delle esercitazioni sarà effettuata sulla base della stampa e del file consegnati al termine della giornata e costituisce buona parte della valutazione finale.

### Frequenza esercitazioni Laboratorio:

E' necessario eseguire in Laboratorio almeno 6 esercitazioni delle 8 previste. Le esercitazioni mancanti dovranno comunque essere eseguite autonomamente e presentate in sede di esame.

Gli studenti che per vari motivi non eseguiranno le esercitazioni in Laboratorio dovranno sostenere l'esame secondo la modalità 'non frequentanti' descritta nel paragrafo successivo.

### Esercitazione extra-Lab:

Le giornate in cui il Laboratorio didattico non risulta disponibile per l'alternanza dei gruppi A e B saranno dedicate allo sviluppo di una esercitazione estesa all'intera durata del corso.

Il tema dell'esercitazione 'estesa' sarà assegnato durante il corso e consisterà nella modellazione 3D di un'area di Ravenna secondo i criteri assegnati.

Si ricorda che la revisione periodica degli elaborati svolti autonomamente, sia in forma di discussione dei disegni cartacei sia di correzione degli elaborati digitali (con verifica del corretto utilizzo dei layers e delle indicazioni date), è parte essenziale della didattica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

> Modalità Frequentanti:

(per gli studenti che hanno eseguito il 75% delle esercitazioni in Laboratorio)

- test teorico (scritto)
- presentazione e valutazione delle 8 esercitazioni di Laboratorio
- presentazione e valutazione dell'esercitazione 'estesa'
- orale riguardante la discussione delle esercitazioni e degli argomenti delle lezioni

> Modalità NON Frequentanti:

(per gli studenti che non hanno eseguito le esercitazioni in Laboratorio)

- prova pratica consistente nell'elaborazione di un'esercitazione CAD
- test teorico (scritto)
- presentazione e valutazione delle 8 esercitazioni previste
- presentazione e valutazione dell'esercitazione 'estesa'
- orale riguardante la discussione delle esercitazioni e degli argomenti delle lezioni

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni presso il Laboratorio Informatico, lezioni frontali e revisioni

## 35065 - LABORATORIO DI CALCOLO NUMERICO L

<b>Docente:</b>	SGALLARI FIORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione numerica di semplici problemi di ingegneria.

Nel corso saranno utilizzati i software Matlab e TKSolver.

### Programma / Contenuti

- Introduzione a Matlab.
- Numeri finiti, errori di arrotondamento, condizionamento di un problema, stabilità numerica.
- Metodi di bisezione, corde, regula-falsi, Newton e Newton-Raphson per la soluzione di equazioni e sistemi non lineari con l'ausilio del software TKSolver.
- Interpolazione ed approssimazione di dati sperimentali.
- Metodi di Runge-Kutta per la soluzione di equazione differenziali ordinarie con l'ausilio del software ISIM.

### Testi / Bibliografia

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito <http://www.ciram.unibo.it/~sgallari>

alla voce teaching.

G.Monegato, **Fondamenti di Calcolo Numerico**. Ed. CLUT, 1998.

A. Quarteroni, A., F. Saleri, F., **Introduzione al Calcolo Scientifico Esercizi e problemi risolti con MATLAB**. Springer Verlag, 2002.

#### Metodi didattici

Saranno svolti esercizi e progetti in laboratorio.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste nella realizzazione e discussione di un progetto di laboratorio.

#### Strumenti a supporto della didattica

Il corso si svolge in laboratorio ed utilizzerà il software MATLAB e TKSolver.

## 55024 - LABORATORIO DI CALCOLO PARALLELO PER APPLICAZIONI ENERGETICHE E MECCANICHE LS-B

<b>Docente:</b>	GHEDINI EMANUELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire agli allievi una approfondita capacità di riduzione drastica dei tempi di calcolo; risolvere, a parità di tempi di calcolo, domini molto più complessi/estes; adottare schemi di modellazione fisica molto più accurati nelle applicazioni nel campo della simulazione termofluidodinamica-elettromagnetica dei fenomeni fisici che governano i processi assistiti da sorgenti di alta energia

#### Programma / Contenuti

Il corso si prefigge principalmente di fornire agli studenti le competenze per l'utilizzo di codici di calcolo per la soluzione di problemi termofluidodinamici in domini complessi 2D e 3D mediante l'utilizzo di un cluster per il calcolo parallelo. Nelle esercitazioni si partirà affrontando i problemi di base della termofluidodinamica computazionale fino ad arrivare alla modellazione di processi assistiti da sorgenti di alta energia (sorgenti di plasma, laser, ...). Verranno poste in evidenza le problematiche hardware e software legate alla parallelizzazione e le tecniche più utilizzate.

Inoltre verranno affrontati in modo monografico alcuni dei seguenti argomenti, in base alle esigenze e agli interessi degli studenti:

- Tecniche di generazione di griglie di discretizzazione in domini complessi
- Tecniche di partizionamento della griglia di discretizzazione
- Parallelizzazione degli algoritmi numerici per la soluzione di sistemi lineari
- Decomposizione del dominio in spazio e tempo
- Efficienza del calcolo parallelo
- Metodi multigriglia
- Hardware per il calcolo parallelo
- Protocolli software per il calcolo parallelo (MPI, PVM, ...)

#### Testi / Bibliografia

Dispense del docente su supporto cartaceo e CD-ROM.

#### Metodi didattici

Lezioni frontali per l'introduzione agli argomenti del corso. Esercitazione al calcolatore presso il laboratorio del CIRAM su workstation e accesso remoto al cluster per il calcolo parallelo.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Relazione su un argomento o attività a scelta dello studente svolti durante il corso per l'ottenimento dell'idoneità.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa. Accessibilità al Laboratorio Computazionale del CIRAM e utilizzo degli strumenti di calcolo in dotazione al *Laboratorio Computazionale Parallelo per Applicazioni Energetiche e Meccaniche Avanzate* del DIEM e del CIRAM (codice FLUENT).

**29892 - LABORATORIO DI CHIMICA T**

<b>Docente:</b>	SISTI LAURA
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del laboratorio didattico è quello di fornire agli studenti esperienze dirette relative ad argomenti rilevanti trattati nel corso di Chimica, di fornire le conoscenze minime necessarie per operare con sicurezza in un laboratorio chimico, ed inoltre fornire loro la capacità di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati.

**Programma / Contenuti**

Il laboratorio didattico di chimica prevede una serie di esercitazioni pratiche, durante le quali agli studenti sarà insegnato come utilizzare le più comuni e semplici tecniche di laboratorio chimico, quali ad esempio:

- tecniche per le analisi ponderali e volumetriche
  - tecniche cromatografiche
  - sintesi e purificazione di sostanze organiche
- in particolare verranno proposte le seguenti esperienze:
- analisi dei cationi per via secca e per via umida; analisi degli anioni per via umida
  - analisi gravimetrica
  - titolazioni per precipitazione
  - titolazioni redox
  - titolazioni acido-base
  - titolazioni complessometriche
  - preparativa organica: sintesi dell'acido benzoico e sintesi dell'aspirina
  - termochimica: determinazione del calore di reazione
  - separazioni e purificazione di prodotti tramite tecniche cromatografiche

Si prevede l'uso diretto da parte degli studenti di piccole apparecchiature quali: bilance, misuratori del punto di fusione e di ebollizione, strumenti per l'analisi volumetrica, pH-metri, evaporatori rotanti, ecc.

**Testi / Bibliografia**

M. Consiglio, V. Frenna, S. Orecchio, Il laboratorio di chimica (edises).

**Metodi didattici**

Lezioni frontali, durante le quali il docente illustrerà gli argomenti in programma. Esercitazioni in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale, con discussione delle relazioni di laboratorio, da svolgersi con la prova orale di Fondamenti di Chimica T.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense ed altro materiale didattico viene distribuito presso la copisteria della facoltà ed all'indirizzo web:  
<http://dicasm.ing.unibo.it/berti/>

## 57928 - LABORATORIO DI CREAZIONE D'IMPRESA L-A

<b>Docente:</b>	BUGAMELLI FABRIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso Laboratorio di creazione d'impresa è pensato per essere, proprio come lo sono i laboratori, un "luogo" dove gli studenti "apprendono per fare".

Il corso consentirà ai partecipanti di redigere un business plan ( un articolato e dettagliato piano di sviluppo pluriennale) di una loro idea imprenditoriale.

### Programma / Contenuti

Il corso affronterà i seguenti argomenti:

- 1) strategia d'impresa
- 2) organizzazione aziendale
- 3) Nozioni di diritto tributario e commerciale
- 4) Marketing strategico e operativo
- 5) Pianificazione economico-finanziaria
- 6) Fonti di finanziamento per start up

### Testi / Bibliografia

lucidi e casi aziendali forniti dal docente

### Modalità di verifica dell'apprendimento

l'esame di valutazione finale terrà conto della qualità sia dell' elaborato ( business plan) prodotto sia della presentazione orale del progetto imprenditoriale.

### Strumenti a supporto della didattica

L'attività formativa prevede il lavoro di gruppo su casi aziendali, la presenza in aula di testimonianze di giovani imprenditori e professionisti che approfondiscono specifici temi di management aziendale.

Verrà reso disponibile un free software che supporterà lo studente nella redazione della pianificazione economico-finanziaria.

## 17963 - LABORATORIO DI CREAZIONE DI IMPRESA L-A

<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
	0453 - Ingegneria gestionale
	0048 - Ingegneria elettronica
	0049 - Ingegneria gestionale
	0055 - Ingegneria dell'automazione
	0051 - Ingegneria informatica
	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Mutuato da:</b>	57928 - LABORATORIO DI CREAZIONE D'IMPRESA L-A (vedi p. 658)

## 45237 - LABORATORIO DI DISEGNO ASSISTITO DAL CALCOLATORE LS

<b>Docente:</b>	LIVERANI ALFREDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il laboratorio si pone come finalità l'insegnamento delle tecniche di modellazione complesse connesse allo sviluppo del prodotto supportato da sistemi CAD di fascia alta. L'allievo dovrà dimostrare di aver appreso e applicato i concetti e le tecniche di Knowledge Management basato su PLM e progettazione collaborativa.

### Programma / Contenuti

Esercitazioni in aula sviluppando modelli/progetti di varia difficoltà.

### Testi / Bibliografia

Geometric Modeling (Second Edition) M.E.Mortenson Wiley 1997 0-471-12957-7; The NURBS book W.Tiller, Piegl 3-540-61545-8

### Metodi didattici

Attività di laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica finale consiste in una fase orale sugli argomenti del corso, sulla conoscenza dei pacchetti software proposti e una discussione sul progetto svolto.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense del corso disponibili alla pagina <http://www.diem.ing.unibo.it/personale/liverani/>

## 31615 - LABORATORIO DI DISEGNO E CAD T

<b>Docente:</b>	GAIANI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Al termine del Corso, dopo aver superato la prova finale, lo studente possiede le conoscenze teoriche e gli strumenti operativi per rappresentare il progetto nelle sue componenti geometriche e spaziali sia con tecniche tradizionali che con tecniche CAD. Obiettivo è il raggiungimento della maturità grafica nell'uso del linguaggio del disegno e della rappresentazione tecnica, educando lo studente all'uso degli opportuni strumenti grafici e allo sviluppo della visione tridimensionale delle forme dei manufatti di ingegneria civile.

### Programma / Contenuti

#### A. MODULO DI DISEGNO

1. **Introduzione al corso**, articolazione e obiettivi del corso, modalità di valutazione finale e norme per sostenere l'esame

Tremila anni di disegno e progetto: il disegno tecnico degli ingegneri

Gli strumenti per disegnare

2. **Il disegno a mano libera per l'analisi grafica e il progetto**: il disegno dal vero; il taccuino degli schizzi; l'analisi grafica e il disegno ideativo.

Applicazioni di disegno a mano libera per l'analisi grafica e il progetto

Nozioni elementari di rilievo e strumenti per la misura

Eidotipi di rilievo a vista. Metodi di restituzione dei rilievi, unità di misura

**3. Le proiezioni ortogonali** : introduzione alla geometria descrittiva; il metodo delle proiezioni ortogonali, rappresentazione del punto, della retta e del piano, risoluzione di problemi geometrici particolari (posizione, allineamento, appartenenza, ecc), ribaltamenti, omologia, la rappresentazione canonica attraverso il metodo di Monge e la rappresentazione tecnica del progetto, applicazioni grafiche.

**4. L'assonometria** : Generalità, costruzione del modello assonometrico, costruzione del triangolo delle tracce, assonometria ortogonale, assonometria obliqua, applicazioni di assonometria, spaccati ed esplosi.

**5. Le convenzioni grafiche e gli strumenti per il disegno tecnico** : la normativa U.N.I. , evoluzione storica dei processi di normazione ed unificazione; gli organi ed i livelli nazionali ed internazionali di normazione (UNI, CEN, ISO); le norme UNI per il disegno tecnico; gli elementi di corredo al disegno (la scrittura e la simbologia unificata); il trattamento delle sezioni (tratteggi e convenzioni); i sistemi di designazione degli edifici (UNI-ISO 4157).

Sistemi e convenzioni per la quotatura dei disegni : principi generali di quotatura, i sistemi di quotatura, quotatura in serie, in parallelo e progressiva, criteri generali e particolari per la quotatura dei disegni tecnici, quotatura di viste, piante e alzati.

Gli elaborati tecnici per il progetto : la rappresentazione tecnica del progetto, metodo del primo diedro (europeo), le viste, piante, sezioni, prospetti; applicazioni, il planivolumetrico , le scale di rappresentazione (e l'utilizzo dello scalimetro ), i dettagli costruttivi, la rappresentazione degli elementi del verde e del paesaggio, gli elaborati per le pratiche edilizie, gli elaborati di sintesi per i concorsi d'architettura, le tecniche di rappresentazione .

**6. La prospettiva** : Metodo dei piani proiettanti, metodo dei punti misuratori, metodo delle fughe, rette di massima pendenza, prospettiva centrale, applicazioni di prospettiva, prospettiva di fabbricati.

**7. Metodo delle proiezioni quotate** : Proiezioni quotate. Elementi di riferimento. Rappresentazione degli enti fondamentali. Condizioni di appartenenza, di parallelismo, di perpendicolarità. Problemi applicativi (intersezioni; applicazione delle p. q. nella determinazione delle falde per la copertura dei tetti; rappresentazione del terreno e problemi relativi; applicazioni con definizioni di scarpate di sterro e riporto). Piani quotati ed a curve di livello.

**8. Le strutture di legno** : la normativa UNI-ISO per la rappresentazione delle strutture di legno, capriate, norma UNI 7619, analisi, evoluzione, articolazione e rappresentazione dei nodi; esempi di elaborati di progetto esecutivo.

**Le strutture di acciaio** : la normativa UNI-ISO per la rappresentazione delle strutture in acciaio, capriate e travi reticolari in acciaio - UNI 7619, analisi, evoluzione, articolazione e rappresentazione dei nodi di unione e di collegamento; descrizione ed esempi di elaborati per un progetto esecutivo in acciaio.

**Le strutture di c.c.a.** : la normativa UNI-ISO per la rappresentazione delle strutture di conglomerato cementizio armato; descrizione ed esempi di elaborati di progetto esecutivo

**9. I collegamenti verticali** : analisi e rappresentazione di scale e ascensori; gli elementi costituenti un vano scala; classificazione morfologica (secondo caratteristiche geometriche); elementi dimensionali, rampe, gradonate e scale; elicoidi rigati e cerchiati, chiusi ed aperti; le scale a chiocciola, dimensionamento, dislivelli, rapporto alzata/pedata, numero e conformazione dei gradini, allineamento rampe ecc.; esempi grafici di particolari architettonici e costruttivi.

**10. Le coperture a falda** : articolazione delle coperture a tetto; morfologia delle coperture; caratteristiche generali delle coperture piane inclinate e terminologia di riferimento (UNI 8091); composizione e rappresentazione delle falde di copertura; applicazioni su varie conformazioni planimetriche; tetti ad ordito (grande e piccola armatura); esempi di rappresentazione e simbologia convenzionale dei manti di copertura.

**B . MODULO CAD**

- 1. Introduzione all'uso dell'elaboratore per applicazioni grafiche:** generalità sugli elaboratori: CPU, dispositivi di input-output, memoria di lavoro, memoria di massa , schede grafiche, plotters , stampanti, digitizer , monitors .
- 2. Grafica raster :** definizione di pixel, tracciamento per punti, scan-conversion , immagini naturali, scan conversion di superfici colorate, mascherature, sfumature, grafica raster interattiva. Forme di rappresentazione digitale del colore. Applicazioni della teoria del colore all'elaboratore: elementi di base del colore, metodi del colore, risoluzione (dell'immagine, della periferica, del retino). Formati di disegno raster . Kodak Photo CD . Uso di scanners .  
Applicazione: Adobe Photoshop
- 3. Grafica vettoriale bidimensionale:** generalità , funzioni di un sistema di disegno interattivo (funzioni di graficizzazione elementare, funzioni di trasformazione geometrica, funzioni di trasformazione grafica, funzione di input grafico), input grafico-interfaccia utente, inking e pittura, interfaccia utente-sistema, display file segmentati, clipping e windowing , concetto di layer , concetto di gruppo, formati di disegno vettoriale, formati di interscambio. Uso di sistemi misti raster-vector . Stampa di lavoro.  
Applicazione: Autodesk AUTOCAD 2009

## Testi / Bibliografia

- . M. Doci, D.Maestri , *Scienza del disegno. Manuale per le facoltà di architettura e di ingegneria* , UTET Libreria| UTET Università, Torino, 2000.
- . R. Mingucci , *Esercizi di Disegno Edile* , Patron Editore, Bologna, 2001.
- . N. Crowe, P. Laseau , *Visual Notes for architects and designers* , New York, 1984
- . G.Bertoline , E. Wiebe , *Fondamenti di comunicazione grafica* , McGraw-Hill, 2004
- . Ente nazionale italiano di unificazione, M1 (voll. 1, 2, 3).
- . Documentazione on-line sul sito students.autodesk.com
- . Dispense on-line fornite dal docente

## Metodi didattici

Il corso è organizzato in cicli di lezioni teoriche frontali , una serie di esercitazioni applicative delle nozioni acquisite aventi per soggetto temi o oggetti prefissati. Tra gli strumenti del corso si segnala l'utilizzo del taccuino degli schizzi che accompagna lo studente durante le fasi di apprendimento e di studio. Il corso utilizza un libro di testo ( M. Doci, D.Maestri , *Scienza del disegno. Manuale per le facoltà di architettura e di ingegneria* , UTET Libreria| UTET Università, Torino, 2000 ) ed un libro di esercizi (R. Mingucci , *Esercizi di Disegno Edile* , Patron Editore, Bologna, 2° ed) che contiene gli schemi da cui saranno tratti alcuni elaborati grafici; documentazione integrativa e materiale grafico sarà fornito dal docente, sarà altresì indicata la bibliografia specifica in relazione agli argomenti trattati nel corso.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La valutazione avverrà sulla base della conoscenza dei contenuti trattati nelle lezioni e inclusi nella bibliografia e degli elaborati prodotti (taccuino degli schizzi, tavole di esercitazione A3 correlate ai temi delle lezioni frontali, prova grafica finale).

Nota Bene : è previsto l'esonero dalla prova grafica finale per chi avrà partecipato a tutte le esercitazioni previste dal Corso. Per chi è stato assente al massimo in due giornate è prevista una prova grafica di recupero, mentre per chi è stato assente da tre a cinque esercitazioni è prevista una prova grafica integrativa e prova di teoria orale.

L'assenza alle attività del Corso per più di cinque esercitazioni non consentirà l'accesso alla valutazione finale.

## Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede una serie di esercitazioni individuali.

Le esercitazioni sono di triplice natura:

- I. una serie di ex-tempore in aula guidate dal docente

Per queste esercitazioni l'allievo dovrà dotarsi autonomamente di fogli di carta bianca formato A3 e dei materiali necessari al disegno in aula (parallelo, matite, squadre, etc.).

Tutte le tavole dovranno presentare l'intestazione secondo il modello che verrà fornito.

Le esercitazioni dovranno essere consegnate al termine dell'orario ad esse riservato e potranno essere completate ai fini della valutazione finale colorandole eventualmente a pastello con la tecnica dell'ombreggiatura.

II. una serie di tavole da realizzare autonomamente che metta a fuoco la capacità da parte dell'allievo di applicare le nozioni apprese

Per questo soggetto l'allievo dovrà produrre una serie di elaborati in formato A3 a partire da schemi di lavoro assegnati dal docente

III. mantenimento del taccuino degli schizzi (almeno di formato A4 (297 x 210 mm), con carta bianca o gialla senza righe o quadretti, con rilegatura a spirale e copertina rigida)

Il taccuino consente di maturare l'opportuna abilità verso i temi del disegno a mano libera e la familiarità con gli strumenti di tracciamento tradizionali. Il Taccuino verrà utilizzato per prendere gli appunti delle lezioni, riportare le tracce degli esercizi spiegati a lezione, progettare l'impaginazione delle tavole di applicazione, svolgere le esercitazioni sul disegno a mano libera e sul disegno dal vero.

## 31615 - LABORATORIO DI DISEGNO E CAD T

<b>Docente:</b>	BARTOLOMEI CRISTIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 27147 - LABORATORIO DI DISEGNO MECCANICO L

<b>Docente:</b>	CALIGIANA GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il laboratorio ha lo scopo di fornire i fondamenti per l'interpretazione e l'esecuzione di disegni tecnici con metodologie di rappresentazione convenzionali. A questo scopo permette l'acquisizione di nozioni relative alle norme applicative e alle modalità di rappresentazione dei principali componenti meccanici utilizzati nell'ambito dell'impiantistica chimica. Il laboratorio consta di una prima parte dedicata a garantire agli studenti l'apprendimento dei basilari rudimenti del Disegno Tecnico Industriale. Nella seconda parte del corso vengono affrontati i temi propri della progettazione assistita dal calcolatore e vengono descritte le principali metodologie utilizzate nella modellazione, modifica, trasformazione di coordinate e visualizzazione di primitive grafiche. Sono previste delle esercitazioni pratiche in cui vengono spiegate ed assegnate alcune tavole relative a componenti meccanici o a schemi di impianti. Nell'ambito delle esercitazioni vengono forniti i concetti base per permettere agli studenti lo svolgimento delle tavole utilizzando un programma di disegno bidimensionale (AutoCAD).

### Programma / Contenuti

Segue una descrizione sintetica del programma (dettagli maggiori potranno essere reperiti nel sito indicato nel link e durante le lezioni).

Strumenti convenzionali per il disegno. Linee e scritturazioni unificate. Scelta formati e scale.

Strumenti informatici per il disegno. Descrizione dell'hardware e delle principali periferiche (tastiera, mouse, tavolette digitalizzatrici, scanner; dispositivi di visualizzazione vettoriali e raster-scan, dispositivi hard-copy, ecc.). Funzioni assolve dal software.

Il metodo delle proiezioni ortogonali.

Sezioni e compenetrazioni di solidi.

Norme e convenzioni nel disegno tecnico. Criteri generali di quotatura. Numeri di Renard. Disegni di insieme (complessivi) e disegni di particolare. Quotatura funzionale. Influenza dei metodi di produzione sul disegno e la quotatura dei pezzi. Quotatura di fabbricazione e controllo.

Tolleranze dimensionali.

Definizione ed indicazione della rugosità delle superfici.

Rappresentazione convenzionale di elementi meccanici (collegamenti, guide, elementi di trasmissione) con particolare riferimento a quelli utilizzati nell'impiantistica chimica (filettature, chiodature, collegamenti albero-mozzo, saldature, flange, recipienti in pressione, tubazioni, giunti, ecc.).

Il processo di progettazione: ruolo del disegno tecnico e del CAD, gestione del progetto, progettazione simultanea. Architettura di un sistema CAD. Vantaggi e limiti di un sistema CAD. Cenni ai sistemi di analisi e produzione correlati (CAM, FEM, ecc.).

Principi di modellazione geometrica delle curve (forma algebrica e geometrica, curva parametrica cubica, curva di Bezier, spline e B-spline, NURBS).

Sistemi di coordinate (cartesiane, cilindriche, omogenee), sistemi di riferimento e trasformazioni (traslazioni, rotazioni, trasformazioni di scala, simmetria, riflessione, ecc.).

Cenni alle tecniche di visualizzazione.

## Testi / Bibliografia

- UNI M1, Norme per il disegno tecnico, vol. 1,2, pubblicato a cura dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione, piazza Armando Diaz 2, 20123 Milano.
- Manfè, Pozza, Scarato, Disegno meccanico, vol. 1, 2, 3, ed. Principato, Milano.
- Chirone, Tornincasa, Disegno Tecnico Industriale, ed. Il Capitello, Torino.
- Conti, Disegno tecnologico, vol. 1, 2, ed. Pitagora, Bologna.
- McMahon, Browne, CAD/CAM, from principles to practise, Addison-Wesley Publ.
- Mortenson, Modelli geometrici in computer graphics, McGraw-Hill.
- Manuale AutoCAD (aggiornato almeno per la versione 2000).

## Metodi didattici

Nelle attività di laboratorio gli Studenti utilizzano un programma di disegno assistito dal calcolatore bidimensionale (AutoCAD).

## Modalità di verifica dell'apprendimento

prova individuale orale, preceduta da una prova scritta preliminare (consistente in una tavola eseguita con l'ausilio del programma CAD-2D, AutoCAD), il cui esito condiziona l'ammissibilità all'orale.

## Strumenti a supporto della didattica

### SUPPORTI INFORMATICI PER ESERCITAZIONI

lucidi e informazioni aggiuntive possono essere reperite nel sito:  
slides and other information can be found on the teacher's web site:

<http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/LDM/ldmcalichim.htm>

### SOFTWARE CONSIGLIATO:

- AutoCAD

## 29645 - LABORATORIO DI DISEGNO MECCANICO T

<b>Docente:</b>	CALIGIANA GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente conosce le basi per la comprensione e l'impiego degli strumenti del disegno assistito.

**Programma / Contenuti**

Il corso è pensato per fornire allo studente conoscenze sui principali software di progettazione e modellazione attualmente sul mercato e per consentirgli il loro utilizzo durante il disegno, il dimensionamento e la modellazione dei principali componenti meccanici e del loro assemblaggio (disegni di assieme).

Segue il programma sintetico del corso (maggiori dettagli vengono forniti a lezione o sono reperibili nel sito personale del Docente; il link al sito web è riportato in calce a questa pagina).

1. La progettazione assistita ed i metodi di progettazione : il disegno tramite CAD, la gestione del progetto, le possibilità e i limiti del CAD. La progettazione simultanea.
2. Principi di modellazione geometrica: le curve (forma algebrica e geometrica, curve parametriche cubiche, curve di Bezier, curve spline e B-spline, intersezione di curve, proprietà intrinseche), le superfici (forma algebrica e geometrica), i solidi (forma algebrica e geometrica), le trasformazioni.
3. Il CAD 2D ed il CAD3D: cenni sull'architettura dei computers e delle periferiche, principali modalità di modellazione solida, modelli booleani, modellazione interattiva delle superfici parametriche, cenni sui principali software grafici, ruolo del CAD nell'azienda, le immagini fotorealistiche sul calcolatore, l'animazione, cenni su principali software grafici.

**Testi / Bibliografia**

MORTENSON M.E., Geometric Modeling, 2nd edition (January 1997), John Wiley & Sons; ISBN: 0471129577.

FARIN G. E. Curves and Surfaces for Computer-Aided Geometric Design : A Practical Guide (4th Ed) (Computer Science and Scientific Computing Series), 4th Bk&Dk edition (September 1996) Academic Pr; ISBN: 0122490541.

MCMAHON C. et alii, Cadcam : From Principles to Practice (May 1993) Addison-Wesley Pub Co; ISBN: 020156502.

MCMAHON C. et alii, Cadcam : Principles, Practice and Manufacturing Management (August 1998) Addison-Wesley Pub Co; ISBN: 0201178192.

**Metodi didattici**

Il Corso si compone di:

- lezioni teoriche in aula;
- esercitazioni, in cui ciascuno Studente esegue in aula informatica, con un modellatore solido, le tavole assegnate di volta in volta dal Docente.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

prova individuale orale, preceduta da una prova scritta preliminare, il cui esito condiziona l'ammissibilità all'orale (il modulo forma un unico corso integrato assieme all'altro modulo di Disegno meccanico T).

**Strumenti a supporto della didattica**

lucidi e informazioni aggiuntive possono essere reperite nel sito:

[http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/DML\\_meccanica/dmlcalimecAA2008-2009.html](http://diem1.ing.unibo.it/diem/cali/DML_meccanica/dmlcalimecAA2008-2009.html)

## 29645 - LABORATORIO DI DISEGNO MECCANICO T

<b>Docente:</b>	PIANCASTELLI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## 35026 - LABORATORIO DI ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI LS

<b>Docente:</b>	FRANCHI SCARSELLI ELEONORA
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Finalità del corso (idealmente integrato all'insegnamento di Elettronica dei Sistemi Digitali) è l'apprendimento delle moderne tecnologie di progetto dei circuiti integrati in tecnologia CMOS. In particolare, il corso prevede che gli studenti svolgano il progetto di una macrocella funzionalmente completa affrontando il problema ai diversi livelli di astrazione di un sistema digitale. Le esercitazioni si svolgeranno nel Laboratorio LAB1 del DEIS su WS SUN con software avanzato per la progettazione di Circuiti Integrati (OPUS Cadence). La tecnologia di riferimento è CMOS di ultima generazione, accessibile tramite il progetto europeo Europractice.

**Programma / Contenuti**

- Caratterizzazione della tecnologia CMOS disponibile e analisi, attraverso simulazioni guidate, delle caratteristiche elettriche dei dispositivi attivi e degli effetti dei parassiti associati alle linee di interconnessione.
- Flusso di progetto basato su macrocelle. Modelli di ritardo e di consumo di potenza. Progetto e caratterizzazione di una libreria di celle.
- Progetto di una macrocella di cui sono definite le specifiche funzionali: il progetto comporta la definizione dell'architettura e delle soluzioni circuitali, il disegno del layout e la caratterizzazione completa per l'impiego del modulo in un flusso di progetto basato su macrocelle (descrizione in linguaggio VHDL e descrizione per il programma di Place&Route).

**Testi / Bibliografia**

1. Jan M. Rabaey, Anantha P. Chandrakasan, Borivoje Nikolic, Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, 2nd Edition 2003, Prentice Hall (<http://bwrc.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/index.html>)
2. N. Weste, K.Eshraghian, Principle of VLSI Design: a System Perpective, Addison Wesley

**Metodi didattici**

Il corso prevede che gli studenti svolgano il progetto di una macrocella funzionalmente completa affrontando il problema ai diversi livelli di astrazione di un sistema digitale e utilizzando strumenti di progettazione assistita. Le esercitazioni si svolgeranno nel Laboratorio LAB1 su WS SUN con software avanzato per la progettazione di Circuiti Integrati (OPUS Cadence). La tecnologia di riferimento è CMOS di ultima generazione, accessibile tramite il progetto europeo Europractice.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Discussione dei progetti realizzati durante l'attività di laboratorio.

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiale a supporto della didattica è accessibile dal sito del docente.

<http://www-micro.deis.unibo.it/cgi-bin/dida?~franchi/www/Dida01>

In particolare, verranno distribuite guide semplificate per l'utilizzo degli strumenti di CAD e la consultazione del manuale di processo della tecnologia CMOS disponibile per l'attività di progetto.

**18017 - LABORATORIO DI ELETTRONICA L-A**

<b>Docente:</b>	LANZONI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Uso della strumentazione elettronica di base.

Realizzazione e caratterizzazione di semplici circuiti elettronici.

**Programma / Contenuti**

Il corso verrà svolto principalmente in laboratorio al fine di permettere allo Studente l'uso degli strumenti di misura e la realizzazione dei circuiti d'interesse. L'accento verrà posto sulla verifica sperimentale nonché sulla corretta interpretazione della letteratura tecnica. Le esperienze di laboratorio, tutte facilmente riproducibili grazie al ridotto numero di componenti che dovranno essere usati, hanno lo scopo di verificare le caratteristiche elettriche di componenti e semplici circuiti nonché di richiamare l'attenzione dello Studente sulle principali problematiche di scelta dei componenti durante il progetto e la realizzazione di un sistema elettronico. Il corso introduce inoltre all'apprendimento dell'utilizzo della strumentazione elettronica di base necessaria per lo svolgimento delle esercitazioni.

**Metodi didattici**

Lezione teorica introduttiva con successiva esercitazione in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Relazione al termine delle delle sedute di laboratorio ed esame finale pratico in laboratorio

**Strumenti a supporto della didattica**

Sito web

**44836 - LABORATORIO DI FENOMENI DI TRASPORTO LS**

<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Mutuato da:</b>	29170 - LABORATORIO DI FENOMENI DI TRASPORTO M (vedi p. 666)

**29170 - LABORATORIO DI FENOMENI DI TRASPORTO M**

<b>Docente:</b>	GIACINTI BASCHETTI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3
<b>Lingua:</b>	Italiano o inglese in funzione delle preferenze degli studenti

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente gli strumenti essenziali per la soluzione di problemi di termomeccanica del continuo attraverso metodologie computazionali e di rendere lo studente familiare a tali strumenti attraverso una attività di laboratorio.

**Programma / Contenuti**

Il corso prevede un'introduzione ai metodi della fluidodinamica computazionale con particolare attenzione al metodo dei volumi finiti. Il programma può essere così riassunto.

Richiami sui bilanci locali di quantità di moto energia e materia.

introduzione alla risoluzione numerica delle equazioni differenziali:

Metodo dei volumi finiti, basi matematiche e fisiche, metodi di discretizzazione e procedura di risoluzione per problemi in regime stazionario e dinamico. Algoritmi risolutivi per i bilanci di quantità di moto tramite l'accoppiamento dei campi di velocità e di pressione (metodi SIMPLE-SIMPLEC PISO)

Presentazione della struttura dei software CFD commerciali.

Risoluzione numerica di problemi di trasporto quantità di moto in regime stazionario e transitorio, di trasporto simultaneo di quantità di moto calore.

Analisi dei risultati e confronto con le soluzioni teoriche approssimate o con dati sperimentali.

**Testi / Bibliografia**

"An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method" - H.K.Versteeg, W. Malalaseki - Harlow : Longman scientific & technical, c1995

"Computational fluid dynamics : an introduction for engineers" - M. B. Abbott, D. R. Basco - Harlow : Longman ; New York : Wiley, 1989.

**Metodi didattici**

Lezioni in aula ed esercitazioni al computer

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Preparazione di una relazione relativa ad una o più delle esperienze di laboratorio considerate

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense e copie dei lucidi proiettati a lezione

**41471 - LABORATORIO DI GEOMATICA I**

<b>Docente:</b>	VITTUARI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Scopo del Laboratorio di Geomatica è far sperimentare allo studente, attraverso attività pratica e di laboratorio, alcune delle potenzialità operative offerte dalle moderne tecniche di rilevamento terrestre, fotogrammetrico e satellitare. In particolare il laboratorio permette agli studenti di comprendere alcuni degli aspetti metodologici legati all'integrazione delle diverse tecniche, nonché di sperimentare alcuni strumenti software per l'analisi delle osservazioni acquisite.

**Programma / Contenuti**

Il Laboratorio si articola secondo una successione di esempi applicativi, in parte realizzati dagli studenti, in parte resi disponibili dal docente, che permettono di affrontare alcune problematiche di rilevamento con tecniche classiche, fotogrammetriche e satellitari, fino alla rappresentazione dei dati raccolti in forma numerica, cartografica e attraverso modelli digitali. Le metodologie affrontate possono riguardare il GPS, le

tecniche classiche per il controllo, la fotogrammetria digitale, la cartografia numerica, il telerilevamento, il laser scanner, in funzione del tema affrontato (Controllo di movimenti di strutture, di aree in frana o subsidenti, rilievo in Archeologia, mobile mapping, monitoraggio di corpi glaciali, ecc.)

#### Metodi didattici

Il Laboratorio di Geomatica si articola in esercitazioni pratiche e attività di laboratorio.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Il raggiungimento dell'idoneità avviene a seguito della valutazione di una relazione scritta, prodotta individualmente, che descrive l'attività di laboratorio effettuata e i risultati raggiunti

#### Strumenti a supporto della didattica

Strumentazione GPS, topografica, restitutore fotogrammetrico analitico e digitale, strumenti software di laboratorio

### 17988 - LABORATORIO DI INFORMATICA L

**Corso di Laurea:** 0052 - Ingegneria meccanica  
**Mutuato da:** 29737 - LABORATORIO DI INFORMATICA T (vedi p. 668)

### 29737 - LABORATORIO DI INFORMATICA T

**Docente:** VERONDINI CRISTIANO  
**Corso di Laurea:** 0919 - Ingegneria civile - [A-K]  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 3

### 29737 - LABORATORIO DI INFORMATICA T

**Docente:** VERONDINI CRISTIANO  
**Corso di Laurea:** 0919 - Ingegneria civile - [L-Z]  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 3

### 29737 - LABORATORIO DI INFORMATICA T

**Docente:** FERNANDEZ JORGE EDUARDO  
**Corso di Laurea:** 0927 - Ingegneria meccanica  
**Ciclo:** 2  
**Crediti:** 3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo Studente acquisisce conoscenze pratiche per l'impiego degli strumenti informatici di base.

#### Programma / Contenuti

- Elementi avanzati di FORTRAN 90.
- Cenni sull'utilizzo di una libreria grafica in progetti per piattaforme multiple.
- Elementi di algebra numerica: Operazioni su matrici. Soluzione di sistemi di equazioni lineari. Metodi diretti (di Gauss, di Gauss-Jordan, di fattorizzazione LU, di Cholesky).

- Utilizzo di tecniche di calcolo numerico in ambito grafico: Interpolazione di Lagrange e approssimazione di dati sperimentali con il metodo dei Minimi Quadrati. Integrazione numerica di equazioni differenziali alle derivate ordinarie (ODE) del primo ordine, con condizioni iniziali (metodi di Eulero, Eulero modificato, Runge-Kutta).

### Testi / Bibliografia

#### TESTI FONDAMENTALI DEL CORSO

- S. J. Chapman. Fortran 90/95 - Guida alla programmazione 2/ed McGraw-Hill. Milano ( ISBN: 88 386 6142-1 + web site)
- Dispense del docente (sul sito del corso)

#### TESTI INTEGRATIVI

- G. Monegato. Fondamenti di Calcolo Numerico. Levrotto e Bella. Torino

### Metodi didattici

Le lezioni vengono integrate con una serie di esercitazioni pratiche con il calcolatore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Per superare l'esame di Laboratorio di Informatica, il candidato deve presentare una tesina, la quale consiste nella risoluzione numerica e grafica di un problema pratico mediante l'utilizzo di tecniche informatiche.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori informatici.

## 41473 - LABORATORIO DI INFRASTRUTTURE VIARIE E TRASPORTI L

<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

## 48520 - LABORATORIO DI INGEGNERIA CHIMICA L-A

<b>Docente:</b>	COZZANI VALERIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si pone l'obiettivo di permettere, attraverso esperienze pratiche, la comprensione e la rielaborazione di nozioni teoriche acquisite nell'ambito di corsi propedeutici. Le esperienze riguardano sia lacune operazioni unitarie (scambio termico, scambio di materia) che i sistemi di movimentazione dei fluidi ed i sistemi di controllo.

### Programma / Contenuti

- 1) Scambio termico in scambiatori a doppio tubo: coefficienti di scambio termico e perdite di carico
- 2) Scambio termico in scambiatori a fascio tubiero: coefficienti di scambio termico e perdite di carico
- 3) Scambio termico in reattori agitati: coefficienti di scambio termico
- 4) Fluidodinamica di colonne a riempimento: perdite di carico e "flooding" del riempimento
- 5) Raffreddamento evaporativo: scambio termico e di materia in torre di raffreddamento
- 6) Controllo dei processi chimici: "tuning" di un controllore di pH

## Testi / Bibliografia

- R.H. Perry, D.W. Green: "Perry'S Chemical Engineer' Handbook", Mc Graw-Hill  
D. Kern: "Process heat transfer", Mc Graw - Hill  
R.E. Treybal: "Mass transfer operations", Mc Graw - Hill  
J.M. Coulson, J.F. Richardson: "Chemical Engineering", Pergamon Press (vol. 1, 2 e 6)

## Metodi didattici

- Lezioni teoriche per la presentazione delle esperienze ed il collegamento ai corsi affini.  
Lezioni teoriche relative al funzionamento del sistema sperimentale ed all'analisi dei dati.  
Esperienze di laboratorio.  
Redazione di relazioni.  
Esposizione mediante PC e proiettore dei dati sperimentali acquisiti e della relativa analisi.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

- Esame delle relazioni scritte.  
Discussione della presentazione orale.

## Strumenti a supporto della didattica

- Apparecchiature didattiche su scala di laboratorio. PC per la rielaborazione dei dati sperimentali acquisiti.  
Proiettore e PC e per la presentazione dei risultati.

## 48519 - LABORATORIO DI INGEGNERIA CHIMICA L-B

<b>Docente:</b>	GOSTOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	3

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso ha lo scopo di familiarizzare gli allievi con la strumentazione e i metodi del laboratorio di Ingegneria di processo. Le conoscenze teoriche necessarie sono quelle apprese nei corsi precedenti, in particolare: Fluidodinamica e Scambio Termico, Trasporto di Materia e reattoristica chimica.

## Programma / Contenuti

1. Misura della viscosità di un fluido Newtoniano con viscosimetro a capillare.
2. Determinazione della curva caratteristica di una pompa centrifuga.
3. Determinazione della viscosità apparente di un fluido pseudoplastico.
4. Determinazione della curva caratteristica di una valvola di regolazione e valutazione dei coefficienti di resistenza di alcuni elementi di linea.
5. Misura del coefficiente di trasporto gas-liquido ( $k_L a$ ) in un fermentatore agitato.
6. Misura del coefficiente di diffusione (cella a diaframma)
7. Prova di Nanofiltrazione o Ultrafiltrazione

## Metodi didattici

esecuzione delle esperienze in laboratorio con l'assistenza dei tecnici preposti, redazione di una relazione scritta su ciascuna delle esperienze svolte

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Verifica di presenza ed esame delle relazioni presentate.

**49567 - LABORATORIO DI INGEGNERIA DEL SOFTWARE L-A**

<b>Docente:</b>	BELLAVIA GIUSEPPE
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Acquisizione di una preparazione di base sulle metodologie e sulle tecniche object-oriented per il progetto e la realizzazione di sistemi software, mediante esercitazioni pratiche in laboratorio

**Programma / Contenuti**

1. Framework .NET e linguaggio C#.
2. Complementi di programmazione ad oggetti.
3. Delegati ed eventi.
4. Gestione di documenti XML da codice; il DOM (Document Object Model) XML.
5. Metadati e introspezione; metaprogrammazione (cenni).
6. Utilizzo degli attributi custom in .NET.
7. Cenni al garbage collector del framework .NET; il pattern Dispose.
8. Interfaccia utente.
9. ADO .NET.

**Testi / Bibliografia**

- Fotocopie slide visti a lezione
- J. Sharp, J. Jagger, Microsoft® Visual C#™ .NET Step by Step
- T. Archer, A. Whitechapel, Inside C#, Second Edition

I due testi sono in alternativa e sono disponibili presso la biblioteca del DEIS.

**Metodi didattici**

Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova pratica in laboratorio.

**Strumenti a supporto della didattica**

Durante il corso verrà utilizzato l'ambiente di sviluppo Visual Studio della Microsoft

**29928 - LABORATORIO DI INGEGNERIA DI PROCESSO T**

<b>Docente:</b>	STRAMIGIOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Esemplificare metodologia e strumenti per l'analisi quantitativa dei processi dell'ingegneria chimica.

**Programma / Contenuti**

- 1) Sistemi di unità di misura; SI.

- 2) Scambio di calore : principi fisici e apparati. Scambio di quantità di moto : principi fisici e apparati. Scambio di materia : principi fisici e apparati.
- 3) Modelli di apparati : a scatola nera, a parametri concentrati, a parametri distribuiti.
- 4) Bilancio di materia : sistemi reagenti e non, il grado di avanzamento.
- 5) Energia cinetica, energia potenziale e energia interna. Semplici esempi di bilancio di energia.

#### Testi / Bibliografia

- 1) Dispense del docente
- 2) R.M. Felder, R.W.Rousseau " Elementary principles of chemical processes " John Wiley & Sons

#### Metodi didattici

Verranno presentati i principali apparati per lo scambio di quantità di moto, calore e materia ( tubazioni, pompe, scambiatori di calore, colonne di assorbimento e distillazione , apparati a membrana,..). Verranno effettuati i bilanci di materia e semplici bilanci d'energia a questi apparati.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di una prova orale

#### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa, PC

## 41469 - LABORATORIO DI INGEGNERIA IDRAULICA L

**Docente:** DI FEDERICO VITTORIO

**Corso di Laurea:** 0045 - Ingegneria civile

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Sono necessarie le conoscenze fondamentali di Idraulica, Idrologia e Costruzioni Idrauliche.

#### Programma / Contenuti

##### 1. Laboratorio idraulico

Illustrazione di esperienze didattiche presso il Laboratorio Idraulico.

##### 2. Modellistica fisica

Richiami sulla modellistica fisica. Illustrazione di modelli fisici realizzati presso il Laboratorio di Idraulica. Esercitazioni.

##### 3. Modellistica numerica

Modelli di calcolo di reti idrauliche in pressione e a pelo libero. Esercitazioni relative. Modelli di calcolo alvei naturali. Esercitazioni relative. Sistemi di supporto decisionale per la gestione delle reti di acquedotto e fognatura.

#### Metodi didattici

Il corso è articolato in lezioni frontali ed esercitazioni guidate di modellistica fisica e numerica.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame prevede una prova orale di idoneità, nel corso della quale verranno esaminate le esercitazioni assegnate durante il corso.

**45238 - LABORATORIO DI LOGISTICA INDUSTRIALE LS**

<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Mutuato da:</b>	45173 - LABORATORIO DI SIMULAZIONE PER LA LOGISTICA LS (vedi p. 682)

**49758 - LABORATORIO DI MACCHINE AUTOMATICHE LS**

<b>Docente:</b>	VASSURA GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Acquisire la capacità di valutare un problema di automazione ed eseguire le scelte di base in relazione alla impostazione progettuale del sistema e per quanto riguarda l'architettura, la struttura meccanica, il sistema di attuazione

**Programma / Contenuti**

Metodologie di prototipazione di sistemi di automazione, con riferimento alla architettura di sistema, alla struttura meccanica ed al sistema di attuazione.

**Testi / Bibliografia**

Appunti redatti dal docente

**Metodi didattici**

Il corso consisterà in una attività di esercitazione guidata, svolta per gruppi di lavoro, su un tema di automazione di interesse applicativo.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Presentazione e discussione individuale del lavoro svolto.

**Strumenti a supporto della didattica**

Software di simulazione.

**41481 - LABORATORIO DI MATEMATICA COMPUTAZIONALE L-A**

<b>Docente:</b>	ZAMA FABIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
	0055 - Ingegneria dell'automazione
	0051 - Ingegneria informatica
	0048 - Ingegneria elettronica
	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Studio di metodi numerici e analisi di strumenti software utili nella risoluzione di importanti problemi applicativi legati all'elaborazione di immagini.

## Programma / Contenuti

1. Formazione di immagini Digitali
2. Elementi di base sulla quantizzazione e campionamento
3. Enhancement nel dominio spaziale
4. trasformazioni dei livelli di grigio
5. Filtri nel dominio spaziale
  - 5.1.1. filtri di smoothing
  - 5.1.2. filtri di sharpening
  - 5.1.3. combinazione di filtri
6. Enhancement nel dominio delle frequenze
7. Trasformata di Fourier
  - 7.1.1. filtri di smoothing
  - 7.1.2. filtri di sharpening
  - 7.1.3. Filtri omomorfi
  - 7.1.4. Implementazione
8. Image Restoration
9. Modelli di Noise
10. Denoising
11. Filtri BandReject
12. Modelli di Degradazione lineare invariante per traslazione
13. Filtraggio Inverso
14. Filtraggio di Wiener
15. Processing di Immagini a colori
16. Smoothing e sharpening
17. Segmentazione
18. Edge detection

### Matlab:

- Linguaggio e strutture di programmazione
- C Mex file
- Image processing Toolbox

## Testi / Bibliografia

- R.C. Gonzalez, R.E. Woods, Digital Image Processing (2<sup>nd</sup> edition)  
R.C. Gonzalez, R.E Woods, Digital Image Processing Using matlab (DIPUM)

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni guidate in laboratorio.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Presentazione di tutti gli esercizi svolti durante il corso e un progetto a scelta fra quelli proposti dal docente.

## Strumenti a supporto della didattica

Matlab + Image Processing Toolbox

## 41464 - LABORATORIO DI METALLURGIA L

<b>Docente:</b>	CESCHINI LORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica 0052 - Ingegneria meccanica 0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3
<b>Lingua:</b>	Italiano con riferimenti ai termini inglesi

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone l'obiettivo di fornire le conoscenze di base sulle correlazioni tra microstruttura e proprietà meccaniche dei materiali metallici di interesse ingegneristico. Verranno, in particolare, illustrati gli effetti sulla microstruttura e, quindi, sulle proprietà di: modalità di solidificazione, trattamento termico e/o termochimico, deformazione plastica, condizioni di esercizio. Saranno illustrate le principali tecniche di laboratorio per la caratterizzazione microstrutturale e frattografica dei materiali metallici.

**Programma / Contenuti**

**Solidificazione-** Nucleazione ed accrescimento di metalli e leghe. Microstrutture e difetti di solidificazione e loro influenza sulle proprietà meccaniche. Controllo delle microstrutture di solidificazione.

**Struttura cristallina** - Elementi di struttura cristallina dei metalli. Difetti reticolari puntiformi e di linea. Fenomeni correlati alla presenza dei difetti reticolari puntiformi: cenni ai meccanismi di diffusione allo stato solido.

**Deformazione elastica e plastica** - Deformazione elastica. Cenni alla fenomenologia della deformazione plastica dei metalli alla luce della teoria delle dislocazioni. Meccanismi di rinforzo dei materiali metallici.

**Diagramma Ferro-Carbonio**- Fasi e costituenti strutturali. Fenomeni alla solidificazione e al raffreddamento delle leghe Ferro-Carbonio. Microstrutture tipiche degli acciai e delle ghise in funzione della composizione chimica.

**Trattamenti termici degli acciai** - Curve di trasformazione dell'austenite in condizioni isoterme ed anisoterme (ITT e CCT). Trattamenti termici di interesse industriale: ricottura, normalizzazione, tempra e rinvenimento.

**Principali trattamenti termochimici**- Cementazione e nitrurazione. Influenza sulla resistenza ad usura e a fatica

**Leghe di alluminio** -Principali elementi di lega. Designazione. Trattamenti termici. Proprietà meccaniche.

**Metodologie e strumenti di laboratorio per la caratterizzazione microstrutturale e frattografica dei materiali metallici.**

**Testi / Bibliografia**

- *Dispense e lucidi del docente*
- G.M. Paolucci, "Appunti dalle lezioni di Metallurgia per la laurea in Ingegneria Meccanica" Vol.1-2, Edizioni Libreria Progetto, Padova
- W. Nicodemi "Metallurgia - Principi generali", Zanichelli
- D. R. Askeland "The Science and Engineering of Materials", Nelson Thornes

**Metodi didattici**

Lezioni in aula ed esercitazioni in laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento finale è scritta (per gli studenti di Ingegneria Meccanica ed energetica) con idoneità

La prova finale è orale con votazione, per gli studenti di Ingegneria Chimica - corso di Metallurgia L

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore e PC

**41482 - LABORATORIO DI MICROONDE L-A**

<b>Docente:</b>	TARTARINI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Scopo del Corso e' quello di fornire allo studente un primo approccio di tipo operativo allo studio dei dispositivi a una-porta e a due-porte funzionanti alle frequenze tipiche delle microonde.

Attraverso le attività formative proposte lo studente sarà in grado di effettuare il progetto CAD di adattatori di impedenza e di amplificatori a microonde a singolo stadio, acquisendo familiarità con il software di tipo commerciale "Microwave Office" di AWR.

Egli avrà altresì l'opportunità di fare esperienze di laboratorio, effettuando la misura dei parametri di diffusione di dispositivi a 1 porta e a 2 porte utilizzando un analizzatore di rete vettoriale. Egli sarà infine in grado di valutare quantitativamente le non linearità nel comportamento delle reti a due porte, con particolare riferimento alle reti di tipo "Microwave over Fiber".

**Programma / Contenuti****PROGETTO CAD DI ADATTATORI DI IMPEDENZA**

Richiami su Linee di Trasmissione, Carta di Smith, Adattamento

Progetto CAD di adattatori a banda stretta: adattatori a costanti concentrate, a semplice e a doppio stub

Progetto CAD di adattatori a banda larga: trasformatori multisezione

**PROGETTO CAD DI AMPLIFICATORI A SINGOLO STADIO**

Richiami sulla Matrice di Diffusione

Tipi di Guadagno di un dispositivo lineare a due porte.

Stabilità di un amplificatore: condizione di Rollet, cerchi di stabilità in ingresso e in uscita

Cerchi di guadagno e cerchi di rumore nel progetto di un amplificatore.

Progetto CAD di amplificatori a microonde a singolo stadio

**NON LINEARITÀ DI UN DISPOSITIVO A DUE PORTE**

Compressione del guadagno

Distorsioni e punti di intercetta corrispondenti

Range dinamico libero da spurie

**ESPERIENZE DI LABORATORIO CON ANALIZZATORE DI RETE VETTORIALE**

Generalità sul funzionamento dell'analizzatore di rete. Calibrazione dello strumento.

Misura dei parametri di diffusione di semplici dispositivi.

Misura dei parametri di diffusione di un collegamento "Microwave over Fiber".

**Testi / Bibliografia**

D. Pozar, "Microwave Engineering", Wiley

**Metodi didattici**

Lezioni frontali

Esercitazioni in laboratorio didattico software

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova di laboratorio (progetto al calcolatore) seguito da una Prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

[http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id\\_autore=&id\\_insegnamento=138&aa=2004&RIL=A-Z&IDCDS=5](http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id_autore=&id_insegnamento=138&aa=2004&RIL=A-Z&IDCDS=5)

**17373 - LABORATORIO DI MISURE ELETTRICHE L**

<b>Docente:</b>	PASINI GAETANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	3

**49493 - LABORATORIO DI MODELLISTICA E SIMULAZIONE L-A**

<b>Docente:</b>	DIVERSI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso è la comprensione dei metodi per la costruzione di modelli matematici dinamici di sistemi fisici. In particolare vengono trattati l'approccio nello spazio degli stati e quello energetico, prendendo in considerazione diversi domini fisici: elettrico, meccanico, elettromeccanico, elettromagnetico, idraulico, pneumatico, termico. Vengono brevemente trattate anche le principali tecniche di integrazione numerica delle equazioni differenziali che sono alla base della simulazione al calcolatore di sistemi dinamici. Un ulteriore obiettivo consiste nella conoscenza di pacchetti applicativi per la soluzione di casi di studio relativi alla simulazione di sistemi fisici.

**Programma / Contenuti**

Concetti di sistema e modello. Evoluzione dei modelli nella scienza e nella tecnologia. Modelli matematici come approssimazione della realtà: concetto di modello competente. Simulazione. Modellistica e identificazione. Tipologie di modelli. I modelli nello spazio degli stati. Il caso lineare e stazionario. Stati di equilibrio. Stabilità interna ed esterna. Il criterio di Lyapunov. Linearizzazione di modelli non lineari. Determinazione di modelli nello spazio degli stati di sistemi elettrici, elettronici, meccanici, idraulici, termici, elettromeccanici, elettromagnetici. Validazione dei modelli: analisi dimensionale. Cambiamenti di scala. Un approccio unificante nella modellistica dei sistemi dinamici: variabili di tipo sforzo e di tipo flusso, resistenze, inerzie, capacità. Momenti e spostamenti generalizzati. Energia e potenza. Concetto di porta di energia (potenza). I grafi di legame. Elementi di tipo R,I,C,SE,SF,TF,GY, giunzioni di tipo 0 e 1. Modellistica di sistemi fisici attraverso i grafi di legame. Soluzione numerica delle equazioni differenziali. Metodi di Eulero. Metodi Runge-Kutta espliciti ed impliciti. Metodi predictor-corrector. Esercitazioni.

Le esercitazioni costituiscono la maggior parte del corso e riguardano essenzialmente la determinazione di modelli matematici dei sistemi fisici di interesse per l'ingegnere dell'automazione al fine dell'analisi del loro comportamento anche per mezzo della simulazione al computer utilizzando il software MATLAB/Simulink.

### Testi / Bibliografia

Appunti forniti dal docente.

### Metodi didattici

Lezioni tradizionali in aula e in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove scritte ed orali. La prova orale comprende la discussione di un elaborato svolto dallo studente.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa, PC.

Sito WEB del corso all'indirizzo: <http://sting.deis.unibo.it/sting/Members/diversi/Modellistica.htm>

## 42252 - LABORATORIO DI RADIOPROTEZIONE I

**Docente:** MOSTACCI DOMIZIANO

**Corso di Laurea:** 0455 - Ingegneria energetica

0057 - Ingegneria energetica

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli allievi acquisiranno una conoscenza di base dell'acquisizione e trattamento dei dati in ambito nucleare. Impareranno le caratteristiche fondamentali della strumentazione di radioprotezione, e della sua utilizzazione per la sorveglianza fisica di radioprotezione.

### Programma / Contenuti

#### L'errore sperimentale

Generalità; errori sistematici ed aleatori; propagazione degli errori; trattamento statistico dei dati; precisione ed accuratezza della misura; come si riportano i risultati sperimentali.

Le misure nucleari: problemi statistici specifici delle misure nucleari; trattamento dei dati.

#### I rivelatori

Contatori, spettrometri, dosimetri; principali tipi di strumenti:

- Contatori a gas: camere a ionizzazione; contatori proporzionali; Geiger-Mueller.
- Scintillatori: cristalli; scintillazione liquida.
- Rivelatori a semiconduttore
- Dosimetri: a film, a termoluminescenza

#### Esercitazioni di laboratorio

- Misura di scarica di circuito RC; trattamento dei dati
- Aleatorietà delle misure nucleari: dimostrazione con misure ripetute della natura poissoniana dell'emissione radioattiva
- Caratterizzazione di un geiger: ricerca del pianerottolo, tensione ottima di lavoro
- Dipendenza del conteggio dalla distanza; influenza di spessori di assorbitori interposti
- Costruzione di un contatore Geiger-Mueller, e suo collaudo

- Spettrometria: calibrazione dello spettrometro; riconoscimento degli isotopi (spettrometria qualitativa), valutazione dell'attività presente per ciascun isotopo (spettrometria quantitativa).
- Radioattività naturale: minicampagna di misure di radon gas
- Lettura di dosimetri

### Testi / Bibliografia

**Testo adottato:** M. Antony, Nuclides chart 2002, ELA, nancy, 2002 [ela@ela-asso.com](mailto:ela@ela-asso.com)

Testi consigliati per approfondimenti:

- L. Lyons, Statistics for nuclear and particle physicists, ED: Cambridge University press, Cambridge, 1986
- W.R. Leo, Techniques for nuclear and particle physics experiments, ED. Springer-Verlag, Heidelberg, 1987
- G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, ED. John Wiley & Sons, 1999

### Metodi didattici

Lezioni teoriche; esercitazioni di laboratorio; visite a servizi di dosimetria. Gli allievi dovranno inoltre tenere un quaderno di laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'idoneità si consegue sulla base (congiunta) di:

- presenza alle sessioni di laboratorio
- presentazione del quaderno di laboratorio

### Strumenti a supporto della didattica

Strumentazione ed attrezzi di laboratorio.

## 45250 - LABORATORIO DI RADIOPROTEZIONE LS

<b>Docente:</b>	FERNANDEZ JORGE EDUARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire agli studenti una approfondita conoscenza degli strumenti di misura e delle metodiche computazionali tipiche della pratica di sorveglianza fisica di radioprotezione.

### Programma / Contenuti

- Rivelatori di radiazione. Tipi di rivelatore: scintillatori, stato solido. Risoluzione dei diversi tipi di rivelatore. Calibrazione di un rivelatore. Funzione risposta di un rivelatore. Deconvoluzione dello spettro della sorgente.
- Emissione di un tubo di raggi x. Principi fondamentali. Legge  $1/r^2$ . Spettro di emissione di un tubo: influenza della corrente e della tensione.
- Attenuazione dei raggi x. Esperimenti di trasmissione e di riflessione. Filtri.
- Determinazione della densità di un materiale con raggi x.
- Determinazione della composizione chimica di un materiale con raggi x.
- Seminario: applicazione delle tecniche computazionali Monte Carlo alla radioprotezione.

### Testi / Bibliografia

Dispense del docente

### Metodi didattici

Le lezioni vengono integrate con una serie di esercitazioni pratiche in laboratorio e con il calcolatore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Per superare l'esame di Laboratorio di Radioprotezione LS, il candidato deve presentare una tesina, la quale riporta la risoluzione di un problema pratico mediante l'utilizzo di tecniche di laboratorio ed informatiche.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratorio di Radiometria ed informatico.

## 24011 - LABORATORIO DI RETI DI TELECOMUNICAZIONI L-A

<b>Docente:</b>	BOTTICELLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti per la comprensione del funzionamento del collegamento in rete dei calcolatori, con particolare riferimento agli aspetti pratici. Si farà esplicito riferimento a reti TCP/IP ed all'uso di strumenti di tipo Open-Source; in laboratorio (o in aula) verranno utilizzati apparati di rete (router e firewall) per illustrare le problematiche esistenti nel mondo reale.

### Programma / Contenuti

Comandi e strumenti software per l'analisi e la configurazione dell'interfaccia di rete.  
Gestione ed amministrazione di rete in ambiente Unix, Windows e misto.  
Regole per la realizzazione di sistemi di cablaggio strutturato.  
Pianificazione di reti TCP/IP e implementazione firewall tramite Linux e apparato HW dedicato.  
Implementazioni di servizi per reti private: gestione dell'indirizzamento tramite NAT e realizzazione di VPN.

### Metodi didattici

Il corso prevede approssimativamente il 40 % di didattica frontale ed il 60% di esercitazioni in laboratorio o in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova pratica scritta o in laboratorio

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense del docente disponibili on-line sul sito  
<http://deisnet.deis.unibo.it/Didattica/CorsiBO/LabRetiLA/>

## 17965 - LABORATORIO DI RICERCA OPERATIVA L-A

<b>Docente:</b>	LODI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0055 - Ingegneria dell'automazione 0051 - Ingegneria informatica 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente viene guidato nel processo di acquisizione, valutazione e utilizzo di software per la simulazione, la pianificazione e l'ottimizzazione attraverso una introduzione alle tecniche di ottimizzazione e una panoramica sul loro utilizzo pratico.

**Programma / Contenuti**

La finalità del corso è di dare allo studente familiarità con strumenti software che utilizzano le tecniche proprie della Ricerca Operativa e possono quindi essere proficuamente impiegati nella risoluzione di problemi di simulazione, pianificazione e ottimizzazione. L'enorme espansione della rete Internet avvenuta negli ultimi anni ha permesso una moltiplicazione del numero di tali strumenti che sono disponibili per liberi professionisti e aziende. Lo studente viene guidato nel processo di acquisizione, valutazione e utilizzo di software per la simulazione, la pianificazione e l'ottimizzazione.

**Argomenti:**

1. **Simulazione a interazione dei processi.** Introduzione alla Simulazione Numerica Simulazione a controllo dei processi: concetti fondamentali ed esempi. Il software commerciale ARENA.
2. **Programmazione Lineare e Lineare Intera.** Introduzione alla Programmazione Lineare e Lineare Intera. Programmazione Lineare e Lineare Intera: concetti ed esempi. Il software commerciale MPL.
3. **Ottimizzazione su Grafo.** Introduzione alla Teoria dei Grafi. Pianificazione dei Progetti e metodo del Cammino Critico. Il software commerciale PlanBee. (Non tutti gli anni accademici)

**Testi / Bibliografia**

Dispense del corso alla pagina web della didattica del docente:  
[http://www.or.deis.unibo.it/staff\\_pages/lodi/didattic.html](http://www.or.deis.unibo.it/staff_pages/lodi/didattic.html)

**Metodi didattici**

Ciascuna delle parti del corso prevede prove pratiche di laboratorio.

Tali prove pratiche costituiscono la prova d'esame. Un'eventuale prova finale, sotto forma di tesina su una delle parti del corso, può essere necessaria come prova integrativa.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Soluzione di esercizi durante il corso con soluzione proposta reperibile nella pagina web del docente.

**Strumenti a supporto della didattica**

1. Il software commerciale **ARENA** per Simulazione a Interazione dei Processi.
2. Il software commerciale **MPL** per la Programmazione Lineare e Lineare Intera.
3. Il software commerciale **PlanBee** per la Pianificazione dei Progetti e metodo del Cammino Critico (non tutti gli anni accademici).

## 44837 - LABORATORIO DI SIMULAZIONE DI PROCESSO LS

<b>Docente:</b>	NOCENTINI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno capacità di rappresentare il processo mediante opportuni modelli di simulazione degli apparati, di effettuare analisi di previsione dei risultati e di condurne l'ottimizzazione tecnico-economica. L'obiettivo sarà perseguito anche mediante l'utilizzo di un simulatore di processo di tipo commerciale.

**Programma / Contenuti**

Costruzione ed esecuzione di modelli di apparati di processo (colonne, scambiatori di calore, reattori), esecuzione di analisi di sensitività, assegnazione di specifiche di progetto, stima e analisi di proprietà termodinamiche. Richiami su metodiche di ottimizzazione tecnico-economica di processi industriali. Strategia di soluzione adatta per processi con elevate integrazioni/ricicli e per problemi di ottimizzazione. Applicazione di un software di simulazione commerciale per la soluzione di un problema reale di progettazione e ottimizzazione tecnico economica.

**Testi / Bibliografia**

Appunti delle lezioni, manuali del software utilizzato.

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni; applicazione di un software di simulazione per la soluzione di un caso reale.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Discussione dell'elaborato riguardante la soluzione del problema reale affrontato.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna luminosa, PC e proiettore

## 45173 - LABORATORIO DI SIMULAZIONE PER LA LOGISTICA LS

<b>Docente:</b>	GAMBERI MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Laboratory of Logistics Simulation is oriented to Logistics and Manufacturing Plants Design. The Course is intended for training students in the detailed skills of generating and executing a process simulation model. Moreover it is treated methodology to generate alternative What-If scenarios to examine and compare model performance.

The entire course is based on AutomodTM, an object-oriented software developed for providing an environment for building highly accurate models for analysis and development, as well as for control system emulation.

**Programma / Contenuti**

The aim is to provide base methods and tools for the simulation of the most important aspects of production and manufacturing:

- Conveyor systems;

- Material handling systems;
- Flexible Manufacturing Systems;
- Assembly lines;
- Warehouse systems;
- Supply chain.

At the end of the course participants will be able to:

- Understand the concepts underlying process simulation;
- Know the range and capabilities of simulation;
- Create a simulation of a complex production system;
- Produce and interpret a simulation report;
- Realize and analyze What-If scenarios.

### Testi / Bibliografia

- Brooks Automation, Inc., "Automod User's guide Volumes 1 and , 2003.
- Jerry Banks, "Getting Started with AutoModTM", Brooks Automation, Inc. , 2004.
- Brooks Automation, Inc., "Beginning AutoModTM Tutorial" , 2003.
- J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, "Discreteevent system simulation (2nd ed.)", Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall, 1996.
- A.Pareschi, E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri, "Logistica Integrata e Flessibile", Ed.Esculapio, 2002.
- Pareschi A., "Impianti industriali", Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio, Bologna, 1994.
- Chung a. C., "Simulation modeling handbook", CRC Press, USA2004.
- P. A. Fishwick, "Simulation Model Design and Execution",
- C.G. Cassandras, S. Lafortune, "Introduction to Discrete Event Systems",

### Metodi didattici

Lezioni frontali e laboratorio d'informatica

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Database Esercitazioni e Prova finale di simulazione.

### Strumenti a supporto della didattica

Software: Automod ver 11.2.

Brooks Automation, Inc.

(801) 736-3201

JUNE 2003

## 49494 - LABORATORIO DI SISTEMI DI AUTOMAZIONE L-A

<b>Docente:</b>	SOVERINI UMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso ha lo scopo di approfondire alcuni aspetti metodologici già acquisiti nei corsi di base e di fornire gli strumenti per lo sviluppo e la sperimentazione di sistemi ed algoritmi di controllo per l'automazione.

### Programma / Contenuti

Verranno richiamati alcuni argomenti di base dei Controlli Automatici, in particolare:

*Sistemi dinamici a tempo continuo e tempo discreto. Rappresentazioni ingresso-uscita ed ingresso-stato-uscita.*

Stabilità del moto rispetto a perturbazioni dello stato iniziale. Stabilità della risposta rispetto a perturbazioni

dell'ingresso. Stati di equilibrio. Linearizzazione dei sistemi non lineari. Moto e risposta per sistemi lineari e stazionari. Risposta all'impulso.

*Sistemi lineari e stazionari ad un ingresso ed una uscita.* Passaggio da un modello ingresso-stato-uscita alla funzione di trasferimento e viceversa. Analisi armonica. Diagrammi polari. Diagrammi di Nichols.

*Sistemi ad un ingresso ed una uscita in retroazione.* Luogo delle radici. Il criterio di Routh. Il criterio di Nyquist.

Luoghi a M costante e a N costante. Funzioni di sensitività. Il metodo della funzione descrittiva per sistemi non lineari.

Verranno inoltre richiamati alcuni argomenti dell'Algebra Lineare e dell'Analisi Numerica, in particolare: spazio immagine e spazio nullo di una matrice, il procedimento di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt, la pseudoinversa di una matrice, l'approssimazione ai minimi quadrati.

Verranno inoltre presentati diversi casi di studio e di progetto. Tali esempi saranno sviluppati attraverso un consistente numero di esercitazioni in laboratorio con l'utilizzo del software Matlab e Simulink.

## Testi / Bibliografia

Appunti forniti dal docente.

## Metodi didattici

Il corso prevede lezioni tradizionali in aula con lavagna luminosa e PC ed esercitazioni in laboratorio.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova orale, comprendente la discussione di un argomento approfondito dallo studente.

## Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa e PC

# 49762 - LABORATORIO DI SISTEMI DI AUTOMAZIONE LS

<b>Docente:</b>	MACCHELLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Programma / Contenuti

Il Corso viene svolto in parallelo al corso di *Laboratorio di macchine automatiche LS* (prof. Vassura) di cui è il naturale completamento. L'idea di fondo è quella di introdurre gli studenti alle problematiche implementative degli algoritmi di controllo in impianti industriali. Per questo motivo si è scelto di dare peso maggiore alle parti di esercitazione e di ridurre al minimo le lezioni frontali. In generale, le 60 ore del Corso sono suddivise in circa 20 ore di lezione e 40 ore di esercitazioni in aula. Le esercitazioni sono basate su vere problematiche industriali e prevedono la soluzione di un caso reale la cui progettazione meccanica è argomento del corso di *Laboratorio di macchine automatiche LS*. Gli strumenti e le metodologie per affrontare il caso reale verranno forniti nella parte iniziale del corso. Si inizia con la descrizione dell'ambiente di sviluppo CoDeSys che consente di realizzare e simulare software per PLC sviluppato secondo la normativa IEC-61131. Si introdurrà un possibile approccio per la realizzazione modulare del software della macchina automatica a partire dalla suddivisione della stessa in Modalità Operative (OpMode). La realizzazione della logica di controllo e diagnostica dell'attuazione verrà introdotta con il concetto di Attuatore Generalizzato, un modulo software altamente configurabile per la gestione della parte di attuazione della macchina automatica. Quindi, si fornirà una descrizione degli azionamenti ELAU il cui ambiente di programmazione è basato su CoDeSys. Infine, si introdurrà il software di simulazione fisica e logica Automation Studio che verrà utilizzato per simulare la parte meccanica, di attuazione (elettrica, idraulica e pneumatica) e di controllo della macchina automatica da realizzare.

**Testi / Bibliografia**

Vengono fornite le copie in formato elettronico delle slides presentate a lezione. Per ulteriori approfondimenti, è necessario fare riferimento alla documentazione fornita con i software di programmazione (CoDeSys, EPAS-4) e simulazione (Automation Studio) utilizzati nelle attività di laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Da definire in dettaglio, l'esame consisterà in una presentazione del lavoro svolto durante il corso, seguita da domande che riguardano il progetto e le conoscenze "teoriche" acquisite durante le lezioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

- Introduzione al corso ( PDF)
- L'ambiente di sviluppo CoDeSys ( PDF)
- Software modulare per l'automazione ( PDF)
- Introduzione agli azionamenti ELAU ( PDF)
- CoDeSys ( EXE)

## 45239 - LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONE SUI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA LS

<b>Docente:</b>	CAVINA NICOLO'
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre ed analizzare le problematiche relative alla sperimentazione su motori a combustione interna, permettendo agli studenti di acquisire dimestichezza con la gestione di una sala prova motore.

**Programma / Contenuti**

Preparazione e piazzamento al banco dei motori. Le caratteristiche funzionali dei freni dinamometrici ed i problemi di accoppiamento.

La strumentazione impiegata nelle sale prova, anche per la misura degli inquinanti allo scarico.

I problemi di acquisizione e di trattamento dei segnali. Interpretazione dei risultati.

Il corso prevede una introduzione generale propedeutica alla pluralità di prove sperimentali al banco, in occasione delle quali verranno testate condizioni normali ed anomale di funzionamento, con la presa di dimestichezza dei sistemi elettronici di controllo dei moderni motori.

**Testi / Bibliografia**

- "Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems", L. Guzzella, C.H. Onder, Springer, 2004.
- "Appunti di Sperimentazione sui Motori a Combustione Interna", G.L. Berta, A. Vacca, Atti del Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università degli Studi di Parma, 2001.

**Metodi didattici**

L'insegnamento è articolato in lezioni ed esercitazioni, dove le seconde hanno lo scopo di fornire esempi di applicazioni degli aspetti teorici sviluppati a lezione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame finale orale, con domande sul programma e discussione della relazione, sviluppata dallo studente, sull'analisi di dati sperimentali acquisiti in sala prova durante le esercitazioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore, lavagna luminosa, PC.

**45240 - LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONE SUI SISTEMI MECCANICI LS**

<b>Docente:</b>	CATANIA GIUSEPPE
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze pratiche per la sperimentazione sui sistemi meccanici, ed in particolare degli aspetti connessi con le vibrazioni meccaniche ed il rumore emesso dal macchinario industriale. Vengono discussi temi quali le tecniche di misura ed identificazione parametrica di sistemi meccanici, e ne vengono illustrate le principali applicazioni tecniche.

**Programma / Contenuti**

Analisi del segnale.

Segnali deterministici. Serie di Fourier. Operatori integrali di Fourier. Filtri, Acquisizione temporale e Aliasing. DFT: proprietà e applicazioni. L'algoritmo FFT.

Dati Random. Processi Stocastici. Relazioni ingresso/uscita. Stimatori: errore, accuratezza, densità di probabilità, densità incrociate, funzione di coerenza. Applicazioni. Trasformate di Hilbert e applicazioni. Analisi dinamica del segnale: introduzione, risposta di sistemi a 1 e più gdl all'eccitazione.

Fondamenti di trasduttori di misura: sensori piezoelettrici, accelerometri lineari e angolari. Risposta di un trasduttore in regime transitorio, calibrazione e effetto di fattori ambientali.

Sistemi per il rilievo digitale di segnali nel dominio della frequenza: teoria base, finestre, leakage, campionatura con sovrapposizione, 'zoom' nel dominio della freq., effetto del rumore.

Eccitatori di vibrazione: teoria base, modello elettromeccanico elementare ed evoluto.

Identificazione di parametri modali e strutturali. Identificazione di modifiche. Discussione critica sui principali algoritmi e tecniche di identificazione con applicazioni pratiche.

Sessioni pratiche in laboratorio su argomenti specifici svolte da gruppi di studenti guidati dal docente e da tutor.

**Testi / Bibliografia**

- Bendat, J.S., Piersol, A.G., *Random Data Analysis and Measurement Procedures*, III ed., Wiley, N.Y., 2000;
- Bendat, J.S., Piersol, A.G., *Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis*, II ed., Wiley, N.Y., 1993;
- Bendat, J.S., *Nonlinear System Techniques and Applications*, Wiley, N.Y., 1998;
- Cochlin, I., Cadwallender, W., *Analysis and Design of Dynamic Systems*, III ed., Addison-Wesley, Reading, 1997;
- de Silva, C. W., *Vibrations Fundamentals and Practice*, CRC Press, Boca Raton, 2000,  
[http://www.engnetbase.com/ejournals/books/book\\_summary/summary.asp?id=426](http://www.engnetbase.com/ejournals/books/book_summary/summary.asp?id=426);
- Ewins, D. J., *Modal Testing*, II ed., Research Studies Press, Philadelphia, 2000;
- Fahy, F., *Sound and Structural Vibration*, Academic Press, London, 1985,
- Inman, D.J., *Vibration with control measurement and stability*, Prentice-Hall, London, 1989;
- James, M.L., Smith, G.M., Wolford, J.C., Whaley, P.W., *Vibration of Mechanical and Structural Systems*, Harper & Row, NY, 1989;

- McConnell, K.G., *Vibration Testing theory and practice*, Wiley, N.Y., 1995;
- Meirovitch, L., *Computational Methods in Structural Mechanics*, Sijtoff & Noordhoff, Rockville, Usa, 1980
- Newland, D.E., *Random Vibrations and Spectral Analysis*, II ed., Longman, N.Y., 1984;
- Newland, D.E., *Mechanical Vibration Analysis and Computation*, Longman, Singapore, 1989;
- Thomson, W.T., *Theory of vibration with applications*, Chapman & Hall, London, IV ed., 1993;
- Przemieniecki, J.S., *Theory of Matrix Structural Analysis*, McGraw-Hill, N.Y. 1968;

### Metodi didattici

Lezione. Esercitazioni numeriche guidate. Esercitazioni sperimentali pratiche in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Discussione di una tesina su un argomento specialistico concordato con il docente e condotto da un gruppo di due/tre studenti con applicazione pratica in laboratorio di tipo sperimentale o numerico.

### Strumenti a supporto della didattica

Manoscritti redatti dal docente.

link:<ftp://asino.ing.unibo.it/pub/catania/labexp>

## 41544 - LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONE SULLE MACCHINE E I SISTEMI ENERGETICI L

<b>Docente:</b>	FALFARI STEFANIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica 0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire agli studenti nozioni ed esempi applicativi riguardanti gli strumenti e le metodologie di misura diffuse nel campo della Sperimentazione sulle Macchine. Il Corso è suddiviso in due parti: la prima parte del corso tratta i concetti di misura, di errore di misura e di catena di misura. La seconda parte invece tratta alcuni strumenti misura fondamentali.

Nella trattazione di ciascun argomento viene individuato un campo di applicazione specifico e viene presentata la corretta metodologia da impiegare nella misura e vengono messi in luce i possibili errori per cautelarsi da errori legati all'impiego improprio dello strumento o della catena di misura.

L'obiettivo finale del Corso è quello di fornire le competenze necessarie ad eseguire in modo metodologicamente corretto la caratterizzazione di una macchina.

Le conoscenze di base richieste fanno riferimento ai Corsi di Fisica Generale L e Fisica Tecnica L.

### Programma / Contenuti

Sistemi di misura e conversioni:

Campi di applicazione di uno strumento: diagnostica, controllo, identificazione di modelli fisico-matematici, collaudo. Grandezza fisica. Catena di misura. Concetti di misura, unità di misura e sistema. Unità fondamentali e derivate. I sistemi di unità di misura internazionale, tecnico ed anglosassone. Principali differenze. Sistema assoluto e coerente: definizioni. Regole di scrittura. Multipli e sottomultipli. Il calore, l'energia e la potenza nei diversi sistemi: esempi di conversione. Le scale di temperatura Celsius, Fahrenheit e Kelvin. La pressione come altezza di colonna di liquido nel sistema tecnico. La viscosità cinematica e dinamica: deduzione delle loro unità di misura dal numero di Reynolds e dalla legge di Newton. La potenza termica. Equivalenza tra volume e capacità. Esempi di conversione. Tipi di strumenti: attivi e passivi; analogici e digitali; a deflessione e per azzeramento; assoluti e tarati.

Caratteristiche statiche di uno strumento:

Strumento ideale e reale. Ingressi desiderati e non desiderati. Comportamento statico di uno strumento. Errori di misura grossolano, casuale e sistematico. La calibrazione statica degli strumenti. Teoria della probabilità: valore medio come valore più attendibile, valore atteso, deviazione standard, varianza, distribuzione di Gauss, misura tipo di una variabile aleatoria, funzione densità di probabilità. La retta di regressione. La teoria delle prove ripetute. Esempio applicativo per misura di pressione. La calibrazione degli strumenti. Precisione, bias ed accuratezza. Accuratezza percentuale e classe di uno strumento. Verifica degli strumenti: di zero, di linearità, di isteresi, di fondo scala, di sensitività, di accuratezza. Presentazione delle misure: addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione. Individuazione dell'ultima cifra decimale di interesse. Regole di troncamento all'ultima cifra decimale di interesse. La teoria della propagazione degli errori nelle misure indirette. L'errore relativo della misura indiretta: dimostrazione della sua espressione nel caso la grandezza di misura sia funzione di altre grandezze tra loro non correlate. Esempio applicativo nel caso di misura di pressione. Esercizio sulla teoria della probabilità: determinazione grafica della curva di Gauss non normalizzata.

Caratteristiche dinamiche di uno strumento:

Modello fisico matematico a parametri concentrati di uno strumento per la misura di grandezze fisiche temporari. Il principio di sovrapposizione degli effetti. Il dominio temporale ed il dominio delle frequenze: serie e trasformata di Fourier. Condizioni per una corretta misura. Strumento lineare del II ordine con smorzamento ipercritico, ipocritico, critico e nullo. Segnale di ingresso a gradino e sinusoidale. Strumento lineare del I ordine con segnale di ingresso a gradino. Esempio applicativo con termometro a bulbo. Sistemi di condizionamento del segnale:

Esempio di catena di misura per la determinazione del tempo di iniezione in un motore a combustione interna ad accensione comandata. Il disaccoppiamento fra la sorgente del segnale e la catena di misura. Il concetto di amplificazione del segnale. L'amplificatore operazionale a circuito aperto ideale e reale. L'amplificatore operazionale in circuito chiuso: invertente, non invertente, sommatore, integratore, derivatore. Funzione reale di variabile indipendente: serie e trasformata di Fourier. Conversione analogica-digitale e digitale-analogica: il campionamento del segnale come sua approssimazione, la frequenza di campionamento, i numeri binari, il quanto. Il massimo valore campionabile. Procedure di conversione nei due sensi. La procedura di campionamento: la massima frequenza del segnale, la frequenza di taglio del filtro passa-basso, la frequenza di campionamento. Il criterio di Nyquist e il concetto di aliasing. Esempi numerici. Descrizione analitica dell'aliasing.

Gli strumenti di misura:

Dinamometri meccanici a deformazione e pneumatici. Misure di potenza nelle macchine. Differenza fra torsionometri e freni. Torsionometro a barra di torsione, per grandi alberi e per motori aeronautici. Il nonio: esempio applicativo. I freni idraulici. Montaggio dei cuscinetti nei freni idraulici. Concetto di macchina dissipativa ed a carcassa oscillante. Il funzionamento delle macchine a carcassa oscillante e l'equilibrio dei momenti applicati. Il freno idraulico e le curve di coppia in funzione del numero di giri. L'uso della saracinesca nel freno idraulico. I freni Froude ed a correnti parassite: geometria, funzionamento, regolazione e curve caratteristiche. Cenni sulla scelta dei freni.

Misuratori di portata a strozzamento: diaframma, boccaglio, tubo di Venturi. Equazioni teoriche di funzionamento per il diaframma. Il concetto di "vena contracta". Il tubo di Pitot: schema di funzionamento, disegno secondo Pitot-Prandtl, equazioni di governo per fluidi comprimibili ed incompressibili. Manometri: differenziale a dislivello di liquido (tubo a U) con relative equazioni, di McLeod, di Bourdon, a peso diretto. L'oscilloscopio.

## Testi / Bibliografia

- "STRUMENTI E MISURE PER L'INGEGNERIA MECCANICA", P. M. Azzoni, Ed. HOEPLI
- "STRUMENTI E METODI DI MISURA", E.O.Doebelin, Ed. MacGraw Hill
- "MISURE MECCANICHE", G. Minelli, Ed. Patron

**Metodi didattici**

Il Corso è strutturato in 2 tipi di attività Didattiche:

- a. Lezioni
- b. Visite in Laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per ottenere l'idoneità è necessario:

1. Seguire almeno 15 ore di lezione;
2. Superare la prova finale consistente in un compito scritto a carattere generale sulle tematiche viste a lezione.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense integrative: lucidi, manualistica, esempi.

**45251 - LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONE SULLE  
MACCHINE E I SISTEMI ENERGETICI LS**

**Corso di Laurea:** 0455 - Ingegneria energetica  
**Mutuato da:** 41544 - LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONE SULLE  
 MACCHINE E I SISTEMI ENERGETICI L (vedi p. 687)

**30947 - LABORATORIO DI STORIA DELL'ARCHITETTURA T**

**Docente:** TAMBORRINO DENISE OTTAVIA LUCIA  
**Corso di Laurea:** 0921 - Ingegneria edile  
**Ciclo:** 3  
**Crediti:** 1

**57937 - LABORATORIO DI STRUMENTI DI OTTIMIZZAZIONE  
L**

**Docente:** LODI ANDREA  
**Corso di Laurea:** 0453 - Ingegneria gestionale  
 0050 - Ingegneria dei processi gestionali  
 0049 - Ingegneria gestionale  
**Ciclo:** 2  
**Crediti:** 3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente viene guidato nel processo di acquisizione, valutazione e utilizzo di software per la simulazione, la pianificazione e l'ottimizzazione attraverso una introduzione alle tecniche di ottimizzazione e una panoramica sul loro utilizzo pratico.

**Programma / Contenuti**

La finalità del corso è di dare allo studente familiarità con strumenti software che utilizzano le tecniche proprie della Ricerca Operativa e possono quindi essere proficuamente impiegati nella risoluzione di problemi di pianificazione e ottimizzazione. L'enorme espansione della rete Internet avvenuta negli ultimi anni ha permesso una moltiplicazione del numero di tali strumenti che sono disponibili per liberi professionisti e aziende. Lo studente viene guidato nel processo di acquisizione, valutazione e utilizzo di software per la pianificazione e l'ottimizzazione.

**Argomenti:**

1. **Simulazione a interazione dei processi.** Introduzione alla Simulazione Numerica Simulazione a controllo dei processi: concetti fondamentali ed esempi. Il software commerciale ARENA.
2. **Programmazione Lineare e Lineare Intera.** Introduzione alla Programmazione Lineare e Lineare Intera. Programmazione Lineare e Lineare Intera: concetti ed esempi. Il software commerciale MPL.
3. **Ottimizzazione su Grafo.** Introduzione alla Teoria dei Grafi. Pianificazione dei Progetti e metodo del Cammino Critico. Il software commerciale PlanBee (non tutti gli anni accademici).

**Testi / Bibliografia**

Dispense del corso alla pagina web della didattica del docente:

[http://www.or.deis.unibo.it/staff\\_pages/lodi/didattic.html](http://www.or.deis.unibo.it/staff_pages/lodi/didattic.html)

**Metodi didattici**

Ciascuna delle parti del corso prevede prove pratiche di laboratorio.

Tali prove pratiche costituiscono la prova d'esame. Un'eventuale prova finale, sotto forma di tesina su una delle parti del corso, può essere necessaria come prova integrativa.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Soluzione di esercizi durante il corso con soluzione proposta reperibile nella pagina web del docente.

**Strumenti a supporto della didattica**

1. Il software commerciale **ARENA** per Simulazione a Interazione dei Processi.
2. Il software commerciale **MPL** per la Programmazione Lineare e Lineare Intera.
3. Il software commerciale **PlanBee** per la Pianificazione dei Progetti e metodo del Cammino Critico (non tutti gli anni accademici).

**41479 - LABORATORIO DI STRUTTURE L**

<b>Docente:</b>	MARZANI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo del corso è duplice: da una parte si intende fornire agli studenti strumenti operativi e linee guida per la progettazione di strutture in cemento armato (C.A.), dall'altra vengono effettuate esercitazioni pratiche in laboratorio, finalizzate a fornire agli allievi la padronanza di strumentazione e procedure operative per l'analisi e il controllo sperimentale dei materiali e delle strutture.

E' richiesto da parte degli studenti (riuniti in gruppi) lo sviluppo di un progetto, per quanto concerne la progettazione delle strutture in C.A., e la stesura di una relazione tecnica, relativamente alle prove di laboratorio.

**Programma / Contenuti**

Esemplificazione delle fasi di sviluppo di un progetto di una struttura in c.a.

- dimensionamento dei solai;
- progetto e verifica delle travi in elevazione;
- dimensionamento dei pilastri;
- calcolo delle travi di fondazione.

Revisione in aula dei progetti sviluppati dagli studenti.

In laboratorio vengono sviluppate le prove seguenti:

- prove di carico a flessione fino a collasso di elementi monodimensionali in acciaio, con misurazione di spostamenti e deformazioni;
- caratterizzazione meccanica dei materiali da costruzione: prove di compressione su calcestruzzo e di trazione su acciaio, con determinazione dei legami costitutivi;
- prove non distruttive per la stima delle proprietà meccaniche dei calcestruzzi nelle strutture esistenti;
- analisi microsismiche su materiali lapidei per il rilievo dei difetti: "blind tests" su elementi di calcestruzzo con difetti simulati.

### Testi / Bibliografia

- P. Pozzati "Teoria e tecnica delle strutture" UTET  
 E. Giangreco "Ingegneria delle strutture" UTET  
 A. Migliacci, F. Mola "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.", Masson Ed.  
 R. Lancellotta "Fondazioni" Mc Graw Hill

### Metodi didattici

Lezioni frontali in aula e prove sperimentali in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

- Verifica del progetto di una struttura in cemento armato.  
 Discussione della relazione relativa alle prove condotte in laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

- Presentazioni Power Point  
 Software tecnici e fogli Excel  
 Macchine di laboratorio  
 Eventuale materiale didattico di supporto sarà distribuito mediante il servizio di ateneo AMS Campus (<https://campus.cib.unibo.it/cgi/users/home>)

## 41545 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE DEI MATERIALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI L

<b>Docente:</b>	GHEDINI EMANUELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica 0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Utilizzo delle attrezzature di laboratorio e degli strumenti computazionali utili alla simulazione, al progetto e alla gestione di processi assistiti da sorgenti di alta energia per la lavorazione e il trattamento di materiali innovativi e ad alto valore tecnologico aggiunto. Ottimizzazione di prove sperimentali di processi assistiti da plasma e laser.

### Programma / Contenuti

Il corso si propone di introdurre gli studenti all'utilizzo degli strumenti computazionali e sperimentali utili alla simulazione, al progetto e alla gestione di processi assistiti da sorgenti di alta energia per la lavorazione e il trattamento di materiali innovativi e ad alto valore tecnologico aggiunto.

Gli argomenti trattati nel corso sono:

- Introduzione alla fisica dei plasmi termici

- Analisi delle condizioni di scarica in plasmii termici per applicazioni industriali mediante approccio simulativo computazionale
- Descrizione della sorgente di plasma ad induzione TEKNA presente al laboratorio del DIEM: torcia al plasma TEKNA PL-35, generatore RF LEPEL, console di controllo, unità di refrigerazione, iniettore di polveri e camera di reazione
- Studio delle condizioni operative della sorgente di plasma: tipologia del gas di processo, scelta dei flussi di gas di lavaggio, di plasma e di iniezione di particelle; strategie e modalità di accensione della scarica a pressione atmosferica e in depressione; controllo del funzionamento della sorgente in termini di gestione della potenza in ingresso, valutazione della potenza persa nel circuito di refrigerazione e della potenza utile per il trattamento in uscita alla sorgente, gestione delle informazioni tecniche e fisiche provenienti dalle consolle del generatore in radiofrequenza, della unità di controllo e della unità di refrigerazione
- Studio delle modalità di immissione di polveri metalliche e ceramiche tramite sistema di iniezione di caratteristiche industriali con feedback di monitoraggio, trattamento di polveri mediante plasma termico e camera di reazione
- Descrizione delle sorgenti di plasma termico per il taglio di materiali metallici. Introduzione alle problematiche fisiche e di progetto. Effetto delle condizioni operative sulla bontà del taglio. Prove sperimentali di taglio in diverse condizioni.
- Descrizione delle sorgenti laser nei laboratori del DIEM. Studio delle condizioni operative del laser di potenza: studio delle modalità di movimentazione dei provini con tavola a controllo numerico; gestione delle informazioni tecniche e fisiche provenienti dalle consolle del laser ad anidride carbonica; prove di taglio e saldatura di materiali metallici.

## Testi / Bibliografia

Dispense del docente su supporto cartaceo e CD-ROM.

## Metodi didattici

Durante le lezioni del corso verranno introdotte e descritte nel dettaglio le applicazioni tipiche e le apparecchiature che rientrano nell'ambito delle tecnologie dei materiali e delle applicazioni industriali dei plasmii. Nelle esercitazioni si potrà assistere all'utilizzo delle apparecchiature presenti nel laboratorio (sorgente di plasma ad induzione TEKNA PL-35, iniettore di polveri, camera di reazione, generatore RF LEPEL, torcia per il taglio di materiali ...) e operare in prima persona con tali dispositivi. Inoltre sono previste visite a laboratori esterni che fanno uso di tecnologie al plasma. Verranno inoltre presentate con l'utilizzo delle postazioni di calcolo presenti al CIRAM le tecniche più avanzate di progettazione di sorgenti di plasma mediante lo sviluppo di modelli fisico matematici per la simulazione al computer.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Relazione su un argomento o attività a scelta dello studente svolti durante il corso per l'ottenimento dell'idoneità.

## Strumenti a supporto della didattica

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa. Accessibilità al Laboratorio Computazionale del CIRAM e utilizzo degli strumenti di calcolo in dotazione al *Laboratorio Computazionale Parallelo per Applicazioni Energetiche e Meccaniche Avanzate* del DIEM e del CIRAM. Accessibilità alle strumentazioni del *Laboratorio di Tecnologie dei Materiali e Applicazioni Industriali dei Plasmii* del DIEM in Via Terracini 24, Bologna.

## 45252 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE DEI MATERIALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI LS

<b>Docente:</b>	GHEDINI EMANUELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire agli allievi una approfondita capacità di simulazione, progetto e gestione di processi assistiti da sorgenti di alta energia (laser e plasma termico induttivo e ad arco) per la lavorazione e il trattamento di materiali innovativi, ad alto valore tecnologico aggiunto e rifiuti con gestione e ottimizzazione di prove sperimentali.

### Programma / Contenuti

Il corso prosegue ed approfondisce le tematiche affrontate nel precedente LABORATORIO DI TECNOLOGIE DEI MATERIALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI L.

In particolare verranno trattati nel dettaglio i seguenti argomenti:

- Trattamento di materiali in plasma termico ad induzione: potenzialità e tecniche (smaltimento di rifiuti pericolosi, sferoidizzazione di polveri, sintesi di nanoparticelle,...).
- Approccio computazionale per la previsione della storia termica e della traiettoria di particelle nel plasma al fine di valutare la fattibilità del processo e la qualità dei prodotti.
- Prove di sferoidizzazione di polveri al variare del materiale e della tipologia di gas in ingresso, mediante la sorgente di plasma presente nei laboratori del DIEM. Problematiche di gestione e funzionamento del sistema e della camera di reazione
- Taglio al plasma: brevetti e metodi che caratterizzano le ultime generazioni di torce da taglio. Panoramica estesa delle diverse tipologie di torce attualmente presenti sul mercato
- Analisi dettagliata dei fenomeni fisici che caratterizzano i dispositivi di taglio plasma. Creazione di un modello fisico matematico, valutazione delle possibili implementazioni simulate, impatto del modello sulla progettazione
- Prove di taglio plasma in laboratorio con diverse tipologie di torcia, gas di lavoro, materiale e spessore del provino da tagliare

### Testi / Bibliografia

Dispense del docente su supporto cartaceo e CD-ROM.

### Metodi didattici

Lezioni frontali per l'introduzione alle tematiche del corso. Nelle esercitazioni si potrà assistere all'utilizzo delle apparecchiature presenti nel laboratorio (sorgente di plasma ad induzione TEKNA PL-35, iniettore di polveri, camera di reazione, generatore RF LEPPEL, torce da taglio ...) e operare in prima persona con tali dispositivi. Inoltre sono previste visite a laboratori esterni che fanno uso di tecnologie al plasma. Verranno inoltre presentate con l'utilizzo delle postazioni di calcolo presenti al CIRAM le tecniche più avanzate di progettazione di tali sorgenti mediante lo sviluppo di modelli fisico matematici per la simulazione al computer.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Relazione su un argomento o attività a scelta dello studente svolti durante il corso per l'ottenimento dell'idoneità.

### Strumenti a supporto della didattica

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa. Accessibilità al Laboratorio Computazionale del CIRAM e utilizzo degli strumenti di calcolo in dotazione al Laboratorio Computazionale Parallelo per Applicazioni Energetiche e Meccaniche Avanzate del DIEM e del CIRAM. Accessibilità alle strumentazioni

del Laboratorio di Tecnologie dei Materiali e Applicazioni Industriali dei Plasmi del DIEM in Via Terracini 24, Bologna.

## 17985 - LABORATORIO DI TELECOMUNICAZIONI L-A

<b>Docente:</b>	MASINI BARBARA MAVI'
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso fornisce le nozioni di base in merito all'architettura di una catena per l'elaborazione numerica dei segnali orientata alla "software radio" e si prefigge di fornire allo studente, attraverso una serie di esperienze pratiche condotte in laboratorio, gli strumenti necessari per la caratterizzazione al banco di misura dei moderni sistemi di telecomunicazione digitali.

### Programma / Contenuti

- Architettura di una catena per l'elaborazione numerica dei segnali
- Richiami sulla conversione analogico/digitale e digitale/analogico
- Filtri digitali FIR e criteri di progetto
- Progetto, implementazione su DSP e caratterizzazione al banco di misura di filtri FIR
- Generazione di segnali numerici in banda base e caratterizzazione al banco di misura
- Generazione di segnali numerici passa banda e caratterizzazione al banco di misura
- Caratterizzazione al banco delle principali cause di degrado dei segnali
- Esperienza di controllo remoto di un banco di misura

### Metodi didattici

Il corso si caratterizza per la netta prevalenza dell'attività sperimentale condotta dallo studente in prima persona

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova pratica seguita da prova orale

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense fornite dal docente

## 35068 - LABORATORIO DI TELECOMUNICAZIONI L-B

<b>Docente:</b>	PASOLINI GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il modulo LB di Laboratorio di Telecomunicazioni, con valenza 3 crediti, introduce lo studente alla realizzazione al computer di simulatori di sistemi di telecomunicazione. Lo studente acquisirà le nozioni

necessarie per realizzare autonomamente simulatori software di catene di trasmissioni digitali al fine di valutarne le prestazioni in presenza delle principali cause di degradazione della qualità. Tale bagaglio di conoscenze risulta di fondamentale importanza in sede di progetto di nuove tecnologie di telecomunicazione al fine di prevedere il comportamento del sistema reale prima di giungere alla realizzazione del prototipo.

### Programma / Contenuti

Il corso prevede una parte teorica, svolta in aula, dedicata a:

- richiami su segnali e sistemi,
- la simulazione di segnali e sistemi,
- le tecniche di simulazione (Monte Carlo e Monte Carlo semianalitico),
- la precisione dei risultati della simulazione,

e una parte svolta in laboratorio, dedicata alla realizzazione di simulatori di sistemi:

- BPSK,
- LASK,
- MQAM

al fine di valutarne le prestazioni e verificare l'effetto delle cause di degrado del segnale.

### Testi / Bibliografia

Dispense fornite dal docente.

### Metodi didattici

La maggior parte del corso viene svolta in laboratorio. Lo studente svolge in prima persona le diverse esperienze sotto la guida del docente.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Le esperienze in laboratorio sono guidate da materiale fornito dal docente

## 44653 - LABORATORIO DI TRASMISSIONE NUMERICA L-A

<b>Docente:</b>	VANELLI CORALLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di Laboratorio di Trasmissione Numerica ha come obiettivo lo studio delle modalità di valutazione delle prestazioni dei sistemi di telecomunicazione tramite simulazione al calcolatore.

L'aumento della complessità dei sistemi di telecomunicazione limita infatti l'applicabilità dell'analisi in forma chiusa delle prestazioni del sistema ed i progettisti devono ricorrere sempre più di frequente alla simulazione al calcolatore per comprendere a fondo il comportamento delle tecniche di trasmissione numerica progettate e per "validare" le ipotesi di lavoro prima della realizzazione di prototipi di laboratorio. In questo contesto, l'insegnamento di Laboratorio di Trasmissione Numerica fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per la realizzazione di algoritmi di simulazione numerica al calcolatore e per l'interpretazione dei risultati ottenuti alla luce delle conoscenze teoriche fornite nei corsi precedenti. In particolare, verrà approfondita e sperimentata al calcolatore la simulazione numerica basata sull'approccio Montecarlo.

## Programma / Contenuti

- Introduzione all'utilizzo della simulazione numerica per il calcolo delle prestazioni dei sistemi di telecomunicazione
- richiami sulla rappresentazione in banda base di segnali passa banda
- rappresentazione numerica dei segnali
- sovracampionamento dei segnali (applicazione al filtro a coseno rialzato e filtro adattato)
- cifre di merito (bit error rate, errori di stima, tempo di acquisizione medio, ecc)
- significatività dei risultati delle simulazioni numeriche
- criteri di arresto delle simulazioni numeriche
- Introduzione al linguaggio di Matlab
- Sviluppo di programmi software per:
  - l'analisi di una sorgente di informazione e il calcolo dell'entropia;
  - l'analisi, tramite simulazione Montecarlo, delle prestazioni di un sistema di codifica di canale
  - l'analisi, tramite simulazione Montecarlo, delle prestazioni delle modulazioni numeriche PSK e QAM
  - l'analisi, tramite simulazione Montecarlo, delle prestazioni degli algoritmi di stima parametro (laurea specialistica)
  - l'analisi, tramite simulazione Montecarlo, delle prestazioni di un sistema di modulazione multiportante
  - il calcolo delle prestazioni teoriche delle tecniche sopra descritte.

L'intero corso si svolgerà con l'ausilio dell'ambiente di programmazione Matlab che verrà utilizzato per fornire esempi di implementazione degli argomenti trattati.

## Testi / Bibliografia

Appunti delle lezioni.

## Metodi didattici

L'obiettivo del corso prevede la realizzazione di una intera catena di simulazione. Questo obiettivo sarà raggiunto dividendo l'intera catena di trasmissione in blocchi elementari che saranno sviluppati come sottoprogetti indipendenti che verranno poi integrati tra loro. I sottoprogetti saranno svolti da gruppi di 2 o 3 studenti. La realizzazione dei sottoprogetti e la loro integrazione sarà oggetto di discussione in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica sarà basata sulla discussione di una tesina relativa ai sottoprogetti sviluppati e ai risultati di simulazione numerica ottenuti.

## Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede l'utilizzo dell'ambiente Matlab.

## 44728 - LABORATORIO GEORISORSE E GEOTECNOLOGIE LS

<b>Docente:</b>	MESINI EZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso approfondisce le conoscenze sulle caratteristiche fisico-meccaniche delle rocce e dei mezzi porosi in genere, utili sia nella valutazione della stabilità delle opere in sotterraneo ed a cielo aperto, sia nella valutazione, estrazione e valorizzazione dei fluidi presenti nel sottosuolo in forma gassosa e liquida.

**Programma / Contenuti****PARTE PRIMA (responsabile prof. Ezio MESINI, 3 CFU)****Proprietà fisiche di rocce e di mezzi porosi in genere.**

Contenuto d'acqua; Massa volumica reale e apparente con picnometro o con pesata idrostatica; Porosità per saturazione e con porosimetro ad elio.

Permeabilità al gas (effetto Klinkenberg); Permeabilità all'acqua a carico costante e carico variabile, in cella edometrica; Misure di saturazione mediante estrazione con solventi. Misure di resistività su soluzioni elettrolitiche; Misure del fattore di resistività formazione. Bagnabilità; Tensione superficiale/interfacciale. Curva della pressione capillare (imbibizione e drenaggio); Misura della velocità di propagazione dell'onda elastica longitudinale (onde p) e trasversale (onde s)

**Caratterizzazione dei fluidi di perforazione.**

Determinazione della densità di liquidi (con densimetri galleggianti, con bilancia di Westphal). Reologia: fluidi newtoniani, binghamiani; legge di potenza e modello reologico di Hershel-Bulkley. Misure alla filtropressa. Determinazione della viscosità su liquidi o sospensioni con viscosimetro rotazionale. Determinazione della viscosità su fanghi di perforazione, con viscosimetro rotazionale (specifiche API).

**PARTE SECONDA (responsabile prof. Sante FABBRI, 3 CFU)**

Preparazione dei provini da sottoporre a prove fisico-meccaniche di laboratorio: troncatrice; carotatrice, rettificatrice.

Prove di laboratorio atte a determinare le caratteristiche meccaniche delle rocce: compressione monoassiale; compressione triassiale; determinazione del modulo elastico; flessione; taglio; point load test; R.H.I.N.

Prove di laboratorio atte a determinare le caratteristiche fisiche delle rocce: resistenza all'abrasione, resistenza allo scivolamento; microdurezza Knoop.

Misure e registrazioni delle vibrazioni indotte dagli esplosivi con valutazione degli effetti sui manufatti.

Misure e registrazioni del livello sonoro nelle attività estrattive e negli ambienti di lavoro.

**Testi / Bibliografia**

Norme tecniche (API, UNI, ecc.), dispense e materiale informativo vario fornito dai docenti.

**Metodi didattici**

Il corso verrà svolto in parte in aula ed in parte presso i laboratori del DICMA sezione Georisorse e Geotecnologie

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'idoneità sarà verificata mediante una prova orale finale (sono previste prove in itinere)

**Strumenti a supporto della didattica**

Cassette VHS

Videoproiettore

PC

lavagna luminosa

## 23867 - LABORATORIO INFORMATICO L

<b>Docente:</b>	BRUNO ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso è addestrare a risolvere i problemi numerici correnti sviluppando dei programmi in ambiente Microsoft ® Office per l'applicazione dei metodi appresi in teoria. Verranno quindi utilizzati gli strumenti grafici disponibili per descrivere i risultati raggiunti. Si farà riferimento, principalmente, alla programmazione di MACRO in Visual Basic ed alla grafica di Microsoft ® Excel.

**Programma / Contenuti**

- **Elementi di programmazione in Visual Basic**
- Creazione e modifica di macro in ambiente Office
- Elementi di programmazione in Visual Basic
- Interazione con i dati dei fogli Excel
- **Calcolo e rappresentazione di statistiche elementari**
- Sviluppo di programmi per il calcolo di statistiche elementari personalizzate
- Rappresentazione grafica dei risultati
- **Simulazione di processi**
- Generazione di realizzazioni di Variabili Aleatorie
- Revisione di alcuni problemi elementari di ricerca operativa
- Sviluppo di programmi di simulazione di processi
- Rappresentazione grafica dei risultati

**Testi / Bibliografia**

- Bruno, Roberto Appunti (power point) e libreria dei programmi.

**Metodi didattici**

Ciascuna lezione comincia con una introduzione al problema e con l'analisi delle metodologie necessarie ad ottenere una soluzione. Prosegue quindi con sviluppo delle macro specifiche per i risultati attesi, macro di cui si illustra il flow-sheet e si scrivono le istruzioni, che sono poi si testate ed eseguite sui set di dati disponibili. La lezione si conclude con l'illustrazione dei risultati mediante i diversi grafici esistenti nell'ambiente di lavoro.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame finale consiste nella assegnazione di un problema che dovrà essere risolto in ambiente Microsoft ® Excel con elaborazioni, sviluppo di programmi e rappresentazioni grafiche.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni sono svolte presso il Laboratorio Didattico-Informatico con proiezione di temi e programmi.

## 45241 - LABORATORIO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI LS

<b>Docente:</b>	CAMPANA GIAMPAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Metodologie di rilevazione delle prestazioni dei materiali.

Realizzazione di prove standardizzate per la caratterizzazione di manufatti e materiali in Laboratorio.

Materiali tradizionali e materiali innovativi in ingegneria.

Tecniche avanzate per la scelta del materiale e del processo produttivo in funzione delle specifiche del progetto.

Introduzione di correlazioni tra parametri di processo e proprietà dei materiali, caratteristiche microscopiche e macroscopiche dei materiali.

**Programma / Contenuti****PROPRIETA' MECCANICHE E PROVE MECCANICHE DI CARATTERIZZAZIONE**

Prova di trazione, compressione, torsione, flessione. Esecuzione della prova di trazione in Laboratorio

Metodi per la determinazione del modulo di Young: tramite la misura della velocità degli ultrasuoni, test di flessione a tre o quattro punti, tecniche di misura della frequenza di oscillazione. Misura in Laboratorio del modulo di Young per materiali metallici

Prove di durezza e di microdurezza. Misura in Laboratorio di durezza e di microdurezza

Prova di resilienza

Prove di propagazione della frattura

Prova di fatica

Creep

**PROPRIETÀ TRIBOLOGICHE E AMBIENTALI**

Usura, Corrosione

**PROVE NON DISTRUTTIVE**

Controlli Radiografici e Gammografici, Controlli con Ultrasuoni, Controlli con Magnaflux, Controlli con Liquidi Penetranti

**PROPRIETÀ TECNOLOGICHE**

Colabilità e fusibilità, Saldabilità, Truciolabilità, Prove di piegatura, imbutitura, Resistenza alla pressione

**Testi / Bibliografia**

W. D. Callister jr., "Scienza e Ingegneria dei materiali - Una introduzione", 2002, EdiSes S.r.l., Napoli.

ASHBY, M.F., "Material selection in mechanical design", 2005, Butterworth-Heinemann, 5th Edition.

ASHBY, M.F. and CEBON, D. 'Case studies in Materials Selection.' *First Edition, Granta Design, Cambridge, 1996, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999.*

ASHBY, M.F. and JONES, D.R.H. 'Engineering Materials 1, Second Edition.' *Butterworth Heineman, Oxford, 1996.*

ASHBY, M.F. and JONES, D.R.H. 'Engineering Materials 2, Second Edition.' *Butterworth Heineman, Oxford, 1998.*

**Metodi didattici**

Lezioni in aula (lavagna, lavagna luminosa e presentazioni degli argomenti di lezioni tramite pc e proiettore).

Esercitazioni in Laboratorio DIEM.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esercitazioni durante lo svolgimento del corso.

Esame orale finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sono disponibili le presentazioni delle lezioni.

Le attività di Laboratorio saranno svolte presso il Laboratorio del Dip. DIEM situato in via Terracini.

Sono previste visite in aziende e laboratori privati e seminari tenuti da professionisti del settore.

# 18554 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA I

<b>Docente:</b>	VENDRUSCOLO PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## Programma / Contenuti

Il Laboratorio costituisce lo sviluppo del lavoro di esercitazione che sarà stato svolto durante il corso nel semestre precedente. I gruppi (4-6 persone) svolgono il lavoro conclusivo del percorso progettuale sul tema dell'abitazione indicato nel corso. Il progetto verrà elaborato, a partire da un'ipotesi generale, campionando e approfondendo le tematiche caratterizzanti alle diverse e più opportune scale.

Le caratteristiche minime dell'edificio sono definite dal programma funzionale (sono possibili articolazioni e aggiunte):

Specifiche:

- Residenti: 4 persone (tre camere da letto, due bagni)
- Ospiti: 2 persone (una camera indipendente con bagno)
- Cucina, pranzo, soggiorno, sala per studio o tempo libero.
- Servizi: garage per 2 auto, cantina, lavanderia,
- Aree di pertinenza: giardino, lastrico, parcheggio scoperto.

Verrà realizzata una serie minima di elaborati obbligatori, alle scale opportune:

- Planivolumetrico (ombre da sud-ovest) con sistemazioni esterne
- Piante ai piani
- Sezioni significative
- Prospetti
- Rappresentazione d'insieme (assonometria o prospettiva)
- Verifiche di accessibilità (piante, sezioni)
- Tecnologie significative (suggerzioni)
- Plastico definitivo

Il progetto verrà sviluppato in una prima versione, quanto più completo possibile, e consegnato a una scadenza intermedia che verrà indicata, per una prima valutazione. In seguito, il gruppo rielaborerà la proposta, approfondendola, per una valutazione definitiva.

## ELABORATI

Il materiale elaborato dagli studenti sarà confezionato e consegnato nei formati:

Formato cartaceo

- per una valutazione più immediata e diretta del progetto in sede di revisione e di esame; mentre le caratteristiche grafiche restano a scelta, le dimensioni sono rigorosamente unificate in A3 (29,7x42) orizzontale, che verrà usato anche negli elaborati intermedi o provvisori. Testi, commenti, schizzi di studio, particolari, esempi di

riferimento, ecc., saranno impaginati nelle stesse dimensioni, abbinati o meno ai disegni tecnici.

Formato digitale su CD

- gli eventuali elaborati CAD saranno consegnati in formato .dwg (versione Autocad 2000 con i ctb collegati) e .tiff (a 300 punti/pollice).

- in caso di esecuzione manuale, gli studenti eseguiranno la scansione dei disegni (presso il laboratorio del DAPT) e li consegneranno in formato .tiff (a 300 punti/pollice).

Sarà cura dei singoli o dei gruppi fornire il materiale ordinato e proiettabile anche in sede di esame.

L'intestazione sul CD e sulle tavole rispetterà il facsimile fornito con il tema di progetto:

Ingegneria Edile/Architettura Bologna 2006-07

CORSO DI DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA I

Prof. Arch. Ottorino Marinoni

LABORATORIO DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA I

A/K (o L/Z) Prof. (docente titolare del laboratorio)

Prof. (eventuale assistente non titolare)

Gruppo (verrà assegnato un codice AK-1, ..., LZ1,....)

Studenti (in ordine alfabetico)

Cognome Nome Matricola

Motto di progetto (ogni gruppo definirà il carattere "letterario" del suo progetto)

(Es.: La casa dei pensieri nascosti, Tutti insieme appassionatamente, ...)

Numero della tavola

Contenuto della tavola

(Es.: Piano terra, Vista d'insieme, Illuminazione naturale, Sezione scale, ecc.)

Scala dei disegni

Il laboratorio si svolge negli orari previsti dal calendario didattico. Gli studenti hanno l'obbligo di frequenza e devono essere organizzati per lavorare in aula. I titolari e gli aiuti controlleranno lo svolgimento del progetto, discutendo con i gruppi quando necessario.

Al termine del periodo previsto dal calendario, i titolari disporranno un orario di ricevimento.

## 18554 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA I

<b>Docente:</b>	BONIZZI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

# 18553 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA II

<b>Docente:</b>	BALLANDI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## Programma / Contenuti

### ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA 2

Secondo ciclo a.a. 2007-2008

Docente Sezione A-K: Ing. ROBERTO BALLANDI

Il Laboratorio costituisce lo sviluppo operativo del Corso di "Architettura e Composizione architettonica II" (CdS Edile-Architettura) tenuto dalla Prof.ssa Luisella Gelsomino che fornisce il supporto teorico e metodologico al progetto. L'esperienza applicativa che il Laboratorio si propone e' relativa alla progettazione di ambiti urbani (composizione urbana) e delle architetture che li costituiscono (composizione architettonica) ed il suo obiettivo e' quello di realizzare, attraverso un procedimento controllato e consapevole, un progetto architettonico a dimensione urbana.

L'elaborazione progettuale richiesta riguarda la progettazione dell'assetto dell'area assegnata, con l'organizzazione degli spazi esterni (sistema dei percorsi carrabili e pedonali, assetto del verde, ecc.), degli edifici (intesi come sistemi complessi costituiti da ambiti funzionali interrelati) e delle singole unita' funzionali costituenti gli edifici.

L'attività segue un programma per stati di avanzamento corrispondenti ai diversi livelli di definizione del progetto.

Nelle **Esercitazioni del Corso** (primo ciclo) si sono svolte le seguenti attività, che costituiscono premessa imprescindibile per lo sviluppo del Laboratorio:

- Analisi critica di interventi esemplari (individuale)
- Lettura progettuale del contesto insediativo (macrogruppo)
- Definizione del progetto urbano e delle volumetrie del costruito (macrogruppo).

#### Articolazione del Laboratorio

Le fasi e le modalita' di attuazione del programma sono le seguenti:

#### Fase 1 - Progetto del comparto (sottogruppo)

Ipotizzate le destinazioni d'uso e gli utenti delle strutture edilizie, si procede con lo studio dei modelli abitativi.

Sono da individuare:

- i requisiti richiesti dal tipo di utenti ipotizzati
- la griglia geometrica di riferimento
- l'organizzazione del comparto assegnato e dei relativi sistemi funzionale distributivo e spaziale
- i dati metrici e quantitativi di progetto.

#### Elaborati richiesti (scala 1:500)

*Tavola 1. Progetto del comparto: planimetria e sezioni*

*Tavola 2. Planivolumetrico del comparto e viste prospettiche*

*Tavola 3. Ricomposizione sulla planimetria generale dei diversi comparti (in scala appropriata)*

#### FASE 2 - Progetto architettonico (sottogruppo)

Il progetto architettonico dovrà essere descritto da elaborati grafici in scala adeguata e da una relazione illustrativa degli obiettivi, delle metodologie e delle scelte operate.

#### Elaborati richiesti (scala 1:200 - 1:100)

Tavola 4 - Pianta del piano terra con progetto delle aree esterne di pertinenza dell'edificio

Tavola 5 - Piante dei piani significativi

Tavola 6 - Prospetti e sezioni

Tavola 7 - Studio delle cromie e dei materiali

Tavola 8 - Assonometria e/o prospettiva dell'edificio

Tavola 9 - "Poster" di presentazione del progetto (formato 70x100cm).

Relazione illustrativa.

Pur non imponendo specifiche modalità di rappresentazione, si richiede di utilizzare formati e supporti codificati facilmente archiviabili: su supporto digitale (CD Rom) e su carta (formato A1).

**Gli elaborati da presentare all'esame, redatti su supporto digitale, dovranno avere le seguenti caratteristiche:**

- per la presentazione del progetto: Power Point (versione 2003)
- per l'archiviazione: elaborati digitali in formato TIFF con risoluzione minima 300 punti/pollice.

Inoltre, dovrà essere presentata su supporto cartaceo una selezione minima di tavole, in particolare sono richieste le tavole 3, 4, 5, 6, 9.

## 18553 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA II

<b>Docente:</b>	ANSALONI EUGENIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [I-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

### Programma / Contenuti

Il Laboratorio costituisce lo sviluppo operativo del Corso di "Architettura e Composizione architettonica II" (CdS Edile-Architettura) tenuto dalla Prof.ssa Luisella Gelsomino che fornisce il supporto teorico e metodologico al progetto. L'esperienza applicativa che il Laboratorio si propone e' relativa alla progettazione di ambiti urbani (composizione urbana) e delle architetture che li costituiscono (composizione architettonica) ed il suo obiettivo e' quello di realizzare, attraverso un procedimento controllato e consapevole, un progetto architettonico a dimensione urbana.

L'elaborazione progettuale richiesta riguarda la progettazione dell'assetto dell'area assegnata, con l'organizzazione degli spazi esterni (sistema dei percorsi carrabili e pedonali, assetto del verde, ecc.), degli edifici (intesi come sistemi complessi costituiti da ambiti funzionali interrelati) e delle singole unita' funzionali costituenti gli edifici.

L'attività segue un programma per stadi di avanzamento corrispondenti ai diversi livelli di definizione del progetto.

Nelle **Esercitazioni del Corso** (primo ciclo) si sono svolte le seguenti attività, che costituiscono premessa imprescindibile per lo sviluppo del Laboratorio:

- Analisi critica di interventi esemplari (individuale)
- Lettura progettuale del contesto insediativo (macrogruppo)
- Definizione del progetto urbano e delle volumetrie del costruito (macrogruppo).

### Articolazione del Laboratorio

Le fasi e le modalità di attuazione del programma sono le seguenti:

#### Fase 1 - Progetto del comparto (sottogruppo)

Ipotizzate le destinazioni d'uso e gli utenti delle strutture edilizie, si procede con lo studio dei modelli abitativi.

Sono da individuare:

- i requisiti richiesti dal tipo di utenti ipotizzati

- la griglia geometrica di riferimento
- l'organizzazione del comparto assegnato e dei relativi sistemi funzionale distributivo e spaziale
- i dati metrici e quantitativi di progetto.

**Elaborati richiesti** (scala 1:500)

*Tavola 1. Progetto del comparto: planimetria e sezioni*

*Tavola 2. Planivolumetrico del comparto e viste prospettiche*

*Tavola 3. Ricomposizione sulla planimetria generale dei diversi comparti (in scala appropriata)*

**FASE 2 - Progetto architettonico** (sottogruppo)

Il progetto architettonico dovrà essere descritto da elaborati grafici in scala adeguata e da una relazione illustrativa degli obiettivi, delle metodologie e delle scelte operate.

**Elaborati richiesti** (scala 1:200 - 1:100)

*Tavola 4 - Pianta del piano terra con progetto delle aree esterne di pertinenza dell'edificio*

*Tavola 5 - Pianta dei piani significativi*

*Tavola 6 - Prospetti e sezioni*

*Tavola 7 - Studio delle cromie e dei materiali*

*Tavola 8 - Assonometria e/o prospettiva dell'edificio*

*Tavola 9 - "Poster" di presentazione del progetto (formato 70x100cm).*

*Relazione illustrativa.*

Pur non imponendo specifiche modalità di rappresentazione, si richiede di utilizzare formati e supporti codificati facilmente archiviabili: su supporto digitale (CD Rom) e su carta (formato A1).

**Gli elaborati da presentare all'esame, redatti su supporto digitale, dovranno avere le seguenti caratteristiche:**

- per la presentazione del progetto: Power Point (versione 2003)
- per l'archiviazione: elaborati digitali in formato TIFF con risoluzione minima 300 punti/pollice.

*Inoltre, dovrà essere presentata su supporto cartaceo una selezione minima di tavole, in particolare sono richieste le tavole 3, 4, 5, 6, 9.*

## 18555 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA III

**Docente:** DOSI STEFANO

**Corso di Laurea:** 0067 - Ingegneria edile/ architettura - [F-O]

**Ciclo:** 2

**Crediti:** 2

### Conoscenze e abilità da conseguire

Le propedeuticità richieste sono il possesso delle conoscenze acquisite durante i corsi di architettura e composizione architettonica, architettura tecnica e tecnica delle costruzioni (e relativi laboratori) svolti negli anni precedenti.

### Programma / Contenuti

Il corso di LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA 3 affianca e completa l'offerta didattico-formativa del corso di "Architettura e Composizione Architettonica 3" (ARCA 3), diventandone indispensabile alla operativa.

Le esercitazioni svolte attraverso l'aiuto dei titolari del corso, del docente di ARCA 3 e di tutti gli assistenti, sono infatti integrazione di quanto indagato e appreso durante le lezioni del corso di ARCA 3.

Il quadro formativo del Laboratorio viene declinato nelle seguenti attività:

- 1 Lezioni sui temi dell'architettura e sulle disposizioni operative
- 2 Esercitazioni su temi di progetto precedentemente illustrati

3 Laboratori di progettazione e revisioni con docenti ed assistenti

4 Seminari di progettazione ed incontri tecnici

5 Prove estemporanee

I temi da svolgere durante l'anno riguardano principalmente gli ambiti del residenziale, commerciale, del terziario e dei servizi ad esso connessi, del mondo artistico, dell'ospitalità o legati alla sfera studentesca. Sono richieste come basi indispensabili per la progettazione, oltre a visite in luoghi di interesse, sopralluoghi, schizzi preliminari, conoscenza del quadro dei riferimenti normativi globali e locali (illustrati anche nelle lezioni del corso come in quelle di ARCA 3). Viene indagato il riferimento normativo dei livelli di progettazione (Legge "Merloni" e successive modificazioni), soffermandosi e richiedendo un approfondimento del livello "definitivo".

Si invitano inoltre gli studenti all'uso del plastico di lavoro come metodo di auto-verifica progettuale. Sono valutate le integrazioni tra esterno ed interno, tra costruito e ambiente, tra progetto e dettaglio. Partimenti è interesse a far emergere il contrasto come elemento generativo, in ambito urbano (centri storici) o "periferico" (costruito vs. natura), su scala vasta così come nello studio del dettaglio, o tra poesia e razionalità compositiva.

Durante le lezioni vengono illustrati casi emblematici dell'architettura moderna e contemporanea, citando autori come Asymptote Architects, Chipperfield, Diller+Scofidio, Ferrater, Foster, Herzog & De Meuron, Koolhaas, Piano, Souto de Moura, UN Studio, Zumthor ed altri, così come vengono portati esempi di lettura a livello urbanistico e micro-urbanistico di città sedi di importanti rinnovamenti urbani (Amsterdam, Berlino, Vienna, Valencia ed altre). I viaggi di istruzione verso tali mete, insieme al corso di ARCA 3, completano ed inquadrano l'offerta didattica in un'ottica di indagine sui temi della qualità progettuale.

## Testi / Bibliografia

- R. ARNHEIM, "La dinamica della forma architettonica", ed. Feltrinelli
- B. MUNARI, "Design e comunicazione visiva", ed. Laterza
- MONOGRAFIE sugli autori citati nel programma e che vengono di volta in volta indicati
- RIVISTE DI ARCHITETTURA italiane e straniere quali Area, The Plan, Abitare, Domus, DETAIL, d'Architettura, Materia, Costruire, Casabella, A+D, el croquis, 2G, etc.
- PONGRAZ-PERBELLINI, "Nati con il Computer", ed. Testo & Immagine
- G. SCHMITT, "Information Architecture - basi e futuro del CAAD", ed. Testo & Immagine
- L. PRESTINENZA PUGLISI, "Hyperarchitettura - Spazi nell'età dell'elettronica", ed. Testo & Immagine
- L. PRESTINENZA PUGLISI, "Introduzione all'architettura", ed. Meltemi
- A. HESS, "The Architecture of John Lautner", ed. Rizzoli International
- D. COLAFRANCESCHI, "Sull'involucro in architettura" ed. Librerie Dedalo
- P. ZUMTHOR, "Pensare architettura", ed. Mondadori Electa
- C. TORALDO DI FRANZIA, "Site: architetture 1971-1988", Officina Edizioni
- R. PIANO, "Giornale di bordo", ed. Passigli
- R. PIANO, "La responsabilità dell'architetto", ed. Passigli
- G. LO RICCO, S. MICHIELI, "Lo spettacolo dell'architettura. Profilo dell'archistar", ed. Mondadori

## Metodi didattici

Il corso svolge le proprie attività principalmente in forma di esercitazione in aula, integrate con lezioni monografiche e visite guidate ad architetture e luoghi di interesse didattico.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento si svolge principalmente valutando direttamente gli esiti delle esercitazioni svolte, oppure tramite prove ex-tempore appositamente concepite.

### Strumenti a supporto della didattica

Gli strumenti necessari a svolgere le esercitazioni (oltre a quelli base del disegno, irrinunciabili) vengono specificati di volta in volta in funzione dell'esercitazione stessa.

## 18555 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA III

<b>Docente:</b>	LUCCARONI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-E]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## 18555 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA E COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA III

<b>Docente:</b>	PRADERIO GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [P-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## 18556 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA TECNICA I

<b>Docente:</b>	VENTURI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Laboratorio di Architettura Tecnica I si propone di far applicare agli allievi i mezzi culturali e gli strumenti metodologici ed operativi appresi nel corso teorico di Architettura Tecnica I, per porre in relazione la concezione formale, l'organizzazione funzionale e la distribuzione spaziale nel progetto di architettura, con lo studio degli elementi costruttivi e dei procedimenti di esecuzione.

La progettazione dell'organismo architettonico-edilizio procede basandosi sulla scelta più appropriata dei materiali e delle tecniche costruttive, nel quadro dei loro aspetti evolutivi ed applicativi.

Sviluppo del progetto. Scadenza 13/06/2009

Con questa fase si identifica lo studio e l'approfondimento delle possibili configurazioni planimetriche e volumetrico-compositive della parte di complesso assegnata.

La Normativa di riferimento consegnata a lezione, fornirà a ciascuno:

- i requisiti necessari per le categorie di utenti,
- i dati metrici e quantitativi di progetto,
- il sistema funzionale, distributivo e spaziale preferibile

Resteranno individuali (di gruppo), la definizione della migliore soluzione sull'articolazione di spazi pubblici e privati, nonché lo studio del rapporto con il verde.

Partendo dalla dichiarazione d'intenti dove si sono definite le linee guida nonché gli schemi funzionali distributivi di massima, ogni gruppo, coadiuvato dal proprio assistente, è in grado di procedere alla fase progettuale e quindi allo studio di massima e definitivo di quella parte di complesso assegnatogli.

### Programma / Contenuti

Il Laboratorio costituisce lo sviluppo del lavoro di esercitazione svolto durante il corso nel semestre precedente. I gruppi svolgono il lavoro conclusivo del percorso progettuale sul tema: "La residenza per studenti". Il progetto verrà elaborato, a partire da una ricerca svolta dagli studenti durante le ore di esercitazione su progetti realizzati in Italia, Europa e negli Stati Uniti, campionando e approfondendo le tematiche, le problematiche, e le aspettative, di chi è costretto a vivere fuori casa per completare il piano degli studi. La localizzazione del progetto è prevista all'interno del piano urbanistico da realizzarsi sull'area dell'ex mercato ortofrutticolo - Bologna, partendo da un piano di lottizzazione reale.

L'applicazione delle nozioni teoriche è il punto di partenza per consentire una progettazione tipologica e tecnologica, supportata dalla normativa di riferimento specifica per il tipo di tema da affrontare. Vengono discusse le problematiche concernenti la concezione strutturale e la realizzazione dell'opera edilizio-architettonica, in relazione alle potenzialità e alle logiche d'impiego dei differenti materiali, ai procedimenti costruttivi ed alle metodologie di controllo, di risparmio energetico e di compatibilità ambientale delle scelte tecnologiche effettuate.

In relazione alle finalità indicate, il Laboratorio tratterà specificamente:

- l'iter di progettazione dell'organismo architettonico, tecniche e metodi di progettazione sistematica in rapporto alle componenti ambientali/energetici e tecnologiche, e loro aspetti normativi;
- i criteri di strutturazione dell'organismo in rapporto alla tipologia edilizia, ai sistemi statici ed ai procedimenti costruttivi tradizionali ed innovativi; l'organizzazione funzionale e costruttiva degli elementi di fabbrica nonché lo studio delle connessioni dei vari elementi, secondo la logica di impiego dei diversi materiali;
- la configurazione dell'involucro e degli elementi che lo compongono; procedimenti costruttivi; trattamento dei materiali nei vari tipi di chiusura esterna (con particolare riferimento al risparmio energetico) ed interna (con particolare riferimento all'isolamento acustico).

### Testi / Bibliografia

Testi di carattere metodologico e tecnico particolarmente raccomandati sono:

- AA.VV.: "Manuale dell'architetto"
- AA.VV. - Manuale di progettazione edilizia, Hoepli Ed., Milano, 1999.
- AA.VV.; Materiali e tecnologie dell'architettura; Laterza, Roma, 2001 (3° ed. 2003)
- AA.VV.; Tecnologia delle costruzioni; Le Monnier, Firenze 2004 (3 voll.)
- E. Mandolesi, Edilizia, Utet, Torino, 1978 - 1991;
- A. Petignani, Tecnologie dell'Architettura, Gøerlich Ed., Milano, 1981.
- E. Allen, I fondamenti del costruire; McGraw-Hill Ed., Milano, 1997;
- A. De Botton, Architettura e felicità; Guanda, Milano, 2006
- P. Marconi e altri: "Manuale del recupero della città di Roma" - DEI
- L. Caleca: "Architettura tecnica"
- Camillo Sitte: "L'arte di costruire la città"
- Aldo Rossi: "L'architettura della città"
- Leon Krier: "Architettura: scelta o fatalità"
- Paul Letarouilly "Edifici di Roma moderna"
- Paolo Marconi: "Materia e significato" - Laterza
- Alfonso Rubbiani: "I veri e i falsi storici" - Ed. Grafis
- David Watkin: "Storia dell'architettura occidentale" - Zanichelli
- Pier Carlo Bontempi: "Rêve d'Italie" - AAM Editions
- G. Tagliaventi - L. O'Connor: "A vision of Europe", catalogo della mostra - Alinea

G. Tagliaventi: "Rinascimento urbano", catalogo della mostra - Grafis

G. Tagliaventi: "L'altra modernità", catalogo della mostra - Dogma

G. Tagliaventi: "Manuale di Architettura urbana", - Padron Editore

E. M. Mazzola: "Architettura ed urbanistica: istruzioni per l'uso" - Gangemi Editore

E. M. Mazzola: "Contro storia dell'Architettura moderna: Roma 1900-1940" - Gangemi Editore

Tom Wolfe: "Maledetti Architetti: dal Bauhaus a casa nostra", Bompiani Editore

*Risorse in rete*

International Network for Traditional Building, Architecture and Urbanism: [www.intbau.org](http://www.intbau.org)

A Vision of Europe: [www.avoe.org](http://www.avoe.org)

Katarxis web magazine: [www.luciensteil.tripod.com/katarxis](http://www.luciensteil.tripod.com/katarxis)

The Prince's Foundation: [www.princes-foundation.org](http://www.princes-foundation.org)

Seaside Institute: [www.theseasideinstitute.org](http://www.theseasideinstitute.org)

University of Notre Dame: [www.architecture.nd.edu](http://www.architecture.nd.edu)

Institute of classical architecture: [www.classicist.org](http://www.classicist.org)

*Architetti, ingegneri, disegni e progetti di edifici pubblici e privati.*

Leon Krier (Luxembourg), Jacopo Barozzi detto il Vignola (Italia), Andrea Palladio (Italia), Leon Battista Alberti (Italia), Aldo Rossi (Italia), Rob Krier ( [www.krierkohl.com](http://www.krierkohl.com)), Karl Friedrich Schinkel (Berlin), Leo Von Kleenze (München), Robert Adam (GB), Pier Carlo Bontempi (Italia) ( [www.piercarlobontempo.it](http://www.piercarlobontempo.it)), Quinlan Terry ( [www.qftarchitects.net](http://www.qftarchitects.net)), Demetry Porphyrios (GB) ( [www.porphyrrios.co.uk](http://www.porphyrrios.co.uk) ), Robert Stern (USA) ( [www.ramsa.com](http://www.ramsa.com) ), Otto Wagner (A), Scott Merrill (USA) ( [www.merrillpastor.com](http://www.merrillpastor.com) ), McKim, Mead and White (USA)

## Metodi didattici

Le esercitazioni, per le quali si prevede l'organizzazione degli studenti in gruppi di lavoro, si prefiggono di far realizzare allo studente un iter progettuale alle diverse scale in architettura.

GRUPPO DI LAVORO: min 3 - max 5 studenti

Il laboratorio si svolge negli orari previsti dal calendario didattico. Gli studenti hanno l'obbligo di frequenza e devono essere organizzati per lavorare in aula. Il responsabile e i tutor assegnati ad ogni gruppo controlleranno lo svolgimento del progetto, discutendo con gli studenti le scelte effettuate e supportandoli nel processo di elaborazione definitivo/esecutivo.

Al termine del periodo previsto dal calendario, sarà concordato con gli studenti un orario di ricevimento per le revisioni finali.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Il Laboratorio prevede la discussione del tema assegnato e la consegna di una ricerca sul tema svolto. In sede di esame dovranno essere consegnati su supporto informatico la ricerca, tutti gli elaborati grafici realizzati (estensione file dwg), nonché il file ctb per la stampa

L'esame consisterà in una presentazione alla commissione di tutti gli elaborati prodotti e la frequenza alle esercitazioni è condizione per l'ammissione all'esame.

*Elaborati essenziali richiesti*

- Planimetria generale di assetto dell'area, inserita nel contesto urbano. (1:200),
- Studio dell'assetto volumetrico di massima con viste e sezioni significative. (1:200)
- Pianta (anche ardate) Prospetti e sezioni, tavola riepilogativa degli impianti (1:50)
- Particolari costruttivi (1:20, 1:10) nel numero di almeno uno per ogni membro del gruppo,
- Rendering, Prospettive ed assonometrie (almeno due) nonché tutto quanto possa facilitare la comprensione finale del progetto elaborato,
- Relazione tecnica e capitolato descritti dell'opera.

Le tavole saranno realizzate nei formati e con le tecniche che lo studente riterrà più opportuno (previo accordo con l'assistente assegnatogli) per la comprensione del progetto.

## Strumenti a supporto della didattica

Gli studenti avranno la possibilità di lavorare su supporti informatici messi a disposizione dalla Facoltà in apposite aule-laboratorio.

In tali ambiti sarà altresì possibile restituire su carta le diverse fasi dell'iter progettuale.

## 18556 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA TECNICA I

<b>Docente:</b>	GUIZZARDI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Laboratorio di Architettura Tecnica I si propone di far applicare agli allievi i mezzi culturali e gli strumenti metodologici ed operativi appresi nel corso teorico di Architettura Tecnica I, per porre in relazione la concezione formale, l'organizzazione funzionale e la distribuzione spaziale nel progetto di architettura, con lo studio degli elementi costruttivi e dei procedimenti di esecuzione.

La progettazione dell'organismo architettonico-edilizio procede basandosi sulla scelta dei materiali e delle tecniche costruttive, nel quadro dei loro aspetti evolutivi ed applicativi all'intervento.

### Programma / Contenuti

L'applicazione delle nozioni teoriche è il punto di partenza per consentire una progettazione tipologica e tecnologica, supportata dalla normativa di riferimento specifica per il tipo di insediamento. Quindi, vengono discussi i temi concernenti la concezione strutturale e la realizzazione dell'opera edilizio-architettonica, in relazione alle potenzialità e alle logiche d'impiego dei differenti materiali, ai procedimenti costruttivi ed alle problematiche di controllo e compatibilità ambientale delle scelte tecnologiche effettuate. In relazione alle finalità indicate, il Laboratorio tratterà specificamente:

- l'iter di progettazione dell'organismo architettonico, le tecniche e i metodi di progettazione sistematica in rapporto alle componenti ambientali e tecnologiche; gli aspetti normativi a livello ambientale, tecnologico e tipologico nell'applicazione progettuale individuata;
- i criteri di strutturazione dell'organismo in rapporto alla tipologia edilizia, ai sistemi statici ed ai procedimenti costruttivi tradizionali ed innovativi; all'organizzazione funzionale, costruttiva e formale degli elementi costruttivi e degli elementi di fabbrica, allo studio delle connessioni e dei giunti tra i vari elementi secondo la logica di impiego dei diversi materiali;
- la configurazione dell'involucro e degli elementi che lo compongono; i procedimenti costruttivi; il trattamento dei materiali nei vari tipi di chiusura esterna (con particolare riferimento al disperdimento energetico) ed interna (con particolare riferimento all'isolamento acustico); i particolari costruttivi.

### Testi / Bibliografia

Nello svolgimento dell'insegnamento verrà indicato un ampio materiale documentario, costituito da pubblicazioni specifiche, documenti normativi e d'informazione tecnica industriale. Testi di carattere metodologico e tecnico particolarmente raccomandati sono:

- AA.VV. - Manuale di progettazione edilizia, Hoepli Ed., Milano, 1999.
- AA.VV.; Materiali e tecnologie dell'architettura; Laterza, Roma. 2001 (3° ed. 2003)
- AA.VV.; Tecnologia delle costruzioni; Le Monnier, Firenze 2004 (3 voll.)
- R. Guizzardi - Elementi di tecnologia della produzione edilizia, Pitagora Ed., Bologna, 1999;

- R. Guizzardi – Dieci lezioni per partecipare ad un concorso di idee, E-book, Bologna, 2009;
- E. Mandolesi, Edilizia, Utet, Torino, 1978 – 1991;
- L. Quaroni, Progettare un edificio – Otto lezioni di architettura, Mazzotta Ed., Milano, 1977;
- A. Pettrignani, Tecnologie dell'Architettura, G6erlich Ed., Milano, 1981.
- E. Allen, I fondamenti del costruire; McGraw-Hill Ed., Milano, 1997;
- A. De Botton, Architettura e felicit ; Guanda, Milano, 2006

### Metodi didattici

Le esercitazioni, per le quali si prevede l'organizzazione degli studenti in gruppi di lavoro, si prefiggono di far realizzare allo studente un iter progettuale alle diverse scale in architettura, basandosi su di un esempio reale di progetto di idee richiesto da un bando di concorso ufficialmente pubblicato.

### Modalit  di verifica dell'apprendimento

L'esame consister  in una presentazione alla commissione di tutti gli elaborati prodotti e la frequenza alle esercitazioni   condizione per l'ammissione all'esame.

## 18557 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA TECNICA II

<b>Docente:</b>	FERRANTE ANNARITA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## 18557 - LABORATORIO PROGETTUALE DI ARCHITETTURA TECNICA II

<b>Docente:</b>	CASTAGNOLI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

### Conoscenze e abilit  da conseguire

Il Laboratorio si propone di fornire gli strumenti conoscitivi di base sui criteri di analisi e progettazione utili a valutare il livello di interazione strutturale tra gli edifici in un aggregato con particolare riferimento al processo progettuale funzionale al recupero edilizio.

### Programma / Contenuti

Dall'analisi dei caratteri del tessuto edilizio influenti sul comportamento sismico di edifici e aggregato – mediante un'analisi speditiva derivata da carte storiche – si procede alla compilazione di schede per valutare il livello di interazione strutturale tra gli edifici in un aggregato.

Infatti, gli aggregati nei centri storici, comprendono molteplici tipi edilizi con caratteristiche materico-costruttive diverse, e discontinuit  risolte mediante giunti reali che possono determinare problematiche tecnico-progettuali complesse.

Pertanto, dall'analisi di vulnerabilit  urbana e dallo studio degli aggregati mediante rilievo geometrico e critico in scala 1:200   possibile derivare speditivamente, dall'uso di cartografie storiche, un percorso di progettazione degli interventi edilizi attento ad individuare e risolvere le interazioni strutturali tra edifici e le debolezze sismiche legate al processo di formazione degli aggregati.

Il percorso di apprendimento progettuale si basa sulla scheda di valutazione della vulnerabilità edilizia del tipo GNDT: la scheda di primo livello è una scheda tipologica (tipi di materiali e particolari costruttivi) mentre la scheda di secondo livello - articolata per tipologia strutturale - è semiquantitativa e permette di costruire un indice di vulnerabilità edilizia attribuendo punteggi e pesi ad alcune caratteristiche dei fabbricati, calcolando in modo speditivo convenzionale degli edifici.

### Testi / Bibliografia

- P. MARETTO, *Realtà naturale e realtà costruita*, Uniedit, Firenze, 1984.  
 R. BOLLATI, S. BOLLATI, G. LONETTI, *L'organismo architettonico*, Alinea, Firenze, 1980.  
 C. CANIGGIA, G.L. MAFFEI, *Composizione architettonica e tipologia edilizia*, Marsilio Ed., Venezia, 1987.  
 C. CATALDI, *Sistemi statici in Architettura*, Ed. Cedam, Padova, 1979. A. GIUFFRÉ (a cura), *Sicurezza e conservazione dei centri storici, il caso Ortigia*, Laterza, 1993.  
 F. GURRIERI (a cura), *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione postsismica degli edifici*, Dei, 1999.  
 E. MANDOLESI, *Edilizia*, Utet, Torino, 1978 - 1991.  
 P. N. MAGGI, *Il processo edilizio*, Vol. I, Città Studi Ed., Milano, 1994.  
 C. LATINA, *Muratura portante in laterizio*, Edizioni Laterconsult, Roma, 1994.

### Metodi didattici

Il Laboratorio comprende comunicazioni seminari con esperti del settore, esercitazioni ed attività specifiche da svolgersi in aula. Gli allievi dovranno rispettare tutti gli adempimenti utili al superamento della prova, come previsto dalle disposizioni della Facoltà.

## 33248 - LABORATORIO PROGETTUALE DI DISEGNO DELL'ARCHITETTURA I

<b>Docente:</b>	BARTOLOMEI CRISTIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## 33248 - LABORATORIO PROGETTUALE DI DISEGNO DELL'ARCHITETTURA I

<b>Docente:</b>	BARONCINI VALENTINA
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## 18551 - LABORATORIO PROGETTUALE DI DISEGNO DELL'ARCHITETTURA II

<b>Docente:</b>	PARMEGGIANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Programma / Contenuti

Laboratorio progettuale di Disegno dell'architettura II a.a. 2006-2007

Il Laboratorio Progettuale di Disegno dell'Architettura II affianca il corso Disegno dall'Architettura II, e si propone di sperimentare le conoscenze teoriche acquisite nel Corso di Disegno mediante l'elaborazione di esercitazioni pratiche (prove ex-tempore) obbligatorie relative allo studio, interpretazione e rappresentazione grafica di un organismo architettonico.

#### **Temi di esercitazione**

Il Laboratorio consiste nello studio, interpretazione e rappresentazione grafica di un organismo edilizio progettato in epoca moderna. In fase di assegnazione dei singoli temi di analisi verrà fornito il materiale di base che costituirà un supporto al lavoro di analisi dell'oggetto architettonico da rappresentare. L'attività sarà articolata in una prima fase di acquisizione del materiale grafico messo a disposizione e di ricerca bibliografica inerente l'opera oggetto di studio, a cui seguiranno le operazioni di interpretazione e di restituzione grafica. Il materiale di base sarà volutamente non esaustivo, al fine di stimolare l'analisi e la interpretazione dell'oggetto edilizio da rappresentare. La redazione degli elaborati grafici dovrà quindi avere come obiettivo quello di comunicare l'intento progettuale, l'organizzazione e le soluzioni tecnologiche adottate, mantenendo continuamente congruenti fra di loro le interpretazioni e le rappresentazioni all'interno dei singoli elaborati.

#### **INDICAZIONI SULLA REDAZIONE DEGLI ELABORATI DI LABORATORIO**

I tempi di Laboratorio saranno assegnati a gruppi di due o più studenti.

#### **Formato dei fogli**

I formati dei fogli su cui realizzare le tavole sono l'**A3** (420 × 297 mm - tavole 1 e 5) e l'**A1** (594 × 841 mm - tavole 2, 3 e 4), su cui dovranno essere riportate la squadratura e l'intestazione come da esempio. Potranno essere utilizzati indifferente fogli di carta bianca da plotter o cartoncino. Sul sito internet [www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it), nella pagina relativa al Laboratorio Progettuale di Disegno dell'Architettura II, sarà reso disponibile il file relativo alla squadratura e all'intestazione in formato .dwg.

#### **Numero di elaborati**

Il numero degli elaborati è indicativo. Ogni studente dovrà realizzare un numero di elaborati tale da fornire le informazioni grafiche richieste, in funzione della complessità dell'elemento edilizio da rappresentare, della scala di rappresentazione e della scelta di impaginazione.

#### **Tecniche per la redazione degli elaborati**

Sarà possibile realizzare gli elaborati grafici utilizzando sia tecniche grafiche tradizionali (disegno manuale), sia tecnologie digitali (CAD). Per la redazione delle prove ex-tempore sarà obbligatorio utilizzare unicamente tecniche grafiche tradizionali. Il disegno digitale, utilizzabile solo per la redazione di alcuni degli elaborati di Laboratorio, comporterà una particolare attenzione alla scala grafica e alla realizzazione dei simboli grafici da adottare: testi, quote, spessore delle linee, impaginazione e scala grafica dovranno essere opportunamente scelti e verificati mediante stampa.

**Non saranno accettati errori attribuiti al plottaggio.**

#### **TIPOLOGIA DI ELABORATI DI LABORATORIO**

**TAVOLA 1** - elaborato individuale; tecniche grafiche: tradizionali o informatizzate - formato A3, a colori o in bianco e nero o toni di grigio

Studio della genesi ideativa dell'organismo edilizio, schemi organizzativi, aggregazioni volumetriche, rapporto dell'edificio con il contesto in cui è inserito alle diverse scale (rapporto edificio-lotto, rapporto lotto-territorio circostante), diagrammi e flussi relativi all'uso, all'accessibilità, alle interazioni con il contesto climatico-ambientale, ecc.

**TAVOLA 2A** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A1 in bianco e nero o toni di grigio  
E' una tavola che rappresenta il progetto architettonico.

Si devono riportare su uno o più elaborati (a seconda della scala e delle dimensioni dell'elemento da rappresentare):

- una pianta arredata in scala 1:100 o 1:50. Nel caso di pianta del piano terreno, indicare il rapporto con il contesto (accesso dalla strada, perimetrazione del lotto, rappresentazione delle pavimentazioni e del verde) ed evidenziare i punti di accesso all'edificio. Rappresentare unicamente l'arredabilità dei vani, e non il progetto di un arredo specifico. Indicare sempre l'orientamento dell'edificio rispetto ai punti cardinali;
- un prospetto in scala 1:100 o 1:50, su cui saranno rappresentate sia le ombre tecniche che le finiture superficiali che caratterizzano i diversi fronti. Rappresentare il rapporto con il contesto naturale (alberature, ecc.).

Ogni studente del gruppo sarà responsabile della redazione di una pianta e di un prospetto diversi dell'edificio.

**TAVOLA 2B** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A1 in bianco e nero o toni di grigio  
E' una tavola che rappresenta il progetto esecutivo.

Si devono riportare su uno o più elaborati (a seconda della scala e delle dimensioni dell'elemento da rappresentare):

- una pianta quotata in scala 1:100 o 1:50. Nel caso di pianta del piano terreno, indicare il rapporto con il contesto (accesso dalla strada, perimetrazione del lotto, rappresentazione delle pavimentazioni e del verde) ed evidenziare i punti di accesso all'edificio. Nel caso di strutture intelaiate, rappresentare la maglia strutturale. Indicare sempre l'orientamento dell'edificio rispetto ai punti cardinali;
- una sezione quotata in scala 1:100 o 1:50, in cui sarà evidenziata la transizione fra il rustico ed il finito delle strutture orizzontali. Il piano di sezione verticale dovrà essere posizionato preferibilmente in corrispondenza degli elementi di collegamento verticale o degli ambienti su doppi volumi.

Ogni studente del gruppo sarà responsabile della redazione di una pianta e di una sezione diverse dell'edificio.

**TAVOLA 3** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A3 se a colori; A3 o A1 se in bianco e nero o toni di grigio

In questa tavola sono contenute le viste tridimensionali dell'organismo edilizio. La realizzazione del modello tridimensionale potrà essere comune a tutti i membri del gruppo, ma le scelte sulla rappresentazione delle finiture, del contesto, sulle viste da privilegiare e sulla impaginazione saranno individuali. Potranno essere riportate su un unico elaborato una o più viste che potranno essere:

- viste (assonometriche o prospettiche) dell'edificio nel suo complesso ripreso dall'esterno;
- spaccati assonometrici;
- esplosi assonometrici;
- viste i alcuni elementi interni di particolare interesse.

**TAVOLA 4** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A1 in bianco e nero o toni di grigio

Dettaglio in scala 1:20 di una porzione di edificio dalle fondazioni alla copertura. Rappresentare il prospetto della porzione di fabbricato analizzata, completo delle ombre tecniche, delle quote e delle finiture superficiali, oltre alle sezioni orizzontale e verticale, con relativa legenda dei materiali e delle soluzioni tecnologiche adottate.

**TAVOLA 5** - elaborato individuale; tecniche grafiche: tradizionali o informatizzate - formato A3, a colori o in bianco e nero

Tavola di sintesi volta alla comunicazione del progetto nel suo complesso. Particolare attenzione dovrà essere rivolta sia alla redazione di viste d'insieme da utilizzare per la evidenziazione gli elementi caratteristici dell'edificio, sia alla loro impaginazione insieme ad elaborati bidimensionali utili per la comprensione dei rapporti dimensionali e della organizzazione spaziale.

Particolare cura dovrà essere rivolta alla scelta degli elementi da privilegiare, ai metodi di impaginazione delle viste e alla grafica complessiva dell'elaborato.

#### PROVE EX-TEMPORE

La redazione di ogni elaborato di Laboratorio sarà preceduta da una prova ex-tempore da realizzare in aula con tecniche tradizionali secondo il calendario e nell'orario comunicato di volta in volta dai Docenti. Le ultime cinque prove ex-tempore hanno l'obiettivo di impostare il layout della tavola che sarà poi completata sia all'interno che al di fuori dell'orario di laboratorio, prestando particolare attenzione ai rapporti di scala fra gli elaborati realizzati in aula (cartoncino formato A3) ed il formato dei fogli da utilizzare per la consegna definitiva del lavoro. Gli schemi potranno essere più o meno particolareggiati a seconda del tempo a disposizione ma le scelte di impaginazione e la resa grafica saranno oggetto di valutazione. Tali prove saranno ritirate al termine dell'orario stabilito e saranno oggetto di valutazione. Al termine del Corso, chi non avrà conseguito un giudizio positivo in almeno 4 prove ex-tempore su 6, dovrà sostenere una prova scritta propedeutica al colloquio orale. Dopo essere state valutate, le prove ex-tempore saranno di volta restituite. Ogni studente sarà responsabile della conservazione delle prove ex-tempore sostenute durante il Corso.

#### CONSEGNA DELLE TAVOLE

La settimana successiva ad ogni prova ex-tempore, ogni studente dovrà provvedere alla consegna della stampa dell'elaborato relativo a tale prova, al fine di documentare lo stato di avanzamento del lavoro.

*I lavori dovranno essere stampati mediante l'assemblaggio di più stampe su piccolo formato (A4 o A3).*

*Sarà possibile portare stampe in scala ridotta solamente per verificare l'impaginazione delle tavole.*

*Sarà sempre necessario portare stampe in scala definitiva di porzioni significative dell'elaborato al fine di verificare la correttezza dei dettagli, dei tipi di linee utilizzati e dei relativi spessori.*

#### **REVISIONI**

*Le revisioni sono incontri durante i quali gli studenti sono invitati a sottoporre all'assistente a cui sono stati assegnati gli elaborati realizzati e documentare così lo stato di avanzamento del lavoro.*

*Durante le revisioni gli studenti potranno inoltre chiedere agli assistenti chiarimenti, suggerimenti, consigli su come procedere con il lavoro. Durante le revisioni non verranno ripetute spiegazioni già tenute collettivamente durante le lezioni. Le revisioni sono momenti di lavoro collettivo; tutti gli studenti devono seguire le spiegazioni date agli altri colleghi. Gli studenti dovranno sempre portare con sé il materiale bibliografico raccolto. Verranno revisionati esclusivamente i lavori stampati su supporto cartaceo anche mediante l'assemblaggio di più stampe su piccolo formato (A4 o A3). Sarà possibile portare stampe in scala ridotta solamente per verificare l'impaginazione delle tavole. Sarà sempre necessario portare stampe in scala definitiva di porzioni significative dell'elaborato al fine di verificare la correttezza dei dettagli, dei tipi di linee utilizzati e dei relativi spessori.*

*Le stampe dovranno essere eseguite utilizzando gli spessori di linea adatti agli elementi rappresentati.*

#### **PROVA D'ESAME**

*L'esame consiste in una prova scritta, seguita da un colloquio orale. Dovranno sostenere una prova scritta solo gli studenti che non avranno conseguito un esito positivo su almeno 4 delle 6 prove ex-tempore svolte durante l'anno. La prova orale consiste in un colloquio volto alla verifica della comprensione dei principali argomenti illustrati durante il Corso di Disegno e le comunicazioni di Laboratorio, seguito dalla illustrazione degli elaborati di Laboratorio svolti durante l'anno. Le prove scritta ed orale saranno oggetto di una valutazione che costituirà il voto in trentesimi relativa al Corso di Disegno I e una idoneità di Laboratorio.*

#### **CONSEGNA DEGLI ELABORATI DI LABORATORIO - ESAME**

*Gli elaborati dovranno essere consegnati in originale il giorno di esame (ai fini della idoneità di Laboratorio). Dovrà essere consegnata una stampa su formato A3 o A1 di tutti gli elaborati e il salvataggio dei file su CD-ROM. I file dovranno essere salvati in formati e secondo una denominazione che verranno messi a disposizione sul sito [www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it). Sul sito internet sarà messo a disposizione anche un modello di copertina da utilizzare per la masterizzazione su CD-ROM. Non saranno ammessi all'esame studenti con materiale incompleto o difforme rispetto alle codifiche fornite. Al termine dell'esame, le stampe degli elaborati saranno restituite agli studenti.*

## **18551 - LABORATORIO PROGETTUALE DI DISEGNO DELL'ARCHITETTURA II**

<b>Docente:</b>	BRIOLINI PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### **Programma / Contenuti**

**Laboratorio progettuale di Disegno dell'architettura II a.a. 2006-2007**

*Il Laboratorio Progettuale di Disegno dell'Architettura II affianca il corso Disegno dall'Architettura II, e si propone di sperimentare le conoscenze teoriche acquisite nel Corso di Disegno mediante l'elaborazione di esercitazioni pratiche (prove ex-tempore) obbligatorie relative allo studio, interpretazione e rappresentazione grafica di un organismo architettonico.*

#### **Temî di esercitazione**

*Il Laboratorio consiste nello studio, interpretazione e rappresentazione grafica di un organismo edilizio progettato in epoca moderna. In fase di assegnazione dei singoli temî di analisi verrà fornito il materiale di base che costituirà un supporto al lavoro di analisi dell'oggetto architettonico da rappresentare. L'attività sarà articolata in una prima fase di acquisizione del materiale grafico messo*

a disposizione e di ricerca bibliografica inerente l'opera oggetto di studio, a cui seguiranno le operazioni di interpretazione e di restituzione grafica. Il materiale di base sarà volutamente non esaustivo, al fine di stimolare l'analisi e la interpretazione dell'oggetto edilizio da rappresentare. La redazione degli elaborati grafici dovrà quindi avere come obiettivo quello di comunicare l'intento progettuale, l'organizzazione e le soluzioni tecnologiche adottate, mantenendo continuamente congruenti fra di loro le interpretazioni e le rappresentazioni all'interno dei singoli elaborati.

#### **INDICAZIONI SULLA REDAZIONE DEGLI ELABORATI DI LABORATORIO**

*I tempi di Laboratorio saranno assegnati a gruppi di due o più studenti.*

##### **Formato dei fogli**

I formati dei fogli su cui realizzare le tavole sono l'A3 (420 x 297 mm - tavole 1 e 5) e l'A1 (594 x 841 mm - tavole 2, 3 e 4), su cui dovranno essere riportate la squadratura e l'intestazione come da esempio. Potranno essere utilizzati indifferentemente fogli di carta bianca da plotter o cartoncino. Sul sito internet [www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it), nella pagina relativa al Laboratorio Progettuale di Disegno dell'Architettura II, sarà reso disponibile il file relativo alla squadratura e all'intestazione in formato .dwg.

##### **Numero di elaborati**

*Il numero degli elaborati è indicativo. Ogni studente dovrà realizzare un numero di elaborati tale da fornire le informazioni grafiche richieste, in funzione della complessità dell'elemento edilizio da rappresentare, della scala di rappresentazione e della scelta di impaginazione.*

##### **Tecniche per la redazione degli elaborati**

*Sarà possibile realizzare gli elaborati grafici utilizzando sia tecniche grafiche tradizionali (disegno manuale), sia tecnologie digitali (CAD). Per la redazione delle prove ex-tempore sarà obbligatorio utilizzare unicamente tecniche grafiche tradizionali. Il disegno digitale, utilizzabile solo per la redazione di alcuni degli elaborati di Laboratorio, comporterà una particolare attenzione alla scala grafica e alla realizzazione dei simboli grafici da adottare: testi, quote, spessore delle linee, impaginazione e scala grafica dovranno essere opportunamente scelti e verificati mediante stampa. Non saranno accettati errori attribuiti al plottaggio.*

#### **TIPOLOGIA DI ELABORATI DI LABORATORIO**

**TAVOLA 1 - elaborato individuale; tecniche grafiche: tradizionali o informatizzate - formato A3, a colori o in bianco e nero o toni di grigio**

*Studio della genesi ideativa dell'organismo edilizio, schemi organizzativi, aggregazioni volumetriche, rapporto dell'edificio con il contesto in cui è inserito alle diverse scale (rapporto edificio-lotto, rapporto lotto-territorio circostante), diagrammi e flussi relativi all'uso, all'accessibilità, alle interazioni con il contesto climatico-ambientale, ecc.*

**TAVOLA 2A - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A1 in bianco e nero o toni di grigio**

*Ripartire su uno o più elaborati (a seconda della scala e delle dimensioni dell'elemento da rappresentare):*

*§ una pianta arredata in scala 1:100 o 1:50. Nel caso di pianta del piano terreno, indicare il rapporto con il contesto (accesso dalla strada, perimetrazione del lotto, rappresentazione delle pavimentazioni e del verde) ed evidenziare i punti di accesso all'edificio. Rappresentare unicamente l'arredabilità dei vani, e non il progetto di un arredo specifico. Indicare sempre l'orientamento dell'edificio rispetto ai punti cardinali;*

*§ un prospetto in scala 1:100 o 1:50, su cui saranno rappresentate sia le ombre tecniche che le finiture superficiali che caratterizzano i diversi fronti. Rappresentare il rapporto con il contesto naturale (alberature, ecc.).*

*Ogni studente del gruppo sarà responsabile della redazione di una pianta e di un prospetto diversi dell'edificio.*

**TAVOLA 2B** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A1 in bianco e nero o toni di grigio

Riportare su uno o più elaborati (a seconda della scala e delle dimensioni dell'elemento da rappresentare):

§ una pianta quotata in scala 1:100 o 1:50. Nel caso di pianta del piano terreno, indicare il rapporto con il contesto (accesso dalla strada, perimetrazione del lotto, rappresentazione delle pavimentazioni e del verde) ed evidenziare i punti di accesso all'edificio. Nel caso di strutture intelaiate, rappresentare la maglia strutturale. Indicare sempre l'orientamento dell'edificio rispetto ai punti cardinali;

§ una sezione quotata in scala 1:100 o 1:50, in cui sarà evidenziata la transizione fra il rustico ed il finito delle strutture orizzontali. Il piano di sezione verticale dovrà essere posizionato preferibilmente in corrispondenza degli elementi di collegamento verticale o degli ambienti su doppi volumi.

Ogni studente del gruppo sarà responsabile della redazione di una pianta e di una sezione diverse dell'edificio.

**TAVOLA 3** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A3 se a colori; A3 o A1 se in bianco e nero o toni di grigio

Viste tridimensionali dell'organismo edilizio. La realizzazione del modello tridimensionale potrà essere comune a tutti i membri del gruppo, ma le scelte sulla rappresentazione delle finiture, del contesto, sulle viste da privilegiare e sulla impaginazione saranno individuali. Potranno essere riportate su un unico elaborato una o più viste che potranno essere:

§ viste (assonometriche o prospettiche) dell'edificio nel suo complesso ripreso dall'esterno;

§ spaccati assonometrici;

§ esplosi assonometrici;

§ viste i alcuni elementi interni di particolare interesse.

**TAVOLA 4** - elaborato individuale; tecniche grafiche: informatizzate - formato A1 in bianco e nero o toni di grigio

Dettaglio in scala 1:20 di una porzione di edificio dalle fondazioni alla copertura. Rappresentare il prospetto della porzione di fabbricato analizzata, completo delle ombre tecniche, delle quote e delle finiture superficiali, oltre alle sezioni orizzontale e verticale, con relativa legenda dei materiali e delle soluzioni tecnologiche adottate.

**TAVOLA 5** - elaborato individuale; tecniche grafiche: tradizionali o informatizzate - formato A3, a colori o in bianco e nero

Tabella di sintesi volta alla comunicazione del progetto nel suo complesso. Particolare attenzione dovrà essere rivolta sia alla redazione di viste d'insieme da utilizzare per la evidenziare gli elementi caratteristici dell'edificio, sia alla loro impaginazione insieme ad elaborati bidimensionali utili per la comprensione dei rapporti dimensionali e della organizzazione spaziale. Particolare cura dovrà essere rivolta alla scelta degli elementi da privilegiare, ai metodi di impaginazione delle viste e alla grafica complessiva dell'elaborato.

#### PROVE EX-TEMPORE

La redazione di ogni elaborato di Laboratorio sarà preceduta da una prova ex-tempore da realizzare in aula con tecniche tradizionali secondo il calendario e nell'orario comunicato di volta in volta dai Docenti (il calendario riportato di seguito è puramente indicativo). Le ultime cinque prove ex-tempore hanno l'obiettivo di impostare il layout della tavola che sarà poi completata sia all'interno che al di fuori dell'orario di laboratorio, prestando particolare attenzione ai rapporti di scala fra gli elaborati realizzati in aula (cartoncino formato A3) ed il formato dei fogli da utilizzare per la consegna definitiva del lavoro. Gli schemi potranno essere più o meno particolareggiati a seconda del tempo a disposizione ma le scelte di impaginazione e la resa grafica saranno oggetto di

valutazione. Tali prove saranno ritirate al termine dell'orario stabilito e saranno oggetto di valutazione. Al termine del Corso, chi non avrà conseguito un giudizio positivo in almeno 4 prove ex-tempore su 6, dovrà sostenere una prova scritta propedeutica al colloquio orale. Dopo essere state valutate, le prove ex-tempore saranno di volta restituite. Ogni studente sarà responsabile della conservazione delle prove ex-tempore sostenute durante il Corso.

#### CONSEGNA DELLE TAVOLE

La settimana successiva ad ogni prova ex-tempore, ogni studente dovrà provvedere alla consegna della stampa dell'elaborato relativo a tale prova, al fine di documentare lo stato di avanzamento del lavoro.

I lavori dovranno essere stampati mediante l'assemblaggio di più stampe su piccolo formato (A4 o A3).

Sarà possibile portare stampe in scala ridotta solamente per verificare l'impaginazione delle tavole. Sarà sempre necessario portare stampe in scala definitiva di porzioni significative dell'elaborato al fine di verificare la correttezza dei dettagli, dei tipi di linee utilizzati e dei relativi spessori.

#### REVISIONI

Le revisioni sono incontri durante i quali gli studenti sono invitati a sottoporre all'assistente a cui sono stati assegnati gli elaborati realizzati e documentare così lo stato di avanzamento del lavoro. Durante le revisioni gli studenti potranno inoltre chiedere agli assistenti chiarimenti, suggerimenti, consigli su come procedere con il lavoro. Durante le revisioni non verranno ripetute spiegazioni già tenute collettivamente durante le lezioni. Le revisioni sono momenti di lavoro collettivo; tutti gli studenti devono seguire le spiegazioni date agli altri colleghi. Gli studenti dovranno sempre portare con sé il materiale bibliografico raccolto. Verranno revisionati esclusivamente i lavori stampati su supporto cartaceo anche mediante l'assemblaggio di più stampe su piccolo formato (A4 o A3). Sarà possibile portare stampe in scala ridotta solamente per verificare l'impaginazione delle tavole. Sarà sempre necessario portare stampe in scala definitiva di porzioni significative dell'elaborato al fine di verificare la correttezza dei dettagli, dei tipi di linee utilizzati e dei relativi spessori. Le stampe dovranno essere eseguite utilizzando gli spessori di linea adatti agli elementi rappresentati.

#### PROVA D'ESAME

L'esame consiste in una prova scritta, seguita da un colloquio orale. Dovranno sostenere una prova scritta solo gli studenti che non avranno conseguito un esito positivo su almeno 4 delle 6 prove ex-tempore svolte durante l'anno. La prova orale consiste in un colloquio volto alla verifica della comprensione dei principali argomenti illustrati durante il Corso di Disegno e le comunicazioni di Laboratorio, seguito dalla illustrazione degli elaborati di Laboratorio svolti durante l'anno. Le prove scritta ed orale saranno oggetto di una valutazione che costituirà il voto in trentesimi relativa al Corso di Disegno I e una idoneità di Laboratorio.

#### CONSEGNA DEGLI ELABORATI DI LABORATORIO - ESAME

Gli elaborati dovranno essere consegnati in originale il giorno di esame (ai fini della idoneità di Laboratorio). Dovrà essere consegnata una stampa su formato A3 o A1 di tutti gli elaborati e il salvataggio dei file su CD-ROM. I file dovranno essere salvati in formati e secondo una denominazione che verranno messi a disposizione sul sito [www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it). Sul sito internet sarà messo a disposizione anche un modello di copertina da utilizzare per la masterizzazione su CD-ROM. Non saranno ammessi all'esame studenti con materiale incompleto o difforme rispetto alle codifiche fornite. Al termine dell'esame, le stampe degli elaborati saranno restituite agli studenti.

## 18558 - LABORATORIO PROGETTUALE DI RESTAURO ARCHITETTONICO

<b>Docente:</b>	GRILLI MATTEO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## 18558 - LABORATORIO PROGETTUALE DI RESTAURO ARCHITETTONICO

<b>Docente:</b>	LUGLI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

## 18561 - LABORATORIO PROGETTUALE DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

<b>Docente:</b>	MARZANI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Elaborazioni progettuali sul tema della verifica di resistenza, verifica e calcolo di telai.

### Programma / Contenuti

Le ore di Laboratorio Progettuale verranno impiegate per mettere in grado gli studenti di affrontare problemi pratici della Scienza delle Costruzioni.

### Testi / Bibliografia

- Appunti distribuiti a lezione.
- E. Viola, Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni - Voll. 1 e 2, Pitagora Editrice, Bologna.

### Metodi didattici

L'insegnamento prevede, essenzialmente, che gli studenti svolgano esercizi in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'idoneità dell'insegnamento di Laboratorio Progettuale verrà conseguita dallo studente contestualmente al superamento dell'esame di Scienza delle Costruzioni.

### Strumenti a supporto della didattica

Eventuale materiale didattico di supporto sarà distribuito mediante il servizio di ateneo AMS Campus (<https://campus.cib.unibo.it/cgi/users/home>)

### 33252 - LABORATORIO PROGETTUALE DI STORIA DELL'ARCHITETTURA 1

<b>Docente:</b>	RICCI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

### 18552 - LABORATORIO PROGETTUALE DI STORIA DELL'ARCHITETTURA II

<b>Docente:</b>	BETTAZZI MARIA BEATRICE
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	2

### 18562 - LABORATORIO PROGETTUALE DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

<b>Docente:</b>	RICCI BITTI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### 18562 - LABORATORIO PROGETTUALE DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

<b>Docente:</b>	RICCI BITTI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### 18560 - LABORATORIO PROGETTUALE DI TECNICA URBANISTICA

<b>Docente:</b>	MINGHINI ELENA ELISABETTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

## 18560 - LABORATORIO PROGETTUALE DI TECNICA URBANISTICA

<b>Docente:</b>	VIRGILIO GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

## 18563 - LABORATORIO PROGETTUALE DI TECNOLOGIE EDILIZIE

<b>Docente:</b>	BRAGADIN MARCO ALVISE
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	2

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Laboratorio fornisce all'ingegnere edile/architetto gli strumenti metodologici essenziali per un corretto utilizzo delle tecnologie edilizie, con particolare riferimento all'impiego dei materiali nelle costruzioni ed alla progettazione del cantiere.

### Programma / Contenuti

Il laboratorio si articola in due moduli: un primo di tecnologia dei materiali (I ciclo, ing. Elisa Franzoni) ed un secondo di organizzazione del cantiere (II ciclo, ing. Marco Alvise Bragadin). I due moduli costituiscono lo sviluppo progettuale delle tematiche affrontate rispettivamente nei corsi di Tecnologia dei materiali e chimica applicata e di Organizzazione del cantiere. Nel modulo di Tecnologia dei materiali gli studenti vengono guidati alla stesura di elaborati tecnici individuali a forte finalità applicativa, quali possono essere richiesti all'ingegnere edile/architetto in un qualunque ufficio tecnico, studio di progettazione, ecc. I temi degli elaborati toccano aspetti di primaria rilevanza per un corretto impiego dei materiali nelle fasi di progettazione e costruzione del manufatto edilizio: prestazioni e criteri di scelta dei materiali, normativa, problemi di sicurezza, igiene ed ecocompatibilità nell'impiego dei materiali, esposizione ambientale e durabilità, compatibilità dei materiali per il restauro architettonico/risanamento edilizio, ecc. Sono previsti seminari in aula, prove sui materiali in laboratorio (per gruppi a numero limitato di studenti), visite di istruzione, esercitazioni pratiche sulla ricerca bibliografica e di normativa in rete, nonché revisioni di supporto alla stesura degli elaborati stessi.

Nel modulo di Organizzazione del cantiere del Laboratorio vengono forniti gli strumenti essenziali per pianificare, programmare e progettare il cantiere negli aspetti fondamentali della sicurezza e della organizzazione della produzione.

L'attività di laboratorio prevede lo svolgimento di un tema di lavoro assegnato che si svilupperà attraverso la redazione dei seguenti elaborati:

1. definizione del processo costruttivo: work breakdown structure (WBS) e computo metrico estimativo;
2. piano di sicurezza e coordinamento (PSC): identificazione e descrizione dell'opera; individuazione, analisi e valutazione dei rischi; scelte progettuali e organizzative, procedure, misure preventive e protettive per: l'area di cantiere, l'organizzazione del cantiere, le lavorazioni, le interferenze tra le lavorazioni; misure di coordinamento: impianti comuni e cooperazione; servizi di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori; stima dei costi della sicurezza; cronoprogramma per il coordinamento; layout di cantiere;
3. cronoprogramma esecutivo dei lavori: schema della produzione, programmazione reticolare pdm e diagramma Gantt, programma lavori valorizzato.

**Testi / Bibliografia**

- Norme Tecniche per le Costruzioni, Min. LL. PP. 2005
- UNI EN 206-1
- REGOLAMENTO EDILIZIO TIPO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA
- ZIGNOLI V. 'COSTRUZIONI EDILI' UTET TORINO 1974
- LACAVA M. SOLUSTRI C. 'PROGETTO E SICUREZZA DEL CANTIERE' NIS ROMA 1996
- PICONE M. 'TECNOLOGIA DELLA PRODUZIONE EDILIZIA' UTET TORINO 1984
- AUTERI U. DIBENNARDO A. PASQUA 'IL CANTIERE EDILE: PROGRAM-MAZIONE GESTIONE E CONTABILITA' LA NUOVA ITALIA SCIENTIFICA ROMA 1996
- R. AMATO R. CHIAPPI 'TECNICHE DI PROJECT MANAGEMENT: PIANIFI-CAZIONE E CONTROLLO DEI PROGETTI' ANGELI MILANO 2000
- FLORES A. CONTI M. 'MANUALE DELLA SICUREZZA NEL CANTIERE' IL SOLE 24 ORE PIROLA MILANO 1998
- GOTTFRIED A. TRANI M.L. 'IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA NELLE COSTRUZIONI IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE' MAGGIOLI RIMINI 1997
- COMANI C. 'LA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI PER L'INDUSTRIA' BORDIGIANI BOLOGNA 1981

**Metodi didattici**

Esercitazioni in aula, in laboratorio e al computer. Seminari in aula. Visite di istruzione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per ottenere l'idoneità nel Laboratorio Progettuale è necessario avere conseguito l'idoneità in entrambi i moduli. Per l'idoneità nel modulo di Tecnologia dei Materiali è necessaria la frequenza del laboratorio (almeno il 75%). Per il conseguimento dell'idoneità nel modulo di Organizzazione del Cantiere è necessaria la frequenza alle sessioni di lavoro del laboratorio, la corretta esecuzione delle eventuali prove estemporanee programmate e la valutazione positiva, a fine corso, degli elaborati prodotti.

**18559 - LABORATORIO PROGETTUALE DI URBANISTICA**

<b>Docente:</b>	PIAZZA PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Laboratorio si propone l'analisi di ambiti urbani significativi attraverso una sequenza di letture tematiche coordinate. Viene studiato il processo di progettazione dei luoghi ed analizzato il risultato compositivo conclusivo alla luce delle matrici geometriche utilizzate, della forma dei luoghi e dell'immagine derivante. L'obiettivo è fornire allo studente gli strumenti per affrontare un tema progettuale alla scala urbana con la consapevolezza delle implicazioni teorico-compositive e dei rapporti contestuali.

**Programma / Contenuti**

Le attività di Laboratorio sono finalizzate alla riprogettazione di un ambito urbano; il progetto realizzato costituisce a tutti gli effetti parte integrante della prova d'esame dell'insegnamento di "Urbanistica". Vengono forniti agli studenti gli elementi introduttivi per affrontare il progetto in modo che sia consapevolmente sostenuto da un solida idea fondativa.

Viene affrontata la lettura critica dei luoghi oggetto di progettazione ripercorrendo la genesi della forma e il costituirsi del contesto urbano, anche avvalendosi di strumenti di lettura tipologica, nel rapporto diacronico tra crescita spontanea e stratificazione progettuale.

Sono studiati modelli insediativi prototipali degli ambiti territoriali antropizzati e temi caratteristici della città, indagando il processo formativo dell'urbs come specchio della civitas e la grammatica compositiva di insieme. Particolare attenzione è poi riposta nella progettazione della qualità urbana derivata dalla composizione sequenziale degli spazi vuoti, del costruito e dalla definizione degli elementi architettonici rilevanti

### Testi / Bibliografia

- M. Romano, *L'estetica della città europea. Forme e immagini*, Einaudi, Torino 1993.  
 B. Gravagnuolo, *La progettazione urbana in Europa. 1750-1960*, Laterza, Bari 1991.  
 L. Benevolo, *Storia dell'architettura moderna*, Laterza, Bari 1997.  
 C. Sitte, *L'arte di costruire le città*, Jaca Book, Milano 1981.  
 K. Lynch, *Progettare la città. La qualità della forma urbana*. ETASLIBRI, Milano 1996.  
 M. Sernini, *La città disfatta*, FrancoAngeli, Milano 1994.

## 18559 - LABORATORIO PROGETTUALE DI URBANISTICA

<b>Docente:</b>	MONTI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

## 30440 - LABORATORY OF MATERIALS CHARACTERIZATION

<b>Docente:</b>	FRANZONI ELISA
<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3
<b>Lingua:</b>	Inglese

### Programma / Contenuti

Tecniche sperimentali per la determinazione della natura e microstruttura dei materiali (densità reale ed apparente, assorbimento d'acqua, porosimetria ad intrusione di mercurio, granulometria laser su polveri, SEM + EDX, prove di abrasione, diffrattometria a RX, etc.). Determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali (resistenza, resilienza, durezza, etc.). Determinazione delle proprietà termiche dei materiali (DSC, TGA, dilatomètria, etc.). Determinazione delle proprietà elettriche dei materiali. Prove di durabilità ed invecchiamento sui materiali nell'ambiente di servizio.

### Testi / Bibliografia

Normativa e bibliografia di supporto alle tecniche di indagine utilizzate verranno fornite durante le esercitazioni in laboratorio.

### Metodi didattici

L'attività sperimentale in laboratorio verrà sempre integrata da momenti di elaborazione numerica dei dati e commento dei risultati ottenuti in relazione alle proprietà dei materiali indagati.  
 La parte teorica di supporto al presente corso è costituita dal corso "MATERIALS CHARACTERIZATION".

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Attività di laboratorio sulle tecniche di caratterizzazione dei materiali. Le prove verranno condotte sulle tipologie di materiali maggiormente significative in funzione della prova in esame e delle applicazioni ingegneristiche dei materiali.

**29196 - LABORATORY OF MATERIALS CHARACTERIZATION M**

**Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo  
**Mutuato da:** 30440 - LABORATORY OF MATERIALS CHARACTERIZATION (vedi p. 722)

**44941 - LEGISLAZIONE DELLE COSTRUZIONI E DELLA SICUREZZA L**

**Corso di Laurea:** 0045 - Ingegneria civile  
**Mutuato da:** 44701 - DIRITTO DELL'AMBIENTE LS (vedi p. 366)

**49775 - LEGISLAZIONE DELLE COSTRUZIONI E DELLA SICUREZZA LS**

**Docente:** COCCHI ALBERTO  
**Corso di Laurea:** 0452 - Ingegneria civile  
**Ciclo:** 3  
**Crediti:** 3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso è volto a fornire allo studente il quadro della vigente disciplina normativa del processo edilizio e, più in generale, a dotarlo della capacità di approccio sistematico ed interdisciplinare a norme giuridiche con le quali sarà chiamato a confrontarsi nell'ambito lavorativo, tanto nell'attività libero professionale, quanto nell'attività svolta direttamente a favore delle imprese e delle pubbliche amministrazioni. Il processo edilizio viene pertanto anzitutto analizzato nelle sue implicazioni civilistiche, come espressione del diritto di proprietà fondiaria e come oggetto di obbligazioni fra committenti, professionisti ed imprese. Particolare attenzione è inoltre riservata alla disciplina specifica delle opere pubbliche. Ampio spazio viene altresì dedicato alla disciplina amministrativa della proprietà e della trasformazione del suolo, tanto sotto il profilo della pianificazione territoriale generale e di settore, quanto sotto il profilo della regolamentazione edilizia, della sicurezza degli edifici, dei titoli abilitativi richiesti e del relativo procedimento amministrativo, nonché delle conseguenze a carattere sanzionatorio amministrativo e penale delle relative violazioni. Uno specifico approfondimento è infine dedicato alla vigente disciplina in materia di igiene e sicurezza sul lavoro ed ai relativi aspetti applicativi nell'ambito dei cantieri edili.

**Programma / Contenuti**

- 1) Beni immobili e pertinenze
  - 1.1) Beni pubblici
  - 1.2) Beni culturali e paesaggistici
  - 1.3) Edifici di culto
- 2) Diritti sui beni immobili
  - 2.1) Diritti reali in genere
  - 2.2) La proprietà

- 2.2.1) Natura dei limiti posti all'esercizio del diritto di proprietà
- 2.2.2) Estensione della proprietà fondiaria
  - 2.2.2.1) Limiti specifici alla estensione della proprietà rurale
- 2.2.3) Divieto di atti di emulazione
- 2.2.4) Limiti alla chiusura del fondo
- 2.2.5) Disciplina in materia di immissioni
  - 2.2.5.1) Rapporti fra disciplina in tema di immissioni e norme di tutela ambientale
- 2.2.6) Rapporti di vicinato
  - 2.2.6.1) Distanze nelle costruzioni
  - 2.2.6.2) Luci e vedute
  - 2.2.6.3) Distanze per alberi e siepi
  - 2.2.6.4) Distanze per fabbriche e depositi pericolosi o nocivi
  - 2.2.6.5) Disposizioni varie sui rapporti di vicinato
- 2.2.7) Condominio negli edifici
  - 2.2.7.1) Regolamento condominiale
  - 2.2.7.2) Parti comuni dell'edificio
  - 2.2.7.3) Modifiche e innovazioni sulle parti comuni
  - 2.2.7.4) Opere del condomino sulle parti di proprietà individuale
  - 2.2.7.5) Perimento totale o parziale dell'edificio
- 2.3) Diritti reali minori di godimento
  - 2.3.1) Diritto di superficie
  - 2.3.2) Enfiteusi
  - 2.3.3) Usufrutto, uso e abitazione
  - 2.3.4) Servitù prediali
    - 2.3.4.1) Modi di costituzione delle servitù
    - 2.3.4.2) Servitù coattive
    - 2.3.4.3) Estinzione delle servitù
  - 2.3.5) Diritti reali della P.A. su beni altrui
- 3) Modi di acquisto della proprietà**
  - 3.1) Contratto
  - 3.2) Accessione
    - 3.2.1) Accessione invertita
  - 3.3) L'usucapione
- Provvedimenti ablativi**
  - 4.1) Privazione temporanea della disponibilità dei beni
  - 4.2) Espropriazione
    - 4.2.1) Occupazione appropriativa
    - 4.2.2) Espropriazione di beni culturali
  - 5) Tutela giurisdizionale civile della proprietà fondiaria ed edilizia
    - 5.1) Azioni di regolamento di confini e per apposizione di termini
    - 5.2) Azioni di nunciazione
  - 6) Tutela penale per pericolo di rovina di edificio
  - 7) Tutela giurisdizionale amministrativa
  - 8) Procedimenti di istruzione preventiva
- Pianificazione territoriale e regolamentazione edilizia**
  - 1) Pianificazione territoriale
    - 1.1) Evoluzione dei rapporti fra pianificazione generale e di settore

- 1.1.1) Piani paesaggistici
  - 1.1.2) Dissesto idrogeologico e tutela del suolo
    - 1.1.2.1) Consorzi per la bonifica dei fondi e per le opere idrauliche
    - 1.1.2.2) Tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche
  - 1.1.3) Piani dei parchi
  - 1.2) Concertazione nella pianificazione territoriale
  - 1.3) Istituti di partecipazione, perequazione e pianificazione negoziata
  - 1.4) Piano territoriale regionale di coordinamento
  - 1.5) Piano territoriale provinciale di coordinamento
  - 1.6) Piano pluriennale di sviluppo socioeconomico
  - 1.7) Dal piano regolatore generale ai piani strutturali ed operativi
    - 1.7.1) Definizione degli interventi edilizi
    - 1.7.2) Opere di urbanizzazione
    - 1.7.3) Zone omogenee e parametri urbanistici ed edilizi
    - 1.7.4) Vincoli infrastrutturali
    - 1.7.5) Vincoli e servitù militari
  - 1.8) Pianificazione attuativa
    - 1.8.1) Programma pluriennale di attuazione
  - 1.9) Efficacia temporale dei vincoli espropriativi e di inedificabilità
  - 1.10) Attività edilizia in assenza di pianificazione urbanistica
  - 2) Regolamentazione edilizia**
    - 2.1) Titoli abilitativi
      - 2.1.1) Caratteristiche del permesso di costruire
      - 2.1.2) Caratteristiche della denuncia di inizio attività
    - 2.2) Caratteristiche procedimentale comuni per il rilascio dei titoli abilitativi
      - 2.2.1) Procedimento per il rilascio del permesso di costruire
      - 2.2.2) Procedimento di denuncia di inizio attività
    - 2.3) Agibilità
    - 2.4) Abusivismo edilizio
      - 2.4.1) Vigilanza sulle costruzioni
      - 2.4.2) Sistema sanzionatorio amministrativo
      - 2.4.3) Reati urbanistici
      - 2.4.4) Sanatoria di opere abusive
      - 2.4.5) Effetti civili degli abusi edilizi
- I soggetti dell'attività edilizia ed i relativi rapporti giuridici
- 1) **Committente**
  - 2) **Cooperative edilizie**
    - 2.1) Cooperative edilizie libere
    - 2.2) Cooperative edilizie di abitazione a contributo pubblico
    - 2.3) Acquisizione del lotto edificabile da parte delle cooperative edilizie
    - 2.4) Condizioni per l'acquisto della qualità di socio
    - 2.5) Acquisto della proprietà dell'alloggio da parte del socio
    - 2.6) Vigilanza e giurisdizione
  - 3) **Edilizia residenziale pubblica**
  - 4) **Impresa edile**
  - 5) **Appalto**
    - 5.1) Rischio speculativo e revisione dei prezzi
    - 5.2) Oggetto del contratto d'appalto

- 5.3) Variazioni progettuali
- 5.4) Verifica in corso d'opera
- 5.5) Collaudo
- 5.6) Diffornità e vizi dell'opera
- 5.6.1) Caratteristiche dei materiali
- 5.7) Rovina e difetti di cose immobili
- 5.7.1) Tutela penale per rovina d'edificio e crollo di costruzione
- 6) **Prestazione d'opera**

**Attività di competenza dei professionisti tecnici nel processo edilizio**

1) **Tecnici ausiliari del committente**

- 1.1) Il contratto di prestazione d'opera intellettuale

2) **Ordini e Collegi professionali**

- 2.1) Competenze specifiche per titolo professionale
- 2.1.1) Ingegneri e architetti
- 2.1.2) Geometri e periti edili
- 2.2) Attività che richiedono specifiche abilitazioni o particolari requisiti
- 2.3) Esercizio della professione in forma collettiva

3) **Attività tipiche dei professionisti tecnici nel processo edilizio**

- 3.1) Attività di progettazione in generale
- 3.1.1) Accertamenti preliminari
- 3.1.2) Progettazione in senso stretto
- 3.1.3) Caratteristiche generali delle strutture
- 3.1.4) Superamento o eliminazione di barriere architettoniche
- 3.1.5) Progettazione sismica
- 3.1.6) Progettazione antincendio
- 3.1.7) Progettazione degli impianti
- 3.1.8) Progettazione a fini di risparmio energetico
- 3.2) Direzione dei lavori
- 3.2.1) Obbligazione del direttore dei lavori nei confronti del committente
- 3.2.2) Controllo sul progetto
- 3.2.3) Controllo sull'operato dell'impresa
- 3.2.4) Controllo sui materiali
- 3.2.5) Controllo sulla sicurezza dell'opera
- 3.2.6) Controllo sulla legittimità dell'opera
- 3.2.7) Controllo sulla sicurezza del cantiere
- 3.3) Collaudatore

**Adempimenti particolari a fini di tutela ambientale, risparmio energetico e sicurezza**

1) **Valutazione di impatto ambientale**

- 1.1) Disciplina comunitaria
- 1.2) Disciplina nazionale in fase di primo recepimento
- 1.3) Competenza regionale
- 1.4) Valutazione di impatto ambientale nelle opere pubbliche

2) **Valutazioni di impatto acustico e di clima acustico**

3) **Fascicolo del fabbricato**

4) **Certificazione energetica degli edifici**

5) **Certificazione di prevenzione incendi**

- 5.1) Procedimento per l'ottenimento del c.p.i.

**6) La disciplina generale in materia di sicurezza sul lavoro**

- 6.1) Sicurezza nei cantieri
- 6.2) Sicurezza nei lavori pubblici

**Le opere pubbliche****1) Disciplina delle opere pubbliche**

- 1.1) Soggetti tenuti alla applicazione della disciplina pubblicistica
- 1.2) Autorità di vigilanza sulle opere pubbliche

**2) Il responsabile unico del procedimento**

- 2.1) Conferenza di servizi
- 2.2) L'accesso alle informazioni

**3) Programmazione dei lavori pubblici****4) La fase di progettazione**

- 4.1) L'affidamento dei servizi di progettazione
- 4.2) La progettazione interna
- 4.3) Incentivi per la progettazione interna
- 4.4) La progettazione esterna
- 4.5) Procedure di affidamento degli incarichi di progettazione
- 4.6) Affidamento per concorso di idee e concorso di progettazione
- 4.7) Verifica e validazione dei progetti
- 4.8) Incompatibilità tra attività di progettazione ed esecuzione

**5) Modalità di realizzazione delle opere pubbliche**

- 5.1) Il principio di esternalizzazione
- 6) Soggetti abilitati ad assumere lavori pubblici
- 6.1) La qualificazione

**7) Procedure di scelta del contraente**

- 7.1) L'appalto integrato
- 7.2) Criteri di aggiudicazione
- 7.3) Le commissioni giudicatrici
- 7.4) Pubblicità

**8) Subappalto****9) Il promotore****10) La direzione dei lavori****11) Revisione dei prezzi nelle opere pubbliche****12) Varianti in corso d'opera****13) Danni a persone o cose****14) Il collaudo dell'opera****15) Infrastrutture strategiche di preminente interesse nazionale****Testi / Bibliografia**

Alberto Cocchi

"Introduzione alla legislazione delle costruzioni"

Esculapio Ed. - 2005

**Metodi didattici**

lezioni frontali

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

test preliminare a risposte multiple e consecutivo orale

## 30940 - LEGISLAZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE E DELLEDILIZIA T

<b>Docente:</b>	SANTI GIACOMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Nozioni fondamentali del diritto pubblico e privato. Le regole private della proprietà immobiliare nei rapporti di vicinato. L'appalto privato e pubblico. La normativa interna e U.E. sugli appalti di opere pubbliche. Funzioni e responsabilità del progettista e del D.d.L..

### Programma / Contenuti

Programma/Contenuti:

#### 1) Legislazione delle opere pubbliche

- 1.1) Le fonti normative e gli attori pubblici del settore dei lavori pubblici
- 1.2) La Programmazione dei lavori pubblici
- 1.3) La Progettazione dei lavori pubblici
  - i livelli di progettazione
  - incarichi e concorsi di progettazione
- 1.4) Sistemi di realizzazione: l'appalto, la concessione, il *leasing* e l'esecuzione in economia
- 1.5) I soggetti ammessi alle procedure di affidamento
- 1.6) Le procedure di scelta del contraente privato
- 1.7) I criteri di aggiudicazione
- 1.8) Le offerte anomale
- 1.9) L'aggiudicazione e la stipulazione del contratto
- 1.10) L'esecuzione del contratto: consegna ed organizzazione dei lavori;
  - 1.11) La direzione lavori
  - 1.12) Termini di adempimento
  - 1.13) Corrispettivo e meccanismi di adeguamento dei prezzi
  - 1.14) Varianti in corso d'opera
  - 1.15) Subappalto
  - 1.16) Contabilità e riserve
  - 1.17) Lo scioglimento del contratto
  - 1.18) Il collaudo
  - 1.19) Il contenzioso nei lavori pubblici (cenni)

#### 2) Legislazione dell'edilizia

- 2.1) Le Fonti
- 2.2) Gli strumenti di esercizio dell'attività amministrativa
- 2.3) Assetto delle competenze per il rilascio dei titoli edilizi
- 2.4) La Società di trasformazione urbana
- 2.5) La classificazione degli interventi edilizi
- 2.6) L'attività di progettazione e le competenze professionali
- 2.7) I Titoli edilizi: a) Il permesso a costruire b) La Dichiarazione di Inizio Attività (DIA)
- 2.8) Attività edilizia differenziata
- 2.9) Destinazione d'uso
- 2.10) Agibilità degli edifici
- 2.11) Le misure di salvaguardia

2.12) La Vigilanza sull'attività edilizia. Il Condono.

2.13) La disciplina tecnica dell'attività edilizia (cenni)

## Testi / Bibliografia

A. CROSETTI – A. POLICE – M.R. SPASIANO, *Diritto Urbanistico e dei Lavori Pubblici*, Giappichelli, Torino, 2007, limitatamente alla Parte III (da pag. 231 a pag. 343) per quanto attiene al Programma di Legislazione dei Lavori Pubblici, nonché limitatamente alla Parte II (da pag. 129 a pag. 227) per quanto attiene al Programma di Legislazione dell'Edilizia.

In considerazione della attuale evoluzione della normativa in materia di Lavori Pubblici, il docente porrà a disposizione degli studenti, mediante pubblicazione sul sito web di Facoltà (Materiale didattico), specifiche dispense di aggiornamento ad integrazione dei contenuti del testo consigliato di cui sopra.

Si precisa inoltre che i "lucidi" che verranno posti a disposizione degli studenti costituiscono mero strumento di ausilio per la frequenza delle lezioni e non sopperiscono in alcun modo lo studio di quanto verrà trattato a lezione o comunque dei testi consigliati.

Si indicano di seguito specifiche letture riguardanti approfondimenti che verranno trattati nel corso del ciclo di lezioni:

- per quanto attiene all'argomento sub 1.1: G. FERRARI-M.L. CHIMENTI, *Quadro generale e singole categorie contemplate dall'art. 32 del codice dei contratti pubblici*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 509-554; R. DE NICTOLIS, *La tipologia e l'oggetto dei contratti pubblici*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1643-1668; R. GAROFOLI, *I contratti misti*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 189-230

- per quanto attiene all'argomento sub 1.2: E. STICCHI DAMIANI, *La programmazione dei lavori pubblici*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1021-1056

- per quanto attiene all'argomento sub 1.3: C. LINDA-A. LINGUITI, *Nozione, livelli, incarichi di progettazione, corrispettivi e incentivi*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano.

Giuffrè, 2008, 2331-2368; A. CANCRINI-P. PISELLI, *I concorsi di progettazione*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 2407-2426

- per quanto attiene all'argomento sub 1.4: L.V. MOSCARINI, *L'appalto nel codice civile e nel codice dei contratti pubblici*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 41-107; G. MONTEODORO-V. TALIENTI, *Le concessioni di lavori nel codice appalti*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 2457-2521; F. PELLIZZER, *L'affidamento delle concessioni di lavori pubblici e gli appalti del concessionario*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 2535-2608.

- per quanto attiene all'argomento sub 1.5: A. TOMASSETTI, *Le imprese individuali, le società, i consorzi*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1057-1076; F. CARDARELLI, *I raggruppamenti temporanei ed consorzi ordinari di concorrenti*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1127-1237; R. GRECO, *I requisiti di ordine generale*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1267-1318; G. FERRARI, *La qualificazione per i lavori pubblici*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1327-1376

- per quanto attiene all'argomento sub 1.6: M. LIPARI, *Le fasi della procedura d'affidamento*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 897-959; R. DE NICTOLIS, *Le procedure aperte, ristrette e negoziate*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 1731-1888; M. SANINO, *I contratti sotto soglia comunitaria*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 509-2427-2451

- per quanto attiene all'argomento sub 1.7: R. DE NICTOLIS, *Il criterio del prezzo più basso e il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 2100-2179

- per quanto attiene all'argomento sub 1.8: R. DE NICTOLIS, *Le offerte anomale*, in SANDULLI-DE NICTOLIS-GAROFOLI, *Trattato sui contratti pubblici*, Milano. Giuffrè, 2008, 2201-2330
- per quanto attiene agli argomenti da 1.10 a 1.19: M.G. CRETA - M. PARADISI, *L'esecuzione dei Lavori Pubblici*, Forlì, Expert, 2006, limitatamente alle pagine di seguito indicate: da 1 a 20 - da 39 a 83 - da 99 a 119 - da 143 a 158 - da 167 a 181 - da 191 a 220 - da 233 a 258 - da 263 a 272 - da 277 a 314 - da 329 a 341

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove scritte e/o orali a discrezione del docente

## 18567 - LEGISLAZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE E DELLEDILIZIA, DIRITTO URBANISTICO

<b>Docente:</b>	CORINALDESI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli aspetti trattati riguardano la conoscenza dei soggetti giuridici, dei tipi di obbligazione e delle norme legislative che regolano la realizzazione delle opere pubbliche e private e l'attività urbanistica; viene anche affrontato il tema della normativa di prevenzione ed antinfortunistica. con particolare riferimento alle norme, agli strumenti di piano regolatore e la pianificazione territoriale.

### Programma / Contenuti

#### **PROGRAMMA DELLA PARTE DEL CORSO RELATIVA ALLA LEGISLAZIONE DI OPERE PUBBLICHE**

##### **LE OPERE PUBBLICHE**

- Nozione di Opera Pubblica
- Sistemi di finanziamento delle opere pubbliche
- Sistemi di esecuzione delle opere pubbliche (diretti ed indiretti)
- Principali organismi dello Stato che provvedono o sovrintendono all'esecuzione di opere pubbliche

##### **L'APPALTO PER L'ESECUZIONE DI OPERE PUBBLICHE**

- Nozione di appalto
- Prestazione tipica dell'appaltatore
- Prestazione tipica del committente
- Soggetti del contratto di appalto
- Appalto di opere pubbliche: caratteristiche peculiari e lineamenti speciali
- Principali fonti disciplinatrici dell'appalto di opere pubbliche

##### **LA LEGGE N. 109/1994 (LEGGE MERLONI) e SUCCESSIVE MODIFICHE ED INTEGRAZIONI**

- Principi generali
- Ambito oggettivo e soggettivo di applicazione della legge
- Delegificazione: DPR n. 554/1999, cenni
- Programmazione dei lavori pubblici
- Attività di progettazione e di direzione dei lavori e loro effettuazione
- Responsabile unico del procedimento
- Qualificazione: DPR n. 34/2000
- Norme in materia di partecipazione alle gare
- Soggetti ammessi alle gare: imprese individuali, società commerciali, società cooperative, consorzi

stabili e associazioni temporanee di concorrenti

- Sistemi di realizzazione dei lavori pubblici: i contratti di appalto e di concessione
- Procedure di scelta del contraente: pubblico incanto, licitazione privata, appalto-concorso e trattativa privata
- Criteri di aggiudicazione e commissioni aggiudicatrici
- Garanzie e coperture assicurative
- Piani di sicurezza
- Subappalto
- Project financing

#### **L'ESECUZIONE DEL CONTRATTO DI OPERE PUBBLICHE**

- Operazioni preliminari all'esecuzione dell'opera: la consegna e l'organizzazione dei lavori
- L'ingerenza dell'amministrazione nell'esecuzione: la direzione dei lavori
- L'esecuzione dell'opera: i danni da forza maggiore alle opere in corso
- Le variazioni e le addizioni all'opera: lo ius variandi dell'amministrazione
- Il tempo nell'esecuzione dell'appalto di opere pubbliche: termini (iniziale, parziale, intermedio e finale), la sospensione dei lavori, il ritardo nell'ultimazione dell'opera
- Le garanzie dell'esecuzione del contratto: la cauzione definitiva, le ritenute di garanzia, le penalità per il ritardo
- Il pagamento del prezzo: la determinazione del prezzo, la contabilità dei lavori

#### **IL COLLAUDO DELL'OPERA**

- Funzione e struttura del collaudo
- Il collaudatore
- Operazioni ed atti del collaudo
- Risultati ed effetti del collaudo
- La responsabilità dell'appaltatore dopo l'approvazione del collaudo

#### **LO SCIoglIMENTO DEL CONTRATTO**

- Lo scioglimento del contratto per volontà unilaterale della P.A.
- Lo scioglimento del contratto per volontà dell'appaltatore

#### **LA RISOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE IN MATERIA DI APPALTI DI OPERE PUBBLICHE**

- La definizione delle controversie relative alla fase di affidamento dei lavori
- La definizione delle controversie relative alla fase di esecuzione dei lavori: l'accordo bonario e le camere arbitrali

#### **PROGRAMMA DELLA PARTE DEL CORSO RELATIVA ALL'URBANISTICA/EDILIZIA**

##### **Principi Generali**

- Nozione urbanistica,
- Nozione di edilizia;
- Evoluzione storica della normativa in Italia (legge espropriazioni del 1865; L.U. 1150/1942;
- Legge Ponte 765/1967; L. 10/1977; L. 47/1985; T.U. 380/2001);
- Normativa attuale: T.U. 327/2001;
- Rapporti normativa statale/normativa regionale.

##### **Strumenti di Pianificazione: Piano Regolatore Generale e Piani Particolareggiati**

- P.R.G.: Oggetto; Zonizzazione; Procedimento di approvazione; Adozione / Approvazione;
- Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica;
- Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata. Strumenti per l'Edificazione- Attività Libera: Oggetto;
- Denuncia di Inizio Attività: Oggetto e Procedura;
- Permesso di costruire: Oggetto e Procedura;

- Abitabilità / Agibilità;
- Sanzioni amministrative;
- Sanzioni Penali

### **Espropriazione**

- Excursus storico;
- Oggetto: norma che la disciplina T.U. 327/2001;
- Rapporto legislazione statale / regionale;
- Vincolo espropriativo;
- Dichiarazione di Pubblica Utilità Indifferibilità ed Urgenza;
- Occupazione d'urgenza;
- Determinazione Indennità;
- Decreto di esproprio.

### **Vincoli paesaggistici Ambientali**

- D. Lgs 490/1999 (ex L. 1089/1939 e 1947/1939) - Cenni -

## **Testi / Bibliografia**

### **BIBLIOGRAFIA UTILE PER LA PARTE RELATIVA ALLA LEGISLAZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE.**

- Antonio Cianflone e Giorgio Giovannini, L'appalto di opere pubbliche, XI edizione, Giuffrè Editore, Milano, 2003.

- Giuseppe Musolino, Il contratto di appalto, II edizione, Maggioli Editore, Rimini. BIBLIOGRAFIA

### **BIBLIOGRAFIA UTILE PER LA PARTE RELATIVA ALLA LEGISLAZIONE URBANISTICA ED EDILIZIA.**

- Carlo Monti, Elementi di Urbanistica - Problemi e Strumenti -, CLUEB, 2000.

- Gian Carlo Mengoli, Manuale di Diritto Urbanistico, V edizione, Giuffrè Editore, Milano, 2003

Recommended reading:

## **Metodi didattici**

Il corso viene tenuto attraverso l'insegnamento orale della materia con l'ausilio di alcuni strumenti tecnici quali la normativa vigente e, in alcuni casi, di appositi lucidi.

## **Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame di profitto verte in una unica prova scritta su tutti gli argomenti trattati.

Tale prova è suddivisibile in due parti - legislazione opere pubbliche e legislazione urbanistica e dell'edilizia - per i frequentanti e viene sostenuta durante il corso.

## **Strumenti a supporto della didattica**

### **NORMATIVA UTILE PER LA PARTE RELATIVA ALLA LEGISLAZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE**

- L. 11 febbraio 1994 n.109 e successive modifiche ed integrazioni "*Legge quadro in materia di lavori pubblici*" c.d. Legge Merloni.

- D.P.R. 25 gennaio 2000, n. 34 "*Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche*".

- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 "*Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche*".

### **NORMATIVA UTILE PER LA PARTE RELATIVA ALLA LEGISLAZIONE DELL'URBANISTICA E DELL'EDILIZIA**

- Legge 17 Agosto 1942, n. 1150 e successive modifiche ed integrazioni "*Legge Urbanistica*".

- D.P.R. 6 Giugno 2001, n. 380 e successive modifiche ed integrazioni "Testo Unico delle Disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".

- D.P.R. 8 Giugno 2001, n. 327 "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità".

- D.Lgs. 29 Ottobre 1999, n. 490 "Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352

## 52317 - LINGUA STRANIERA: INGLESE

<b>Corso di Laurea:</b>	0928 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	3

## 35027 - LINGUAGGI E MODELLI COMPUTAZIONALI LS

<b>Docente:</b>	DENTI ENRICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire una descrizione ragionata sui concetti essenziali dei linguaggi di programmazione, correlandoli ai diversi modelli computazionali alla base dei diversi linguaggi e al problema del loro riconoscimento.

Analizzare l'impatto dei diversi linguaggi e modelli sulla produzione del software mediante esempi comparati in diversi stili. Introduzione ai formalismi delle Reti di Petri e dei linguaggi fondazionali

### Programma / Contenuti

Descrizione formale e implementazione dei linguaggi: grammatiche formali e loro proprietà, classificazione di Chomsky. Relazione fra grammatiche e automi riconoscitori. Analisi lessicale e tecniche di analisi sintattica top-down e bottom-up per linguaggi regolari e context-free. Cenni sulla descrizione formale della semantica.

Organizzazione e costruzione di interpreti e compilatori e relativi supporti a tempo di esecuzione: architettura ed esempi concreti in Java. Strumenti semi-automatici per la generazione di analizzatori lessicali e sintattici.

Introduzione agli stili di programmazione non imperativi: cenni al linguaggio Prolog come possibile caso di esempio di analisi lessicale, sintattica, e di costruzione di interpreti e compilatori in stile non imperativo.

Grammatiche e linguaggi basati su XML e loro interpretazione via XSLT.

Reti di Petri come modello per la descrizione di sistemi e relativa espressività e potenza computazionale.

Introduzione di linguaggi fondazionali. Javascript come esempio di linguaggio con caratteristiche funzionali e come modello di linguaggio a oggetti basato su prototipi.

### Testi / Bibliografia

Un elenco esaustivo di testi di riferimento e manuali è consultabile sia sul sito Web, sia sulle diapositive.

Il sito Web offre inoltre dispense che trattano in forma seminariale alcuni argomenti specifici approfondibili dallo studente nell'ambito dei progetti mirati.

### Metodi didattici

Il corso viene erogato mediante proiezione diretta dal computer del docente, in aula, di diapositive Powerpoint (delle quali lo studente può liberamente scaricare gli stampati prima delle lezioni), in modo da evitare allo studente l'ansia di dover trascrivere tutto ciò che viene mostrato, permettendogli di concentrarsi sui contenuti esposti. Lezioni ed esercitazioni sono continuamente intercalate, alternando l'esposizione di un concetto o costruito linguistico con i relativi esempi, di cui viene immediatamente mostrato l'uso. Ulteriori

approfondimenti ed esercizi sono svolti direttamente in aula. Sono inoltre proposti continuamente spunti per esercitazioni autonome di laboratorio, fortemente consigliate per la preparazione.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova d'esame consiste nello sviluppo e nella discussione di un progetto preventivamente concordato con il docente.

### **Strumenti a supporto della didattica**

Sono disponibili sul sito Web del corso copia delle diapositive proiettate e discusse a lezione a cura del docente, nonché alcune dispense integrative. Il sito fornisce inoltre suggerimenti per ulteriori esercizi e approfondimenti.

## **57943 - LOGISTICA INDUSTRIALE L**

<b>Docente:</b>	SACCANI CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### **Programma / Contenuti**

#### **Introduzione:**

Sfide e contesto competitivo

#### **Gli anelli della catena logistica:**

Struttura dell'azienda

Funzioni aziendali

Logistica integrata

#### **Logistica e mercato**

Logistica e Marketing

Il servizio al cliente

Previsione e gestione della domanda

#### **La struttura del prodotto**

La progettazione del prodotto e del processo produttivo

Le strutture di prodotto in rapporto ai tempi di produzione e consegna

La gestione della Distinta Base

La progettazione del processo produttivo

#### **Logistica produttiva**

Pianificazione del processo produttivo

Piano aggregato e piano principale di produzione

Sistemi MRP

Rilascio del piano

Gestione operativa della produzione

Tipologie di sistemi produttivi

Schedulazione

#### **Parametri e costi logistici**

Costi di gestione dei materiali

Lotti di acquisto e produzione

Parametri di base nella gestione dei materiali

Modelli di gestione delle scorte (ABC)

#### **Logistica degli approvvigionamenti**

Gestione dei fornitori

Conto pieno  
 Conto lavoro  
 Reti di fornitura  
**Logistica di magazzino**  
 Material handling  
 Strutture di magazzino  
 Flussi dei materiali  
**Operations Management**  
 Lean production  
 Constraint Management

## 57944 - LOGISTICA INDUSTRIALE L-A

**Docente:** GAMBERI MAURO  
**Corso di Laurea:** 0049 - Ingegneria gestionale  
 0050 - Ingegneria dei processi gestionali  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso, unitamente al modulo di Logistica industriale L-B, tratta la gestione integrata del ciclo operativo dell'azienda, industriale o del terziario, attraverso le sue principali funzioni di gestione dei materiali (approvvigionamento delle materie prime e dei componenti), della produzione (progettazione prodotto, programmazione, fabbricazione, assemblaggio, controllo) e della distribuzione fisica dei prodotti finiti (movimentazione, stoccaggio, trasporto, imballo, ricezione e spedizione). L'obiettivo è quello di fornire i criteri generali e i metodi quantitativi che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla gestione di sistemi logistici, integrati e flessibili, capaci di realizzare l'integrazione dei flussi fisici e dei flussi informativi per garantire un elevato livello qualitativo dei prodotti e del servizio ai clienti, la riduzione del tempo di risposta e il contenimento dei costi di produzione, e di far fronte con adeguata flessibilità al cambiamento continuo della gamma produttiva, conseguente alla variabilità e alla personalizzazione delle richieste del consumatore.

### Programma / Contenuti

#### GENERALITÀ

Definizione della funzione logistica. Caratteristica del mercato odierno e ruolo della logistica. Trasversalità della funzione logistica. Definizione del sistema di produzione; principali classificazioni e richiami sugli impianti industriali.

#### L'EVOLUZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI

Il concetto di integrazione del sistema di produzione. Computer Integrated Manufacturing - CIM

#### IL BINOMIO PRODOTTO-IMBALLO E LE SCELTE LOGISTICHE

Innovazione di prodotto e suo impatto sulle scelte logistiche. Ciclo di vita del prodotto. Studio del prodotto (progetto dettagliato, progetto funzionale, progetto della forma). Il sistema prodotto-imballo. Le funzioni e le principali tipologie di imballaggio. Il pallet e la gestione EUR-EPAL. Le unità di carico pallettizzate e la standardizzazione dei contenitori e delle informazioni. Il rendimento volumetrico degli imballaggi. I materiali per l'imballo.

#### IMPATTO DEL LAYOUT SULLE SCELTE LOGISTICHE

Il layout dei sistemi produttivi e le scelte logistiche. Analisi dei prodotti e delle quantità (analisi P-Q) e tipologie di layout. Cenni su studio e progettazione di layout.

#### I SISTEMI FLESSIBILI DI FABBRICAZIONE - FMS

Il concetto di Group Technology. Applicazione di Group Technology con generazione delle famiglie. I sistemi flessibili di fabbricazione (FMS) e i principali elementi costitutivi: macchine operatrici, sistemi di movimentazione dei pezzi, pallet portapezzo, gestione degli utensili, logiche di controllo. La progettazione di un sistema FMS: calcolo delle risorse e disposizione planimetrica di una cella di lavoro, numero dei piazzamenti. Esercitazione sul dimensionamento di un sistema FMS.

#### I SISTEMI AUTOMATICI FLESSIBILI DI ASSEMBLAGGIO

Generalità sull'assemblaggio automatico. Complessità del prodotto e sua struttura modulare. L'unità base. Concetti di Design for Assembling. Architetture e cadenze tipiche di una linea di assemblaggio. Elementi costitutivi di una linea flessibile di assemblaggio (FAS): attrezzi portanti, sistemi di trasporto degli attrezzi portanti, sistemi di alimentazione dei componenti, stazioni di lavoro, stazioni di controllo. Progettazione di una linea flessibile di assemblaggio automatico (FAS).

#### SISTEMI TRADIZIONALI DI TRASPORTO

Carrelli elevatori (transpallet, frontali, a forche retrattili, bilateri, trilateri). Trasportatori rigidi (a rulli, a nastro, a tapparelle, a catena Apron, convogliatori aerei a catena e convogliatori a carrelli, a coclea, impianti di trasporto multifase, pneumatico e idraulico, separatori).

#### SISTEMI FLESSIBILI DI TRASPORTO A GUIDA AUTOMATICA - AGV

I carrelli a guida automatica AGV (Automated Guided Vehicle). Principali sistemi di guida: a percorso fisso, a percorso variabile. Caratteristiche e controllo computerizzato dei sistemi AGV. Criteri di progettazione di un sistema di trasporto flessibile con carrelli AGV. Esempio di progettazione di un sistema di carrelli AGV. Considerazioni economiche.

#### SISTEMI MANUALI DI IMMAGAZZINAMENTO E STOCCAGGIO

I magazzini e la loro funzione. Indici caratteristici dei magazzini. Modalità di immagazzinamento e tipologie di magazzini: immagazzinamento di unità di carico (UdC); immagazzinamento di colli e materiali vari; immagazzinamento di materiali speciali. Dimensionamento Baie di carico. Criteri di progettazione di un magazzino: analisi delle giacenze e dei flussi di materiale; criteri di allocazione della merce; progettazione del modulo base e delle scaffalature; configurazione del magazzino e modalità operative dei carrelli; calcolo della durata media dei cicli e del numero di mezzi di movimentazione. Analisi del flusso informativo nei sistemi di stoccaggio.

#### SISTEMI AUTOMATICI DI IMMAGAZZINAMENTO E STOCCAGGIO

Magazzini serviti da trasloelevatori, tipologie delle scaffalature, disposizione della merce in zone. Magazzino in coordinate temporali. Cicli semplici e cicli combinati. Potenzialità di movimentazione. Dimensionamento col metodo delle norme FEM e di Bozer-White. Confronto tra i due metodi. Esercitazione sul dimensionamento di un magazzino.

### Testi / Bibliografia

1. A. PARESCHI E. FERRARI A. PERSONA A. REGATTIERI, **LOGISTICA INTEGRATA E FLESSIBILE**, ED. ESCULAPIO 2002
2. PARESCHI A., **IMPIANTI INDUSTRIALI**, PROGETTO LEONARDO SOCIETA EDITRICE ESCULAPIO BOLOGNA 1994

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto

## 57945 - LOGISTICA INDUSTRIALE L-B

<b>Docente:</b>	REGATTIERI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale 0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Questo corso, unitamente all'insegnamento di *logistica industriale L-A*, tratta la gestione integrata del ciclo operativo dell'azienda, industriale o del terziario, attraverso le sue principali funzioni di gestione dei materiali (approvvigionamento delle materie prime e dei componenti), della produzione (progettazione prodotto, programmazione, fabbricazione, assemblaggio, controllo) e della distribuzione fisica dei prodotti finiti (movimentazione, stoccaggio, trasporto, imballo, ricezione e spedizione).

L'obiettivo è quello di fornire i criteri generali e i metodi quantitativi che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla gestione di sistemi logistici, integrati e flessibili, capaci di realizzare l'integrazione dei flussi fisici e dei flussi informativi per garantire un elevato livello qualitativo dei prodotti e del servizio ai clienti, la riduzione del tempo di risposta e il contenimento dei costi di produzione, e di far fronte con adeguata flessibilità al cambiamento continuo della gamma produttiva, conseguente alla variabilità e alla personalizzazione delle richieste del consumatore.

**Programma / Contenuti****ELEMENTI DI LOGISTICA DISTRIBUTIVA**

Flussi delle attività nella logistica distributiva

La modalità di trasporto come fattore competitivo

Intermodalità di trasporto

Scenari evolutivi del trasporto merci e della logistica

**IL FLUSSO INFORMATIVO DI PRODUZIONE NELLA LOGISTICA INTEGRATA**

La gestione del flusso informativo di produzione

Il processo di programmazione e controllo

La pianificazione dei fabbisogni dei materiali

I sistemi a fabbisogno: Material Requirement Planning - MRP e il Just in Time - JIT

I sistemi a scorta: modelli a quantità di riordino fissa e a tempo di riordino fisso

**STRUMENTI AVANZATI PER LO STUDIO E LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI LOGISTICI**

La teoria delle code

La simulazione numerica

La simulazione Monte Carlo

**Testi / Bibliografia**

PARESCHI A., FERRARI E., PERSONA A., REGATTIERI A., "Logistica Integrata e Flessibile",

Ed. Esculapio, 2002

*Altri testi di utile consultazione:*

PARESCHI A., "Impianti industriali", Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio, Bologna, 1994

LAMBERT D., STOCK J., "Strategic Logistics Management", McGraw-Hill, 2001

LOUIS R., "Integrating Kanban With MRP II: Automating a Pull System for Enhanced Jit Inventory Management" Productivity Press, Portland, 2001

BOARIO M., DE MARTINI M., DI MEO E., GROS-PIETRO G.M., "Manuale di Logistica", UTET, Torino, 1992, Voll. 1-2-3

GRANDO A., "Logistica e produzione", UTET, Milano, 1996

MONTE A., "Elementi di impianti industriali", ed. Libreria Cortina, Torino, 1994

- CARON F., MARCHET G., WEGNER R., "Impianti di movimentazione e stoccaggio dei materiali - criteri di progettazione", Hoepli, 1997
- TURCO F., "Principi generali di progettazione degli impianti industriali, C.L.U.P., Milano, 1978
- HERAGU S., "Facilities Design", Ed. PWS, Boston, 1997
- BRANDOLESE A., POZZETTI A., SIANESI A., "Gestione della produzione industriale", Hoepli, Milano, 1991
- DEL MAR D., "Operations and industrial management", McGraw-Hill, 1985.
- TERSINE R.J., Production/operations management, North Holland, New York, 1985
- MORTIMER J., Logistics in manufacturing, Ed. IFS Ltd, UK/Springer Verlag, 1988
- FERROZZI C., SHAPIRO R.D., HESKETT J.L., "Logistica e strategia", 1-2, ISEDI, 1993, Torino
- BOWERSOX D.J., "Logistica, strategia e integrazione in azienda", Tecniche Nuove, 1989, Milano
- HOLLIER R.H., "Automated guided vehicle systems, IFS Ltd., Bedford (UK), 1987
- HALL R., Obiettivo: scorte zero, Ed. ISEDI, Milano 1986
- MONDEN Y., Produzione Just-in-time, Ed. ISEDI, Milano, 1986

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta articolata in due sezioni: risoluzione di problemi progettuali numerici e sviluppo di argomenti teorici trattati nel corso

## 42372 - LOGISTICA INDUSTRIALE LS

<b>Docente:</b>	MANZINI RICCARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di Logistica Industriale LS si pone a valle del corso di Logistica L (nella laurea triennale) e completa il panorama dei sistemi logistici integrati e flessibili. In particolare tratta la gestione integrata del ciclo operativo dell'azienda (industriale o del terziario) attraverso le sue principali funzioni, con attenzione alla gestione dei materiali in ingresso (dai fornitori) ed in uscita (verso i clienti) dallo stabilimento e quella interna allo stesso. L'obiettivo è quello di fornire i criteri generali ed i metodi quantitativi che presidono alla scelta, alla pianificazione, alla progettazione, alla gestione e al controllo di sistemi logistici, integrati e flessibili. Questi sistemi sono capaci di realizzare l'integrazione dei flussi fisici e dei flussi informativi per garantire un elevato livello qualitativo dei prodotti e del servizio ai clienti, la riduzione del tempo di risposta e il contenimento dei costi di produzione, e di far fronte al cambiamento continuo della gamma produttiva, conseguente alla variabilità e alla personalizzazione delle richieste del consumatore.

### Programma / Contenuti

#### L'APPROVIGIONAMENTO DEI MATERIALI NEI SISTEMI PRODUTTIVI

Classificazione dei sistemi produttivi in funzione del riordino della merce: a scorta - Make to Stock (MTS), Manufacturing to Order (MTO) e Assembly to Order (ATO). Il flusso informativo di produzione nella logistica integrata. La pianificazione dei fabbisogni di materiale. Sistemi a scorta: modello a quantità/punto di riordino (reorder quantity level o reorder point - continuous review) e modello a riordino periodico (periodic ordering model). Il modello di riordino "flessibile" (S,s). Il lotto economico (modello EOQ) e le principali politiche di riordino della merce. Il metodo MRP - Material Requirement Planning e il metodo DRP - Distribution Requirement Planning. La scorta di sicurezza e il livello di servizio: modelli per i sistemi MTS, MTO e ATO. Il Just In Time (JIT) e lo strumento Kanban.

#### PRINCIPI E STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE OPERATIVA

La schedulazione operativa delle attività manifatturiere. Classificazione dei principali modelli di riferimento (macchina singola, macchine parallele identiche, job shop, flow shop, etc.). Parametri prestazionali. Il setup per l'attrezzaggio delle macchine. Algoritmi di schedulazione (dispatching rules, modello di Hodgson, modello di Palmer, modello di Nunnikhoven & Emmons, etc.). La teoria delle code.

#### LA SIMULAZIONE NUMERICA NELLA LOGISTICA

La simulazione Montecarlo. Software per la simulazione numerica. Applicazioni ed esemplificazioni nella logistica industriale. Automod per l'ottimizzazione dei flussi logistici industriali.

#### SISTEMI FLESSIBILI DI FABBRICAZIONE – FMS

Indici di similarità ed algoritmi di clustering per il cellular manufacturing (CM). La procedura per la progettazione completa di un sistema FMS: calcolo statico delle risorse necessarie, modellazione dinamica del sistema, valutazione economica dell'iniziativa.

#### SISTEMI AUTOMATICI FLESSIBILI DI ASSEMBLAGGIO – FAS

Richiami al bilanciamento di linee di assemblaggio manuali ed automatiche. Il problema del bilanciamento di una linea di assemblaggio nel settore automotive.

#### STRUMENTI AVANZATI PER LA PROGETTAZIONE DEI MAGAZZINI INDUSTRIALI

Sistemi a raccolta frazionata (order picking system) picker to part e part to picker (AS/RS). L'allocazione correlata della merce (correlated storage assignment).

#### ELEMENTI DI LOGISTICA DISTRIBUTIVA

La logistica distributiva: problematiche e criticità. Reti logistiche distributive multi livello. Il facility location e il location allocation problem (LAP) per la pianificazione dei flussi fisici di materiale in una rete logistica multilivello.

#### ESEMPI ED APPLICAZIONI

La progettazione di un layout produttivo, la pianificazione del fabbisogno di materiale, la pianificazione di una rete di trasporto logistico, la progettazione di un magazzino industriale, etc.

### Testi / Bibliografia

- PARESCI A., *Impianti industriali*, Collana Progetto Leonardo, Ed. Esculapio, Bologna, Ed. II 2007
- MANZINI R., REGATTIERI A., *Manutenzione dei Sistemi di Produzione*, Progetto Leonardo, Ed. Esculapio, Bologna, Ed. II 2007
- J.A. Tompkins, J.A. White, E. H. Frazelle, J.M.A. Tanchoco, J.Trevino, *Facilities Planning*, John Wiley & Sons, INC. 1996.
- R.L. FRANCIS, L.F. McGinnis, J.A. WHITE, *Facility lay-out and location: an analytical approach*, 2nd Edition Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, , 1992.
- F. TURCO, *Principi generali di progettazione degli impianti industriali*, C.L.U.P., Milano, 1990.
- S. HERAGU, "Facilities Design", Ed. PWS,
- A. BRANDOLESE, *Studio del mercato e del prodotto*, C.L.U.P., Milano, 1977.
- D., McGraw-Hill, 1985.
- A. BRANDOLESE, M. GARETTI, *Processi produttivi. Criteri tecnici di scelta e progettazione*, C.L.U.P., Milano, 1982.
- R.J. TERSINE, *Production/operations management*, , 1985.
- A. MONTE, *Elementi di Impianti Industriali*, Ed. Cortina, Torino, 1982, 1-2.
- LAMBERT D, STOCK J., *Strategic Logistics Management*, McGraw-Hill, 2001
- LOUIS R., "Integrating Kanban With Mrp II: Automating a Pull System for Enhanced Jit Inventory Management Productivity Press,
- BOARIO M., DE MARTINI M., DI MEO E., GROS-PIETRO G.M., *Manuale di Logistica*, UTET, Torino, 1992, Voll. 1-2-3.
- GRANDO A., *Logistica e produzione*, UTET, Milano, 1996.
- CARON F., MARCHET G., WEGNER R., *Impianti di movimentazione e stoccaggio dei materiali: criteri di progettazione*, Hoepli, 1997.

- BRANDOLESE A., POZZETTI A., SIANESI A., "Gestione della produzione industriale", Hoepli, Milano, 1991.
- DEL MAR D., "Operations and industrial management", McGraw-Hill, 1985.
- TERSINE R.J., Production/operations management,
- MORTIMER J., Logistics in manufacturing, Ed. IFS Ltd, UK/Springer Verlag, 1988.
- FERROZZI C., SHAPIRO R.D., HESKETT J.L., Logistica e strategia, 1-2, ISEDI, 1993, Torino.
- BOWERSOX D.J., Logistica, strategia e integrazione in azienda, Tecniche Nuove, 1989, Milano.
- HOLLIER R.H., Automated guided vehicle systems, IFS Ltd., Bedford (UK), 1987.
- HALL R., Obiettivo: scorte zero, Ed. ISEDI, Milano 1986.
- MONDEN Y., Produzione Just-in-time, Ed. ISEDI, Milano, 1986.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta articolata in due sezioni: risoluzione di problemi progettuali numerici e sviluppo di argomenti teorici trattati nel corso

### Strumenti a supporto della didattica

Esercitazioni redatte dal docente disponibili presso la Segreteria della Sezione Impianti del DIEM - Facoltà di Ingegneria

## 57947 - MACCHINE AUTOMATICHE L-A

<b>Docente:</b>	VASSURA GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso vuole fornire conoscenze di base sui principali aspetti della automazione industriale e sulle caratteristiche funzionali e costruttive delle macchine automatiche che la realizzano.

### Programma / Contenuti

Parte prima: Generalità sulla automazione dei processi industriali. Processi di tipo discreto. Struttura tecnologica di un processo discreto: operazioni elementari di manipolazione e trasformazione e loro concatenazione. Concetti generali di automazione rigida ed automazione flessibile. Concetti di macchina automatica e linee di macchine automatiche. Integrazione del sistema automatizzato. Flessibilità dei sistemi integrati. analisi di alcuni esempi di sistemi di produzione automatizzati, con particolare riferimento ai settori del packaging e del montaggio automatizzato. Parametri di produttività dei sistemi automatizzati e fattori tecnologici ed ambientali che possono influenzarli.

Architettura operativa di una macchina automatica: definizione e parametri caratterizzanti. Principali architetture operative, illustrate e commentate in riferimento ad esempi tratti dalla pratica industriale, con particolare riferimento alle macchine di tipo intermittente ed a quelle di tipo continuo.

Sistemi di immagazzinamento, alimentazione e orientamento parti per linee automatizzate.

Parte seconda: i sottosistemi della macchina automatica e le loro relazioni funzionali. Il sistema di attuazione: funzioni e possibili architetture. Analisi comparativa di diverse tecnologie per sistemi di attuazione, con approfondimenti sui sistemi di attuazione oleodinamici e pneumatici. Sistemi a depressione per la manipolazione industriale.

Parte terza: Approfondimento monografico sulle macchine automatiche per il packaging: principali tecnologie del packaging, tipologie di macchine relative ai vari settori, approfondimento su una tematica di particolare interesse applicativo (es. astucciamento, ibottigliamento, etc.)

### Testi / Bibliografia

Appunti, dispense, materiale multimediale messo a disposizione dal docente

### Metodi didattici

La lezione frontale sarà integrata da un lavoro di gruppo in cui gli allievi dovranno esaminare e documentare caratteristiche, problemi, situazione di mercato di una particolare categoria di macchine automatiche, scelta con riferimento all'offerta industriale del contesto emiliano-romagnolo. Incontri periodici con il docente per l'assistenza allo sviluppo del lavoro.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La conoscenza dei contenuti del corso avverrà mediante due prove scritte, una intermedia ed una finale.

Seguirà poi la discussione individuale del lavoro di gruppo sviluppato durante il corso.

Il voto finale terrà conto in modo bilanciato dei risultati in entrambi i tipi di verifica.

### Strumenti a supporto della didattica

Uso sistematico in aula di video-proiezioni multimediali

## 57948 - MACCHINE E APPARECCHIATURE A GAS E A VAPORE

L

<b>Docente:</b>	NALDI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire gli strumenti per analizzare i principali sistemi energetici a fluido ed i relativi componenti destinati alla *produzione* di energia per uso industriale e civile.

Dopo una breve introduzione relativa al problema del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante fonti rinnovabili e non rinnovabili di tipo convenzionale, si esaminano gli schemi delle principali tipologie di impianti motori con turbina a vapore, con turbina a gas, a ciclo combinato gas-vapore, ed i più importanti componenti che ne fanno parte. Vengono inoltre descritti i principali tipi di macchine operatrici a fluido.

Il corso mira a fornire la conoscenza dell'architettura **delle macchine** e la capacità di svolgere di **brevi calcoli** relativi alla determinazione di proprietà termodinamiche, od a bilanci elementari, anche dal punto di vista **numerico**.

### Programma / Contenuti

1. Energia: fabbisogno mondiale di energia, fonti primarie e secondarie, rinnovabili e non rinnovabili. Bilancio energetico mondiale giornaliero e ripartizione tra le diverse fonti. Richiami sulle unità di misura di più frequente impiego in campo energetico.
2. Cenni sulla conversione fotovoltaica: Caratteristica di una cella fotovoltaica al silicio. Rendimento di conversione. Centrale di Serre Persano.
3. Cenni sulla energia eolica. Limite di Betz. Architettura degli aeromotori, ad asse verticale ed orizzontale.
4. Potere calorifico dei combustibili e sua determinazione in via sperimentale ed approssimata. Calorimetro di Junkers e Bomba di Mahler. Massa d'aria per la combustione teorica e reale. Diagramma di Ostwald.
5. Richiami di termodinamica: Gas perfetti e ideali. Diagrammi termodinamici  $T,s$  (entropico) e  $h,s$  (Mollier). Richiami sulle equazioni di bilancio energetico per il sistema aperto in forma termica e meccanica.

6. Cicli degli impianti a vapore: Ciclo di Carnot. Ciclo Rankine. Influenza della pressione di caldaia. Influenza dei parametri termodinamici sul rendimento del ciclo. Ciclo di Hirn. Surriscaldamento e surriscaldamento.
7. Impianti a spillamenti. Ottimizzazione dell'impianto a uno o più spillamenti. Preriscaldatori a miscela e a superficie. Condensatori di vapore.
8. Evoluzione dell'architettura dei generatori di vapore: caldaia Cornovaglia, caldaia marina e Babcock & Wilcox. Caldaia ad irraggiamento.
9. Bilancio della camera di combustione. Determinazione della temperatura di combustione. Temperatura di parete nei tubi vaporizzatori e surriscaldatori. Diagrammi di scambio. Estrazione di calore dai fumi. Preriscaldamento dell'acqua. Preriscaldamento dell'aria. Rugiada acida.
10. Rendimento del generatore di vapore per via diretta ed indiretta. Carico termico volumetrico.
11. Impianti motori con turbina a gas. Ciclo di Brayton. Cenni sul raffreddamento delle pale.
12. Cogenerazione: Definizione dei parametri per la caratterizzazione di un impianto cogenerativo. Impianti cogenerativi con turbina a vapore a contropressione e a condensazione-derivazione. Impianti cogenerativi con turbina a gas, e con motori a combustione interna.
13. Impianti a ciclo combinato gas-vapore. Rendimento del ciclo combinato gas-vapore. Architettura di caldaie a recupero. Cicli combinati con spillamenti e con più livelli di pressione.
14. Cicli termodinamici operatori. Caratteristiche dei fluidi frigoriferi: proprietà termofisiche, di sicurezza e impatto ambientale. Riscaldamento mediante pompa di calore. Cenni sugli impianti frigoriferi ad assorbimento.
15. Macchine volumetriche alternative e rotative. Compressore volumetrico alternativo. Diagrammi di indicatore. Rendimento di carica.
16. Pompe volumetriche alternative e rotative: Architetture e prestazioni di pompe oleodinamiche. Metodi di rilievo delle caratteristiche di pompe oleodinamiche.
17. Equazioni del moto per un osservatore mobile. Equazioni di Eulero ed alle energie cinetiche.
18. Efflusso del vapore. Equazione di Hugoniot. Ugello di De Laval. Turbina a vapore ad azione semplice: Limiti al salto entalpico sfruttabile con una turbina a vapore monostadio. Turbina Curtis a salti di velocità. Turbina a salti di pressione.
19. Turbina a reazione. Lavoro specifico e rendimento dello stadio di turbina a reazione. Limiti della turbina a reazione. Turbina mista. Macchine a più corpi, a doppio flusso. Regolazione per parzializzazione e per strozzamento.

## Testi / Bibliografia

1. Morandi G., "Macchine ed apparecchiature a vapore e frigorifere", Pitagora, BO.
2. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 3: Gli Impianti motori termici e i loro componenti", Pitagora BO, 2003, ISBN 88-371-1317

### Altri testi consigliati:

1. Cantore G., "Macchine", Progetto Leonardo, 1995 BO, 3a ed. 1999.
2. Cornetti G., "Macchine termiche", Il Capitello, TO, 1989, rist. 1994.
3. Negri di Montenegro G., Bianchi M., Peretto A., "Sistemi energetici e loro componenti, Pitagora, BO, 2001, ISBN-88-371-1256-4.
4. Negri di Montenegro G., Moro D., Naldi G., "Corso di macchine - 1 Sistemi e componenti termici, Pitagora, BO, 1992, nuova ed. 1998.
5. Negri di Montenegro G., Naldi G., Peretto A., "Corso di macchine - 2 Macchine volumetriche Trasmissioni meccaniche", Pitagora, BO, 1993.
6. Sandrolini S., Borghi M., Naldi G., "Turbomacchine Termiche - Turbine", Pitagora, BO, 1992.
7. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 1: Fluidodinamica e termodinamica delle turbomacchine", Pitagora BO, 1996, ISBN 88-371-0827-3
8. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 2: Le turbomacchine motrici e operatrici", Pitagora BO, 1997, ISBN 88-371-0862-1

**Metodi didattici**

1. Esposizione degli argomenti indicati nel programma mediante "gesso e lavagna"
2. Proiezione di presentazioni in formato Power Point (scaricabili dal sito docente)
3. Svolgimento di esercitazioni numeriche in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Interrogazione orale sugli argomenti indicati nel programma.

Si richiede la conoscenza degli **schemi delle macchine** trattate nel corso, lo svolgimento di **brevi calcoli** relativi alla determinazione di proprietà termodinamiche, od a bilanci elementari, anche dal punto di vista **numerico**.

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiale didattico scaricabile dal sito <http://www.diem.ing.unibo.it/personale/naldi/>

**57950 - MACCHINE ELETTRICHE L**

<b>Docente:</b>	SERRA GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire***Obiettivi formativi*

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base, metodologiche ed operative, per lo studio delle principali macchine elettriche. Vengono inoltre esaminate le loro caratteristiche di funzionamento nei diversi ambiti operativi.

*Conoscenze e abilità*

Capacità di valutare le problematiche di carattere energetico associate al funzionamento delle macchine elettriche. Abilità all'impiego dei modelli matematici delle macchine per il calcolo delle prestazioni. Capacità di analizzare le diverse situazioni di esercizio delle macchine.

**Programma / Contenuti***Generalità*

Richiami sulle leggi dell'elettromagnetismo e sulle principali proprietà dei materiali conduttori, dielettrici e ferromagnetici impiegati nella realizzazione delle macchine elettriche.

Cenni sui fenomeni termici transitori nelle macchine elettriche, normative di riferimento.

*Trasformatori*

Forma e realizzazione dei circuiti magnetici e degli avvolgimenti. Definizioni relative ai flussi dispersi. Circuito elettrico equivalente, perdite nel ferro, saturazione del nucleo magnetico. Funzionamento in regime sinusoidale, diagramma vettoriale. Funzionamento a carico, potenza nominale e rendimento. Variazione di tensione da vuoto a carico. Prove a vuoto ed in corto circuito, determinazione dei parametri caratteristici. Funzionamento in parallelo, determinazione delle condizioni ideali. Trasformatore trifase, circuiti magnetici, tipo di collegamento degli avvolgimenti primari e secondari, gruppo di appartenenza. Funzionamento in regime sinusoidale simmetrico ed equilibrato. Cenni sui trasformatori di misura.

*Macchine rotanti**Generalità.*

Forme costruttive delle macchine rotanti, nomenclatura, circuito magnetico. Avvolgimenti per corrente alternata. Distribuzione del campo magnetico al traferro. Il campo magnetico rotante. Calcolo della forza elettromotrice indotta. Avvolgimenti, fattore d'avvolgimento.

*Macchina asincrona*

Generalità, struttura e nomenclatura.

Principio di funzionamento. Equazioni del circuito magnetico. Funzionamento in regime sinusoidale, a vuoto ed a carico. Circuito elettrico equivalente. Bilanci energetici, rendimento. Diagrammi vettoriali. Espressione della coppia, coppia massima, stabilità. Prove sulla macchina. Cenni sugli effetti dei campi armonici di ordine superiore. Macchine asincrone con rotore a gabbia di scoiattolo. Avviamento e regolazione della velocità. Cenni sul motore asincrono monofase.

#### *Macchina sincrona*

Generalità, tipi di struttura, nomenclatura, principio di funzionamento. Macchina a rotore isotropo, funzionamento a vuoto ed a carico in regime sinusoidale. Il diagramma di Behn-Eschemburg.

Macchina a poli salienti, reazione d'armatura in linearità magnetica, reattanze sincrone lungo gli assi longitudinale e trasversale. Diagramma di Arnold-Blondel.

Coppia elettromagnetica, limiti di stabilità in regime statico e dinamico, oscillazioni pendolari, avvolgimenti smorzatori. Funzionamento di un generatore sincrono in parallelo a rete di potenza infinita. Curva limite di prestazione (Capability). Macchine sincrone a magneti permanenti.

#### *Macchina a corrente continua*

Generalità, struttura e nomenclatura. L'indotto a tamburo, spazzole e collettore. Cenni sugli avvolgimenti per macchine a corrente continua. Il funzionamento a vuoto. Il funzionamento a carico e la reazione d'armatura. Equazioni della macchina in regime dinamico e stazionario. Coppia elettromagnetica. La commutazione nel caso ideale. Connessioni del circuito di eccitazione. Caratteristiche esterne dei generatori, regolazione della tensione, eccitazione compound. Caratteristiche meccaniche dei motori. Reversibilità del funzionamento delle macchine.

### Testi / Bibliografia

A. E. Fitzgerald, C. Kingsley, A. Kusko: *Macchine elettriche*. Franco Angeli

E. Di Piero: *Costruzioni elettromeccaniche* (vol. I e II). Eedizioni Scientifiche Siderea, Roma

L. Fusco, D. Iannuzzi, E. Pagano, L. Piegari: *Macchine elettriche*. Liguori Editore, Napoli

M. Kostenko, I. Piotrovsky: *Electrical machines*, (vol. I e II). Mir Publishers Moscow

Copia delle presentazioni video utilizzate durante l'insegnamento

Sono inoltre disponibili appunti tratti dalle lezioni

### Metodi didattici

Il corso prevede ore di lezione ed ore di esercitazione ove vengono sviluppati esempi applicativi.

Le esercitazioni proposte richiedono l'uso di calcolatrici tascabili, tabelle e grafici dedotti da cataloghi commerciali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova finale di verifica dell'apprendimento consiste nel superamento di una prova scritta e di una prova orale su tre delle principali tematiche del Corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Durante il Corso saranno anche utilizzate presentazioni audiovisive, saranno mostrati modelli funzionanti e sarà utilizzato software per l'analisi delle strutture elettromagnetiche.

## 44593 - MACCHINE ELETTRICHE LS (6CFU)

<b>Docente:</b>	SERRA GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire***Obiettivi formativi*

*Il Corso intende fornire agli studenti conoscenze specifiche riguardanti le più comuni tipologie di macchine impiegate nella conversione elettrica ed elettromeccanica dell'energia. Viene studiato il funzionamento in particolari condizioni operative e sono presentati gli strumenti concettuali e le metodologie applicabili per il calcolo dei parametri dei circuiti elettrici equivalenti.*

*Conoscenze e abilità*

**Abilità all'impiego dei modelli matematici delle macchine per il calcolo delle prestazioni. Capacità di analizzare, in qualità e quantità, particolari situazioni di esercizio.**

**Abilità al calcolo dei parametri delle macchine elettriche. Capacità di correlare le caratteristiche costruttive alle caratteristiche funzionali delle macchine elettriche.**

**Programma / Contenuti****Trasformatori trifase**

Analisi del funzionamento a vuoto nei vari casi di collegamento primario e secondario. Armoniche di corrente e flusso.

Funzionamento in condizioni di carico squilibrato: stella/stella, triangolo/stella, stella/stella-neutro, coll.zig-zag. Determinazione impedenza omopolare.

Caratteristiche esterne del trasformatore su carico ohmico, induttivo e capacitivo, variazione di tensione da vuoto a carico, diagramma di Kapp.

Analisi del funzionamento in parallelo dei trasformatori con diverso rapporto di trasformazione.

Calcolo del coefficiente di autoinduzione di dispersione di un trasformatore nel caso di avvolgimenti cilindrici concentrici, a primario sdoppiato, a bobine alternate.

Autotrasformatore: deduzione dal trasformatore originario. Deduzione dati di progetto del trasformatore dai dati di specifica dell'autotrasformatore.

Il trasformatore a tre avvolgimenti: equazioni descrittive, circuito elettrico equivalente. Metodo per la misura dei parametri. Calcolo dei parametri del circuito elettrico equiv. del trasformatore a 3 avvolgimenti.

I trasformatori di misura. TV e TA: collegamenti a primario e secondario. Metodi per l'analisi delle cause di errore. Criteri di dimensionamento.

**Macchine Elettriche Rotanti**

Esecuzione e calcolo degli avvolgimenti per corrente alternata a semplice e doppio strato.

Analisi armonica della distribuzione di campo magnetico prodotta da un gruppo di bobine a passo raccorciato.

Campi rotanti armonici prodotti da un sistema simmetrico di avvolgimenti percorso da un sistema equilibrato di correnti alternate sinusoidali. Condizioni di esistenza.

Calcolo della forza elettromotrice indotta in un avvolgimento a  $p$  coppie di poli da un campo magnetico rotante armonico avente  $K_p$  coppie di poli e velocità generica.

**Macchine Asincrone**

Funzionamento della macchina asincrona in presenza di campi rotanti armonici al traferro. Circuito equivalente generalizzato della macchina asincrona. Reattanza di dispersione al traferro.

Il rotore a doppia gabbia ed a barre profonde. Equazioni di macchina e circuito elettrico equivalente del rotore a doppia gabbia.

Il diagramma circolare della macchina asincrona. Luogo, punti rappresentativi del funzionamento. Retta delle coppie, delle potenze, ecc.

La macchina asincrona monofase: principio di funzionamento, equazioni descrittive, circuito elettrico equivalente. Problematiche d'avviamento.

Il calcolo dei parametri delle macchine elettriche rotanti in c.a.. Calcolo reattanza di dispersione in cava semichiusa con conduttori filiformi. Calcolo impedenza nel caso di conduttore massiccio in cava aperta.

Calcolo parametri della doppia gabbia.

**Macchine Sincrone**

Richiami sul funzionamento in regime lineare

Calcolo della reattanza longitudinale e trasversale delle macchine sincrone a poli salienti.

Deduzione dell'espressione della coppia delle macchine sincrone a poli lisci ed a poli salienti.

Modelli matematici delle macchine sincrone in regime di saturazione magnetica: macchine a rotore isotropo ed anisotropo.

Macchine sincrone a magneti permanenti: tipologie costruttive, circuito magnetico. Motori a f.e.m. trapezia e motori a fem sinusoidale. Cause delle ondulazioni di coppia.

#### **Macchine a corrente continua**

Richiami sulla teoria del funzionamento

Avvolgimenti per le macchine a corrente continua: embriati semplici e multipli, ondulati semplici e multipli. Collegamenti equipotenziali.

La commutazione nella macchina c.c.. Provvedimenti per la compensazione dei fenomeni di reazione d'armatura: poli ausiliari, avvolgimenti compensatori, spostamento delle spazzole.

Calcolo della tensione di reattanza e progetto dei poli ausiliari.

#### **Testi / Bibliografia**

B. BRUNELLI CONVERSIONE ELETTRICA ED ELETTROMECCANICA DELL'ENERGIA, PITAGORA BOLOGNA

A. E. FITZGERALD C. KINGSLEY A. KUSKO MACCHINE ELETTRICHE FRANCO ANGELI  
L. FUSCO, D. IANNUZZI, E. PAGANO, L. PIEGARI: MACCHINE ELETTRICHE, LIGUORI EDITORE, NAPOLI, 2003

E. DI PIERRO COSTRUZIONIELETTROMECCANICHE (VOL. I E II) EDIZIONI SCIENTIFICHE SIDEREA ROMA

M. KOSTENKO L. PIOTROVSKY ELECTRICAL MACHINES (VOL. I E II) MIR PUBLISHERS MOSCOW

P. L. ALGER THE NATURE OF POLIPHASE INDUCTION MACHINES JOHN WILEY NEW YORK CHAPMAN & HALL LONDON

Copia delle presentazioni utilizzate durante l'insegnamento

Sono inoltre disponibili appunti tratti dalle lezioni

#### **Metodi didattici**

Il corso prevede ore di lezione ed ore di esercitazione ove vengono affrontati casi di pratica applicazione della teoria sviluppata.

Le esercitazioni proposte richiedono l'uso di calcolatrici tascabili e tabelle dedotte da cataloghi commerciali.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova finale di verifica dell'apprendimento consiste nel superamento di una prova scritta e di una prova orale su tre tematiche fondamentali del corso.

#### **Strumenti a supporto della didattica**

Durante il Corso saranno anche utilizzate presentazioni audiovisive, saranno mostrati modelli funzionanti e sarà utilizzato software per l'analisi delle strutture elettromagnetiche.

## **57951 - MACCHINE IDRAULICHE E MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA L**

<b>Docente:</b>	PELLONI PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 17996 - MACCHINE L

Docente:	NALDI GIOVANNI
Corso di Laurea:	0044 - Ingegneria chimica
Ciclo:	3
Crediti:	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire gli strumenti per analizzare i principali sistemi energetici a fluido ed i relativi componenti destinati alla *produzione* di energia per uso industriale e civile.

Dopo una breve introduzione relativa al problema del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante fonti rinnovabili e non rinnovabili di tipo convenzionale, si esaminano gli schemi delle principali tipologie di impianti motori con turbina a vapore, con turbina a gas, a ciclo combinato gas-vapore, con motori a combustione interna, ed i più importanti componenti che ne fanno parte. Vengono inoltre descritti i principali tipi di macchine operatrici a fluido.

Il corso mira a fornire la conoscenza dell'architettura delle macchine e la capacità di svolgere di brevi calcoli relativi alla determinazione di proprietà termodinamiche, od a bilanci elementari, anche dal punto di vista numerico.

## Programma / Contenuti

1. Energia: fabbisogno mondiale di energia, fonti primarie e secondarie, rinnovabili e non rinnovabili. Bilancio energetico mondiale giornaliero e ripartizione tra le diverse fonti. Richiami sulle unità di misura di più frequente impiego in campo energetico.
2. Cenni sulla conversione fotovoltaica: Caratteristica di una cella fotovoltaica al silicio. Rendimento di conversione. Centrale di Serre Persano.
3. Cenni sulla energia eolica. Limite di Betz. Architettura degli aeromotori, ad asse verticale ed orizzontale.
4. Potere calorifico dei combustibili e sua determinazione in via sperimentale ed approssimata. Calorimetro di Junkers e Bomba di Mahler. Massa d'aria per la combustione teorica e reale. Diagramma di Ostwald (cenni).
5. Richiami di termodinamica: Gas perfetti e ideali. Diagrammi termodinamici  $T,s$  (entropico) e  $h,s$  (Mollier). Richiami sulle equazioni di bilancio energetico per il sistema aperto in forma termica e meccanica.
6. Cicli degli impianti a vapore: Ciclo di Carnot. Ciclo Rankine. Influenza della pressione di caldaia. Influenza dei parametri termodinamici sul rendimento del ciclo. Ciclo di Hirn. Surriscaldamento e risurriscaldamento.
7. Impianti a spillamenti. Ottimizzazione dell'impianto a uno o più spillamenti. Preriscaldatori a miscela e a superficie.
8. Evoluzione dell'architettura dei generatori di vapore: caldaia Cornovaglia, caldaia marina e Babcock & Wilcox. Caldaia ad irraggiamento.
9. Bilancio della camera di combustione. Determinazione della temperatura di combustione. Temperatura di parete nei tubi vaporizzatori e surriscaldatori. Diagrammi di scambio. Estrazione di calore dai fumi. Preriscaldamento dell'acqua. Preriscaldamento dell'aria. Ruggine acida.
10. Rendimento del generatore di vapore per via diretta ed indiretta. Carico termico volumetrico.
11. Impianti motori con turbina a gas. Ciclo di Brayton. Cenni sul raffreddamento delle pale.
12. Cogenerazione: Definizione dei parametri per la caratterizzazione di un impianto cogenerativo. Impianti cogenerativi con turbina a vapore a contropressione e a condensazione-derivazione. Impianti cogenerativi con turbina a gas, e con motori a combustione interna. Cenni sui cicli a gas complessi.
13. Impianti a ciclo combinato gas-vapore. Rendimento del ciclo combinato gas-vapore. Architettura di caldaie a recupero. (cenni) Cicli combinati con spillamenti e con più livelli di pressione.
14. Cicli termodinamici operatori. Caratteristiche dei fluidi frigoriferi: proprietà termofisiche, di sicurezza e impatto ambientale. Riscaldamento mediante pompa di calore. Cenni sugli impianti frigoriferi ad assorbimento.

15. Macchine volumetriche alternative e rotative. Compressore volumetrico alternativo. Diagrammi di indicatore. Rendimento di carica.
16. Pompe volumetriche alternative e rotative: Architetture e prestazioni di pompe oleodinamiche. Metodi di rilievo delle caratteristiche di pompe oleodinamiche.
17. Equazioni del moto per un osservatore mobile. Equazioni di Eulero ed alle energie cinetiche.
18. Efflusso del vapore. Equazione di Hugoniot. Ugello di De Laval. Turbina a vapore ad azione semplice: Limiti al salto entalpico sfruttabile con una turbina a vapore monostadio. Turbina Curtis a salti di velocità.
19. Turbina a reazione. Lavoro specifico e rendimento dello stadio di turbina a reazione. Limiti della turbina a reazione. Turbina mista. Macchine a più corpi, a doppio flusso. Cenni sulla regolazione per parzializzazione e per strozzamento.
20. Macchine idrauliche operatrici a fluido incompressibile. Pompa centrifuga. Studio elementare del flusso secondo la teoria monodimensionale. Lavoro idraulico e prevalenza. Curve caratteristiche.
21. Cenni sulla teoria della similitudine. Leggi di trasposizione. Determinazione del punto di funzionamento della pompa in relazione alle caratteristiche dell'impianto. Schema di un impianto di prova per pompe centrifughe e cenni alle normative di collaudo. Pompe in serie e in parallelo.
22. Problemi di installazione: Adescamento e cavitazione. Cenni sulle modalità di determinazione sperimentale delle curve di NPSH limite.
23. Sfruttamento delle risorse idrauliche per impianti di generazione idroelettrica. Definizioni e tipologie d'impianto. Turbina Pelton: Dimensionamento di massima della turbina Pelton. Turbina Francis, Impianti di pompaggio (cenni). Turbina ad elica. Turbina Kaplan. Diagrammi collinari per le turbine idrauliche.
24. Motori a combustione interna alternativi: definizioni, principi di funzionamento. Architettura dei motori a combustione interna a quattro tempi. Diagrammi di indicatore ideale limite e reale. Diagramma polare della distribuzione.
25. Analisi termodinamica dei cicli per i M.C.I. ad accensione comandata e per compressione. Cicli Beau de Rochas (Otto), Diesel e Sabathè.
26. Potenza e rendimento per via termica. Parametri caratteristici per il dimensionamento dei M.C.I.: pressione media indicata ed effettiva, velocità media del pistone. Rapporto corsa/diametro. Motori policilindrici. Dimensionamento di massima di un motore a quattro tempi a combustione interna.
27. Motori a due tempi ad accensione comandata: diagramma di indicatore del cilindro e del carter. Prestazioni dei motori a combustione interna: Curve caratteristiche di coppia, potenza e consumo specifico a piena ammissione ed in regolazione. Emissioni di inquinanti dai M.C.I. e metodi per il loro contenimento.

## Testi / Bibliografia

1. Cantore G., "Macchine", Progetto Leonardo, 1995 BO, 3a ed. 1999.
  2. Minelli G., "Macchine idrauliche", Pitagora, BO, s.d..
  3. Morandi G., "Macchine ed apparecchiature a vapore e frigorifere", Pitagora, BO.
- Altri testi consigliati:**
1. Cornetti G., "Macchine idrauliche", Il Capitello, TO, 1989, 2a ed. 1991, rist. 1994.
  2. Cornetti G., "Macchine termiche", Il Capitello, TO, 1989, rist. 1994.
  3. Ferrari G., "Motori a combustione interna", il Capitello, Torino, 1992.
  4. Minelli G., "Motori endotermici alternativi", Pitagora, BO, s.d..
  5. Negri di Montenegro G., Bianchi M., Peretto A., "Sistemi energetici e loro componenti, Pitagora, BO, 2001, ISBN-88-371-1256-4.
  6. Negri di Montenegro G., Moro D., Naldi G., "Corso di macchine - 1 Sistemi e componenti termici, Pitagora, BO, 1992, nuova ed. 1998.
  7. Negri di Montenegro G., Naldi G., Peretto A., "Corso di macchine - 2 Macchine volumetriche Trasmissioni meccaniche", Pitagora, BO, 1993.
  8. Sandrolini S., Borghi M., Naldi G., "Turbomacchine Termiche - Turbine", Pitagora, BO, 1992.

9. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 1: Fluidodinamica e termodinamica delle turbomacchine", Pitagora BO, 1996, ISBN 88-371-0827-3

10. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 2: Le turbomacchine motrici e operatrici", Pitagora BO, 1997, ISBN 88-371-0862-1

11. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 3: Gli Impianti motori termici e i loro componenti", Pitagora BO, 2003, ISBN 88-371-1317

#### Metodi didattici

1. Esposizione degli argomenti indicati nel programma mediante "gesso e lavagna"
2. Proiezione di presentazioni in formato Power Point (scaricabili dal sito docente)
3. Svolgimento di brevi esercitazioni numeriche in aula.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Interrogazione orale sugli argomenti indicati nel programma.

Si richiede la conoscenza degli **schemi delle macchine** trattate nel corso, lo svolgimento di **brevi calcoli** relativi alla determinazione di proprietà termodinamiche, od a bilanci elementari, anche dal punto di **vista numerico**.

#### Strumenti a supporto della didattica

Materiale didattico scaricabile dal sito <http://www.diem.ing.unibo.it/personale/naldi/>

## 17996 - MACCHINE L

<b>Docente:</b>	BIANCHI GIAN MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica 0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le nozioni fondamentali, teoriche e pratiche, che guidano la scelta e la progettazione di alcune macchine a fluido installate negli impianti di conversione dell'energia: turbomacchine operatrici a fluido comprimibile ed incompressibile, le caldaie, gli scambiatori di calore.

#### Programma / Contenuti

##### - Introduzione

Introduzione al Corso: argomenti e modalità d'esame. Le macchine a fluido ed i sistemi energetici nella conversione energetica. Fonti primarie di energia. I rendimenti di conversione dell'energia. Le emissioni di sostanze gassose e l'impatto ambientale derivante. La ripartizione dell'utilizzo di fonti non rinnovabili. La distribuzione dell'utilizzo dell'energia nel mondo. Fonti di energia primaria alternative e rinnovabili: energia solare, l'energia eolica, energia idrica, bio-combustibili.

##### - Le Macchine a Fluido e Richiami di Termodinamica

Classificazione delle Macchine a Fluido. Richiami di termodinamica e derivazione delle equazioni energetiche per lo studio delle macchine a fluido. Definizione di un sistema termodinamico. Derivazione dei termini di variazione di energia del fluido per effetto di forze gravitazionali e centrifughe. Il Primo principio della termodinamica per un sistema chiuso (approccio lagrangiano) in forma termica. Il secondo principio della termodinamica. L'entropia come funzione di stato. Derivazione della forma meccanica del I principio della termodinamica per un sistema chiuso (approccio lagrangiano). I Principio della termodinamica per un sistema aperto (approccio Euleriano). Ipotesi preliminari. Valutazione dei termini dell'equazione di bilancio energetico. Il lavoro di introduzione ed estrazione. Forma termica e forma meccanica. Definizione di gas

perfetto ed ideale. Le trasformazioni dei gas perfetti. Applicazione dei principi della termodinamica a sistemi ingegneristici reali.

#### - Motori a Combustione Interna:

Introduzione ai motori a combustione interna alternativi. Classificazione: criteri Fluidodinamici e criteri specifici Campi di applicazione. La architettura di un motore a combustione interna. Sezione di un motore.

Individuazione dei principali componenti funzionale sulla base del tipo di motore: cilindro/camera di combustione, valvole, pistone, manovellismo di spinta, candela, iniettore, valvola a farfalla.

Considerazioni generali sul rendimento del motore e ripartizione dell'energia liberata durante la combustione fra lavoro meccanico, calore ai liquidi di raffreddamento ed entalpia sensibile dei gas allo scarico.

Individuazione delle principali grandezze geometriche e cinematiche.

Il diagramma di indicatore per un motore ideale operante con un fluido ideale: confronto fra ciclo Otto e ciclo Diesel. Considerazioni sul funzionamento del motore ed in particolare introduzione ai concetti di ciclo Otto e ciclo Diesel. Il Ciclo di indicatore reale. Perdita di carico in aspirazione. Perdita di cilindrata utile.

Attuazione reale delle valvole di aspirazione e scarico ed effetto sul ciclo.

La combustione reale: anticipo della accensione (Otto) o dell'iniezione (Diesel) per tenere conto della durata della combustione. Apertura della valvola di scarico. Effetto legato all'interruzione dell'espansione. Lavoro di scarico. Valutazione del Lavoro positivo e di pompaggio.

Cenni sui termini del rendimento complessivo dei motori. Cicli Termodinamici dei motori: ipotesi e limiti.

Il Ciclo Otto ideale. Il Ciclo Diesel Ideale. Il Ciclo Sabathè. Calcolo del rendimento del ciclo Sabathè.

Confronto del ciclo Otto e del ciclo Diesel a parità di calore introdotto a parità di rapporto di compressione e nelle reali condizioni operative. Definizione di rapporto di miscela e di indice d'aria. Il rapporto di miscela stechiometrico.

La regolazione nei motori: la regolazione per quantità e per qualità. La regolazione per quantità nei motori a ciclo otto. Le caratteristiche del processo di combustione ed i limiti imposti dalla velocità di combustione al valore del rapporto di miscela. Modalità di attuazione: variazione massa della massa di aria e della massa di combustibile a titolo costante. Effetti della regolazione sul lavoro positivo di indicatore e sul lavoro di pompaggio. Effetto della regolazione sul rendimento termodinamico. La regolazione per qualità. Il ciclo Diesel e il controllo della combustione tramite controllo della formazione della miscela. Modalità esecutiva. Confronto con la regolazione per quantità sul ciclo di indicatore. Effetto della regolazione sul ciclo termodinamico.

Le curve di regolazione dei motori: potenza e coppia in funzione del numero di giri.

Curve caratteristiche: confronto fra motori a benzina e motori Diesel.

La potenza per via termica: i contributi all'efficienza del motore (preparazione miscela, ciclo termodinamica, fluidodinamica motore, assorbimenti meccanici di lavoro).

Il rendimento volumetrico. Effetti quasi-stazionari e dinamici. La tonalità termica. Il rendimento di indicatore ed il rendimento meccanico. Valutazione del lavoro utile per ciclo, valutazione della potenza e della coppia utili. Valutazione del carico termico: pmi e pme. Valutazione del carico meccanico: la velocità media del pistone.

I sistemi di iniezione indiretta nei motori a Benzina: obiettivi e principi funzionali. Descrizione dei componenti principali di un sistema di iniezione. La linea idraulica (serbatoio, pompa, filtro, rail e regolatore di pressione). La linea fluidodinamica. La linea delle connessioni ai trasduttori. I segnali in ingresso nella centralina: carico motore (posizione angolare farfalla), velocità angolare e fase del motore, temperatura dei liquidi di raffreddamento, pressione di rail e pressione del collettore di aspirazione, portata massica di aria.

La determinazione della portata di combustibile attraverso gli iniettori. Comandi di attuazione su iniettori e valvola regolatrice della pressione idraulica nel rail. Strategie di controllo basate sulla coppia di grandezze alfa-n. Correzioni in funzioni del punto di funzionamento in: ciclo emissioni, avviamento a freddo al minimo.

Sistemi di iniezione single multipoint, a fasatura simultanea o sequenziale. Gli effetti della fasatura sulla preparazione della miscela.

Introduzione alla combustione nei motori ad accensione comandata. Criteri di scelta dell'angolo di accensione: criteri fisici ( $p, T$ ), criteri termodinamici legati all'ottimizzazione del lavoro. Curva di pressione del cilindro in trascinamento ed in combustione. Fasi della combustione. Dipendenza della velocità di combustione da turbolenza, proprietà fisiche miscela e dal rapporto di forma della camera. Il digramma di frazione in massa bruciata in funzione dell'angolo di manovella. Considerazioni sulla dipendenza della velocità di combustione dalla superficie del fronte di fiamma. Le combustioni anomale. La detonazione. Il fenomeno fisico della denotazione. Le emissioni inquinanti allo scarico di un motore:  $CO, HC, NO_x$ , loro genesi e variazione in funzione del rapporto di miscela. Il catalizzatore trivalente. Controllo del catalizzatore in ciclo aperto ed in ciclo chiuso. La sonda lambda: descrizione e funzione operativa. Sonda lambda ON/OFF e lineare. La ricircolazione dei gas di scarico all'aspirazione: principi fisici, effetti sugli  $NO_x$  e schema funzionale. I sistemi di iniezione per motori Diesel Common Rail: confronto con i sistemi di iniezione a benzina, schema di lay-out, principi funzionali dell'iniettore. Parametri operativi dei sistemi C.R. e funzioni da assolvere: iniettare, polverizzare, evaporare, miscelare. La dinamica di funzionamento del sistema di iniezione e dell'iniettore. Attuazione elettromeccanica a pilotaggio idraulico dell'iniettore.

Introduzione al processo di combustione nei motori a ciclo Diesel. Limiti alla velocità di rotazione dei motori Diesel. La combustione nei motori a ciclo Diesel. Fenomeni fisici che la influenzano. I moti di swirl, la turbolenza, la polverizzazione del getto di combustibile, l'evaporazione. Il ritardo fisico e chimico all'accensione. I limiti di regime di rotazione dei motori Diesel. I limiti di miscelamento fra aria e combustibili. Parametri di controllo: pressione di iniezione e numero di fori dell'iniettore.

IPTD applicato alla analisi del ciclo di pressione in motori a combustione interna. Ipotesi e derivazione della legge di variazione della legge di frazione in massa bruciata. Accorgimenti e fonti di errore.

#### - Introduzione alle turbomacchine

Classificazione delle turbomacchine, equazioni del moto dei fluidi per condotti mobili il lavoro come differenza di energie cinetiche e il lavoro secondo Eulero. Interpretazione fisica dell'equazione di Eulero.

#### - Turbomacchine operatrici a fluido incomprimibile: le pompe

Scherma di una pompa centrifuga. Il concetto di prevalenza, il lavoro idraulico, la potenza trasferita al fluido, il rendimento idraulico, volumetrico e meccanico. Analisi del flusso in una pompa radiale: i triangoli di velocità in ingresso e uscita, l'espressione della portata in volume nella sezione di ingresso e di uscita, la curva caratteristica reale e teorica, la scelta tra "pale in avanti" e "pale all'indietro", le perdite distribuite ed accidentali, la prevalenza a portata nulla. Il punto di funzionamento di una pompa inserita in un circuito, le curve caratteristiche di pompe serie e parallelo. La cavitazione delle pompe: descrizione del fenomeno, l'espressione della pressione all'aspirazione di una pompa, la tensione di vapore, NPSH della pompa e dell'impianto, andamento del NPSH con la portata, sovrappressione e depressione sul dorso e sul ventre di una pala e sua influenza sulla cavitazione. L'adescamento di una pompa centrifuga: problematiche e rimedi.

#### - Macchine volumetriche operatrici a fluido incomprimibile (pompe alternative)

Architettura, i principali parametri geometrici, la curva caratteristica teorica e quella reale, l'espressione della portata e la sua variabilità nel tempo, pompe a semplice e a doppio effetto, la curva caratteristica reale, il rendimento volumetrico, il legame tra portata di fuga e differenza di pressione. Il punto di funzionamento e le principali differenze tra pompe dinamiche e volumetriche. Cenni sulle pompe volumetriche rotative.

#### - Macchine volumetriche operatrici alternative a fluido comprimibile (compressori alternativi)

Introduzione alle macchine operatrici a fluido comprimibile: macchine dinamiche e volumetriche. Il compressore volumetrico alternativo. Schema della macchina. Parametri caratteristici. Diagramma di indicatore del compressore volumetrico alternativo. Influenza del volume nocivo e delle valvole sul volume di fluido aspirato. Il rendimento di carica ed il rendimento volumetrico. Il lavoro di compressore ideale e reale. L'indice di politropica. Rendimento isoentropico di compressione. Lavoro per ciclo, lavoro per unità di massa e potenza. Caso ideale: diagramma di indicatore, rendimento di carica, lavoro per ciclo, lavoro per unità di massa.

#### - Macchine volumetriche operatrici rotative a fluido comprimibile

Cenni sui principi funzionali e l'architettura di compressori a palette, a lobi e a viti

### Testi / Bibliografia

" **Sistemi Energetici e loro componenti** " G: Negri di Montenegro, M. Bianchi A. Peretto  
II Edizione – Pitagora Editore.

" **Macchine** " G. Cantore,

Esculapio Bologna

" **Macchine ed apparecchiature a vapore e frigorifere** " G. Morandi,

Pitagora Bologna

### Metodi didattici

Il corso sarà affiancato da esercitazioni numeriche e da eventuali seminari di approfondimento di alcune tematiche tenute da esperti del settore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame Orale con prova intermedia (facoltativa)

### Strumenti a supporto della didattica

- Lavagna luminosa

- PC e Video proiettore

## 17996 - MACCHINE L

**Docente:**

NALDI GIOVANNI

**Corso di Laurea:**

0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio

**Ciclo:**

3

**Crediti:**

5

### Conoscenze e abilità da conseguire

**Obiettivi:** Il Corso si propone di fornire gli strumenti per analizzare i principali sistemi energetici a fluido ed i relativi componenti destinati alla *produzione* di energia per uso industriale e civile.

Dopo una breve introduzione relativa al problema del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante fonti rinnovabili e non rinnovabili di tipo convenzionale, si esaminano gli schemi delle più diffuse tipologie di impianti motori con turbina a vapore, con turbina a gas, a ciclo combinato gas-vapore, con motori a combustione interna ed i più importanti componenti che ne fanno parte. Vengono inoltre descritti gli impianti per la produzione del freddo. I principali tipi di macchine motrici e operatrici a fluido sono descritte illustrandone le caratteristiche di impiego e fornendo, per alcune di esse, gli elementi essenziali per il dimensionamento di massima. Il corso mira a fornire la conoscenza dell'architettura **delle macchine** e la capacità di svolgere di **brevi calcoli** relativi alla determinazione di proprietà termodinamiche, od a bilanci elementari, anche dal punto di vista **numerico**.

### Programma / Contenuti

1. Fabbisogno mondiale di energia, fonti primarie e secondarie, rinnovabili e non rinnovabili. Bilanci energetico globale e dell'energia elettrica nazionali. Diagrammi di carico giornalieri, potenza di punta, media e installata. Potere calorifico dei combustibili e sua determinazione in via sperimentale ed approssimata. Calorimetro di Junkers e Bomba di Mahler. Massa e volume d'aria per la combustione teorica, combustione reale, diagramma di Ostwald.
2. Richiami di termodinamica: Gas perfetti e ideali. Diagrammi termodinamici  $T,s$  (entropico) e  $h,s$  (Mollier). Trasformazioni sui piani  $T,s$  e  $h,s$ . Equazioni di bilancio energetico per il sistema aperto in forma termica e meccanica.
3. Cicli degli impianti a vapore: Ciclo di Carnot. Ciclo Hirn: Influenza della pressione di caldaia e della pressione di condensazione, del surriscaldamento e del risurriscaldamento, sul rendimento del ciclo. Cicli di

Carnot equivalenti, temperatura media di somministrazione del calore. Scelta della pressione e della temperatura ottimali di surriscaldamento. Impianto con uno o più spillamenti. Preriscaldatori a miscela e a superficie.

4. Generatori di vapore: Determinazione della temperatura di combustione. Rendimento del generatore di vapore per via diretta ed indiretta. Influenza dell'eccesso d'aria e del carico sul rendimento del generatore di vapore. Rugiada acida. Evoluzione dell'architettura dei generatori di vapore. Caldaia ad irraggiamento. Carico termico volumetrico. Estrazione di calore dai fumi. Preriscaldamento dell'acqua e dell'aria. Diagrammi di scambio.
5. Cogenerazione: Definizione dei parametri principali per la caratterizzazione di un impianto cogenerativo, indice di utilizzazione del combustibile, rendimento elettrico convenzionale, indice di risparmio di combustibile primario (UNI 8887). Impianto cogenerativo con turbina a vapore a contropressione. Impianto cogenerativo con turbina a vapore a condensazione - derivazione. Diagramma di funzionamento ai carichi parziali.
6. Cicli degli impianti di turbina a gas. Rendimenti isoentropico e politropico. Ciclo di Brayton. Cicli per turbina a gas complessi con doppia compressione e con doppia espansione. Cicli rigenerativi: valutazione del calore recuperabile e del rendimento. Architettura di gruppi turbogas, cenni sul raffreddamento delle pale.
7. Gruppi combinati gas-vapore: Diagrammi entropico e di scambio. Efficienza di recupero. Diagramma di Sankey e rendimento. Influenza delle caratteristiche dei cicli componenti sul rendimento totale del ciclo combinato. Cicli combinati con sezione a vapore a spillamenti e con più livelli di pressione.
8. Condensatore: Architettura e bilanci elementari.
9. Cicli termodinamici operatori: Cicli delle macchine per la produzione del freddo. Caratteristiche dei fluidi frigoriferi: Proprietà termofisiche, di sicurezza e impatto ambientale. Cicli frigoriferi a doppia compressione e a due temperature di vaporizzazione.
10. Macchine volumetriche operatrici: Compressore volumetrico alternativo, diagrammi di indicatore ideale e reale. Rendimento volumetrico apparente e di carica. Pompe volumetriche alternative e rotative. Pompe oleodinamiche.
11. Turbine a vapore: Equazioni del moto per un osservatore mobile. Equazioni di Eulero ed alle energie cinetiche. Efflusso del vapore. Grandezze di ristagno. Equazione di Hugoniot. Ugello di De Laval. Turbina a vapore ad azione semplice, Limiti al salto entalpico sfruttabile. Architettura di varie tipologie di turbine a vapore. Turbina Curtis a salti di velocità. Turbina a salti di pressione, fattore di recupero. Tenute a labirinto. Turbina a reazione. Grado di reazione. Lavoro specifico e rendimento dello stadio di turbina a reazione. Limiti della turbina a reazione: Portata in volume all'ingresso. Turbina mista. Problemi allo scarico delle turbine a reazione. Macchine a più corpi, a doppio flusso. Equilibramento delle spinte assiali. cenni sulla regolazione per parzializzazione e per strozzamento.
12. Macchine idrauliche operatrici a fluido incomprimibile. Pompa centrifuga: Architettura della macchina. Studio elementare del flusso secondo la teoria monodimensionale, triangoli di velocità. Lavoro idraulico e prevalenza in funzione della portata. Curve caratteristiche. Leggi di trasposizione. Determinazione del punto di funzionamento della pompa in relazione alle caratteristiche dell'impianto. Problemi di installazione: Adescamento. Cenni alle normative di collaudo. Problemi all'aspirazione delle pompe centrifughe: cavitazione: NPSH limite e d'impianto. Determinazione sperimentale della curva di NPSH limite. Cenni sulla teoria della similitudine idraulica, Indice caratteristico.
13. Sfruttamento dell'energia idraulica. Macchine idrauliche: Turbina Pelton: Architettura del distributore, forma delle pale. Lavoro specifico, rendimento. Dimensionamento di massima. Turbina Francis Triangoli di velocità. Grado di reazione. Velocità periferica di massimo rendimento. Dipendenza dell'architettura delle turbine idrauliche a reazione dall'indice caratteristico. Turbina ad elica. Triangoli di velocità. Comportamento in regolazione, turbina Kaplan. Diagrammi collinari caratteristici delle turbine idrauliche in coordinate dimensionali e ridotte.
14. Motori a combustione interna alternativi: definizioni, principi di funzionamento. Architettura dei motori a combustione interna a quattro tempi. Diagrammi di indicatore ideale limite e reale. Diagramma polare della

distribuzione. Analisi termodinamica dei cicli per i M.C.I. ad accensione comandata e per compressione. Cicli Beau de Rochas (Otto), Diesel e Sabathè. Potenza e rendimento per via termica. Parametri caratteristici per il dimensionamento dei M.C.I.: pressione media indicata ed effettiva, velocità media del pistone. Rapporto corsa/diametro. Motori polilindrici. Dimensionamento di massima di un motore a quattro tempi a combustione interna. Motori a due tempi ad accensione comandata: diagramma di indicatore del cilindro e del carter. Prestazioni dei motori a combustione interna: Curve caratteristiche di coppia, potenza e consumo specifico a piena ammissione ed in regolazione. Emissioni di inquinanti dai M.C.I. e metodi per il loro contenimento.

## Testi / Bibliografia

1. Cantore G., "Macchine", Progetto Leonardo, 1995 BO, 3a ed. 1999.
2. Minelli G., "Macchine idrauliche", Pitagora, BO, s.d..
3. Morandi G., "Macchine ed apparecchiature a vapore e frigorifere", Pitagora, BO.

### Altri testi consigliati:

1. Cornetti G., "Macchine idrauliche", Il Capitello, TO, 1989, 2a ed. 1991, rist. 1994.
2. Cornetti G., "Macchine termiche", Il Capitello, TO, 1989, rist. 1994.
3. Ferrari G., "Motori a combustione interna", il Capitello, Torino, 1992.
4. Minelli G., "Motori endotermici alternativi", Pitagora, BO, s.d..
5. Negri di Montenegro G., Bianchi M., Peretto A., "Sistemi energetici e loro componenti, Pitagora, BO, 2001, ISBN-88-371-1256-4.
6. Negri di Montenegro G., Moro D., Naldi G., "Corso di macchine - 1 Sistemi e componenti termici, Pitagora, BO, 1992, nuova ed. 1998.
7. Negri di Montenegro G., Naldi G., Peretto A., "Corso di macchine - 2 Macchine volumetriche Trasmissioni meccaniche", Pitagora, BO, 1993.
8. Sandrolini S., Borghi M., Naldi G., "Turbomacchine Termiche - Turbine", Pitagora, BO, 1992.
9. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 1: Fluidodinamica e termodinamica delle turbomacchine", Pitagora BO, 1996, ISBN 88-371-0827-3
10. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 2: Le turbomacchine motrici e operatrici", Pitagora BO, 1997, ISBN 88-371-0862-1
11. Sandrolini S., Naldi G., "Macchine 3: Gli Impianti motori termici e i loro componenti", Pitagora BO, 2003, ISBN 88-371-1317

## Metodi didattici

- Esposizione degli argomenti indicati nel programma mediante "gesso e lavagna"
- Proiezione di presentazioni in formato Power Point (scaricabili dal sito docente)
- Svolgimento di brevi esercitazioni numeriche in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Interrogazione orale sugli argomenti indicati nel programma.

Si richiede la conoscenza degli **schemi delle macchine** trattate nel corso, lo svolgimento di **brevi calcoli** relativi alla determinazione di proprietà termodinamiche, od a bilanci elementari, anche dal punto di vista **numerico**.

## Strumenti a supporto della didattica

Materiale didattico integrativo: Schemi di macchine ed impianti (disp. Segreteria) Programma del corso e parte del materiale didattico scaricabile dal sito:

<http://www/diem.ing.unibo.it/personale/naldi/>

## 17996 - MACCHINE L

<b>Docente:</b>	BIANCHI MICHELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le conoscenze di base sui sistemi energetici e le macchine a fluido più diffuse.

**Programma / Contenuti****Introduzione**

Panoramica sulle fonti primarie di energia: principali definizioni (rinnovabile, trasportabile, programmabile, ecc.) e tecnologie disponibili.

**Richiami di termodinamica**

Il principio di conservazione della massa e dell'energia, le equazioni generalizzate del moto dei fluidi in forma termica e meccanica, i gas perfetti/ideali e le loro trasformazioni termodinamiche, il lavoro reale, isoentropico e politropico, il rendimento isoentropico e politropico, l'espansione nelle turbine e la compressione nei compressori. I diagrammi termodinamici T-s per i gas ideali e per l'acqua.

**Combustione**

Generalità sulla combustione, i combustibili, reazioni stechiometriche, ossigeno ed aria stechiometrica (massa e volume), l'eccesso d'aria, il potere calorifico inferiore e superiore di un combustibile. La temperatura di combustione.

**Scambiatori di calore**

Scambiatori a miscela: descrizione e bilancio energetico. Scambiatori a superficie: descrizione, lo scambio in equicorrente o controcorrente, il coefficiente globale di scambio termico, la temperatura di parete, il metodo del salto di temperatura medio logaritmico, il diagramma di scambio termico, l'efficienza di scambio.

**Gruppi turbogas**

Gruppi turbogas a ciclo semplice (Brayton): schema d'impianto, descrizione dei componenti principali, diagramma entropico. I bilanci energetici e le equazioni che regolano il funzionamento nel caso di un ciclo ideale e reale (calore introdotto, lavoro utile, rendimento, potenza utile e consumo di combustibile, influenza del rapporto di compressione sul lavoro specifico e sul rendimento: il rapporto di compressione di massimo rendimento e di massimo lavoro). Il rendimento della camera di combustione. Il ciclo a gas con recupero: schema, diagramma entropico, valutazioni termodinamiche, aspetti pratici. Il ciclo a gas con compressione inter-refrigerata: schema, diagramma entropico, valutazioni termodinamiche (condizione di massimo lavoro e considerazioni sul rendimento solo nel caso di ciclo ideale), aspetti pratici. Il ciclo a gas con espansione inter-riscaldata: schema, diagramma entropico, valutazioni termodinamiche (condizione di massimo lavoro e considerazioni sul rendimento solo nel caso di ciclo ideale), aspetti pratici. Il ciclo Ericson: valutazione del rendimento.

**Gruppi a vapore**

Schema di un impianto a vapore a ciclo Rankine, il diagramma entropico, l'influenza della pressione di vaporizzazione e condensazione sul rendimento termodinamico. Il ciclo Hirn: schema, descrizione, diagramma entropico e valutazioni termodinamiche. Il ciclo risurriscaldato: schema, descrizione, diagramma entropico e valutazioni termodinamiche. Il ciclo ad uno spillamento: schema, descrizione, diagramma entropico e valutazioni termodinamiche. Il ciclo a tre spillamenti: schema e descrizione. Il condensatore: il diagramma di scambio, il raffreddamento a circuito aperto o chiuso. Cenni sul degassatore.

**Caldaie**

Il rendimento di un caldaia (generatore di vapore): bilanci energetici, espressione per via diretta e indiretta, il rendimento di combustione, andamento dei rendimenti in funzione dell'eccesso d'aria.

**Gruppi combinati gas-vapore**

Ciclo combinato ad un livello di pressione: schema, descrizione dei componenti principali, diagrammi entropici e diagramma di scambio termico, l'efficienza della caldaia a recupero, valutazione del rendimento, considerazioni in merito agli spillamenti e introduzione ai cicli combinati a più livelli di pressione. Scelta del pinch point ottimale di una caldaia a recupero.

**Il costo di produzione**

Il costo annuo di produzione di un impianto termoelettrico (investimento, smantellamento/valore residuo, combustibile, manutenzione, tasse sulle emissioni, ecc.) e il costo specifico del kWh elettrico prodotto. Scelta del tipo di impianto in funzione dei costi e delle ore di funzionamento, la richiesta di potenza e la curva monotona dei carichi.

**La cogenerazione**

Indici di valutazione (rendimenti elettrico e termico, l'IRE e il coefficiente di utilizzo del combustibile).

Gruppi cogenerativi con turbine a gas: schema, diagramma entropico, prestazioni e regolazione, gruppi cogenerativi con turbine a vapore in contropressione ed in derivazione: schema, diagramma entropico, prestazioni e regolazione, gruppi combinati cogenerativi: schema e regolazione.

**Testi / Bibliografia**

G. NEGRI DI MONTENEGRO M. BIANCHI A. PERETTO  
"SISTEMI ENERGETICI E LORO COMPONENTI II EDIZIONE"  
PITAGORA EDITORE.

**Metodi didattici**

Il corso sarà affiancato da esercitazioni numeriche e da eventuali seminari di approfondimento di alcune tematiche tenute da esperti del settore.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

lavagna luminosa, pc

**17486 - MACCHINE LS**

<b>Docente:</b>	PERETTO ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

-**Off-design nei gruppi turbogas**. Regolazione a TIT e a TOT costante. Influenza della temperatura ambiente sulle prestazioni di un turbogas.

-**Gruppi a vapore a più spillamenti**. Equazioni che ne regolano il funzionamento e loro risoluzione mediante codici di calcolo.

-**Gruppi a ciclo combinato gas-vapore a due livelli di pressione**. Schema di impianto di un due livelli di pressione. Espressione analitica del rendimento di conversione. Andamento del rendimento di recupero in funzione del rapporto tra la portata di bassa pressione e la portata al condensatore. Influenza sul rendimento dell'adozione del surriscaldamento. Influenza sul rendimento dell'adozione degli spillamenti. Impianto combinato con post-combustione, valutazione analitica del rendimento; massimo lavoro del turbogas e massimo rendimento nel caso di post-combustione.

- **Gruppi cogenerativi**. Indici di prestazione, energetica ed economica, di maggiore utilizzo alla luce anche delle nuove normative in materia di libero mercato elettrico. Diagramma potenza meccanica/termica di un

impianto cogenerativo. Le tipologie di gruppi cogenerativi più diffuse: gruppi con TG a recupero semplice, a ciclo combinato, gruppi a vapore in derivazione e a contropressione. Strategie di gestione al variare della richiesta termica ed elettrica. La cogenerazione realizzata con motori a combustione interna, prestazioni e problematiche connesse.

- **Le turbomacchine a fluido incompressibile.** Turbina Pelton, triangoli di velocità e condizione di massimo lavoro. Indice caratteristico, velocità specifica e diametro specifico; diagramma di Balie. Turbina Francis: triangoli di velocità ingresso e uscita. Il diffusore presente in una turbina Francis e il recupero cinetico e geodetico. La cifra di Thomà. Turbina Kaplan: triangoli di velocità al mozzo e alla periferia. Turbina ad elica e diagramma del rendimento in funzione del carico.

### Testi / Bibliografia

G. NEGRI DI MONTENEGRO M. BIANCHI A. PERETTO SISTEMI ENERGETICI E LORO COMPONENTI II EDIZIONE. PITTAGORA EDITORE

## 17486 - MACCHINE LS

<b>Docente:</b>	CAZZOLI GIULIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

## 44501 - MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE L

<b>Docente:</b>	REGATTIERI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende introdurre l'allievo alla conoscenza e alla gestione delle problematiche relative alla manutenzione degli impianti industriali e di servizio con un approccio sistemico e multidisciplinare.

Il corso presenta modelli e metodi di supporto alla diagnostica dei guasti, alla scelta della migliore politica manutentiva secondo le moderne tecniche RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) e di sostegno alla scelta delle politiche che riguardano i ricambi delle attrezzature.

Il corso tratterà inoltre dei sistemi informativi ad oggi disponibili per il supporto decisionale e delle innovative tecniche di Total Productive Maintenance (TPM) che si stanno affacciando nelle realtà industriali.

Infine verranno approfondite le tematiche relative all'outsourcing della manutenzione dei sistemi di produzione e quindi il seguente Global Service Manutentivo (GSM).

### Programma / Contenuti

• *Generalità sulla manutenzione dei sistemi di produzione*

Funzioni della divisione manutenzione. Importanza e trasversalità della funzione manutentiva. Progettazione e pianificazione della manutenzione.

• *Teoria dell'affidabilità.*

Affidabilità e manutenibilità di un componente. Affidabilità e manutenibilità di un sistema complesso:

componenti in serie, componenti in parallelo. Disponibilità di un componente e di un sistema complesso.

Rateo di guasto. Analisi dei guasti - fault tree analysis.

Banche dati affidabilistiche (cenni). Software Relx per l'analisi affidabilistica di sistemi complessi (cenni).

Esercitazioni numeriche.

· *Determinazione del mix ottimale di politiche manutentive*

Modelli matematici per la manutenzione preventiva: sostituzione ad età costante (type I), sostituzione a data costante (type II). Il Golden Section Model per minimizzazione di una funzione di costo. Estensioni alle politiche type I e type II. Modelli matematici per la manutenzione ispettiva (cenni): politica ispettiva elementare. Esempi numerici.

· *La gestione dei ricambi*

Caratteristiche tipiche dei ricambi (intermittent and lumpy demand). Modelli per l'ottimizzazione del fabbisogno ricambi: previsione e gestione.

· *Il sistema informativo di manutenzione*

Importanza della gestione dei dati e delle informazioni.

Framework di riferimento per il sistema informativo. Elaborazioni tipiche, e teleprocessing (cenni). Esempi industriali di Computer Maintenance System Support (CMSS)

· *Total Productive Maintenance (TPM) e Global Service (GSM)*

Definizione di TPM, obiettivi e cause di perdita. Calcolo dell'indice Overall Equipment Effectiveness (OEE). Esempi di applicazioni industriali.

Il Global Service di Manutenzione, caratteristiche e requisiti. Esempi di applicazioni industriali.

## Testi / Bibliografia

· MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE

R.Manzini, A.Regattieri - Editore Progetto Leonardo (BO), 2005

Altri testi di utile consultazione:

· PARESCI A., FERRARI E., PERSONA A., REGATTIERI A., "Logistica Integrata e Flessibile", Ed.Esculapio, 2002

· L.Furlanetto, Manuale di manutenzione degli impianti industriali e servizi. Ed. Il Mulino. • A.Monte, Elementi di Impianti Industriali vol. I e vol.II. Ed. Libreria Cortina, Torino. • NUOVO COLOMBO. Manuale dell'ingegnere. Ed.Hoepli, Milano. • L.Fedele, L.Furlanetto e D.Saccardi, Progettare e gestire la manutenzione, 2004 McGraw-Hill. • Duffuaa, S. O., Raouf, A. and Campbell, J. D. Planning and control of maintenance systems. Modelling and analysis. John Wiley & Sons. New York, 1999. • Devore, J. & Farnum, N., Applied Statistics for Engineers and Scientists. Duxbury Press, 1999. • Chase R.B., Jacobs F. R., Aquilano N. J., Operations Management nella produzione e nei servizi, 2004 McGraw-Hill.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta articolata in due sezioni: risoluzione di problemi progettuali numerici e sviluppo di argomenti teorici trattati nel corso

## 44604 - MANUTENZIONE E DIAGNOSTICA DEI SISTEMI ELETTRICI LS (6 CFU)

<b>Docente:</b>	CAVALLINI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso fornisce nozioni relative alle tecniche diagnostiche più comunemente utilizzate per valutare lo stato dei sistemi isolanti in media ed alta tensione, liquidi e solidi. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe possedere una visione d'insieme del problema della diagnostica e valutazione dello stato dei sistemi elettrici.

**Programma / Contenuti**

1. Generalità sulla manutenzione. 2. Fisica delle scariche parziali 3. Fisica dei processi di carica/scarica nei dielettrici 4. Metodi di diagnostica per cavi polimerici ed in carta ed olio 5. Metodi diagnostici per macchine elettriche rotanti 6. Metodi diagnostici per trasformatori in carta ed olio

**Metodi didattici**

Il corso prevede insegnamenti di tipo teorico ed esercitazioni in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti forniti dal docente. Gli appunti in formato elettronico in corso di preparazione. Saranno rese disponibili le versioni finali nel corso del tempo. Per favore, verificare lo stato del materiale disponibile su [www.limat.ing.unibo.it](http://www.limat.ing.unibo.it).

**45161 - MANUTENZIONE E SICUREZZA DEI SISTEMI PRODUTTIVI LS**

**Corso di Laurea:** 0453 - Ingegneria gestionale  
**Mutuato da:** 44501 - MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE L (vedi p. 757)

**43277 - MARKETING INDUSTRIALE L (6CFU)**

**Docente:** PITILINO CLAUDIO  
**Corso di Laurea:** 0453 - Ingegneria gestionale  
 0049 - Ingegneria gestionale  
 0050 - Ingegneria dei processi gestionali  
**Ciclo:** 3  
**Crediti:** 6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire gli elementi fondamentali per la comprensione delle logiche, concetti e principali strumenti del marketing e più in particolare del marketing industriale. Particolare attenzione verrà dedicata alla continua verifica delle condizioni che permettono una corretta attuazione delle strategie di marketing in diversi contesti di mercato.

**Programma / Contenuti****Struttura e contenuti del corso**

1. Introduzione
  1. Il processo di marketing
  1. Le specificità del marketing Business to Business
- L'analisi esterna e l'analisi interna
1. Definizione e valutazione del mercato
  2. Il sistema di mercato
  3. La segmentazione
  4. Il modello acquisto

5. L'analisi della concorrenza

6. Swot analysis

La strategia di marketing

1. La costruzione della strategia

i. La definizione degli obiettivi

ii. Gli elementi della value creation strategy

iii. Gli elementi della value delivery strategy

1. La matrice di attrattività e la scelta dei target

2. Il Posizionamento

3. Il Ciclo di vita e le dinamiche temporali

Il marketing mix

1. Elementi per la value creation

i. Le politiche di prodotto

ii. Le politiche di servizio

iii. Il lancio di un prodotto

iv. La comunicazione a supporto del prodotto

1. Elementi per la value delivery

i. La comunicazione a supporto delle vendite

ii. La gestione dei canali distributivi

iii. La gestione della rete di vendita

iv. La determinazione e la gestione del prezzo

1. Il piano di marketing

1. Il CRM

## Testi / Bibliografia

F. Giacomazzi – Marketing Industriale – Mc Graw-Hill 2002

Esercizi ed eventuale altro materiale didattico sarà reso disponibile agli studenti in rete nelle pagine dedicate al corso nel sito <http://www.universibo.unibo.it> durante lo svolgimento del corso.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale prevede una prova scritta le cui date saranno fissate in base al calendario della Facoltà e comunicate mediante il servizio Uniwex (<https://uniwex.unibo.it>). L'iscrizione alla prova d'esame avviene esclusivamente attraverso il servizio Uniwex.

## 17920 - MATEMATICA APPLICATA L-A

**Docente:** BRINI FRANCESCA

**Corso di Laurea:** 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Conseguimento di una buona padronanza, metodologica ed operativa, dei metodi matematici di base per la modellazione e l'analisi dell'incertezza.

## Programma / Contenuti

### Introduzione alla Statistica descrittiva

Organizzazione e descrizione dei dati: tabelle e grafici delle frequenze e delle frequenze relative, istogrammi, ogive. Le grandezze che sintetizzano i dati: media campionaria, moda campionaria, mediana campionaria, varianza e deviazione standard campionarie, percentili. Insiemi di dati bivariati e coefficiente di correlazione campionaria.

### Richiami di Calcolo Combinatorio

Disposizioni semplici e con ripetizione, permutazioni semplici e con ripetizione, combinazioni semplici e con ripetizione.

### Fondamenti del calcolo delle Probabilità

**Calcolo delle probabilità:** oggetto e metodi. Incertezza, eventi, valutazione delle probabilità. Criteri di valutazione usuali (classico, frequentista). Rapporti tra probabilità e statistica. Esiti ed eventi. Assiomi di Kolmogorov. Probabilità congiunta, probabilità condizionata. Indipendenza. Teorema delle probabilità totali e formula di Bayes. Affidabilità di dispositivi in serie e in parallelo.

**Variabili aleatorie:** Variabili aleatorie discrete e continue. Funzioni di ripartizione. Variabili aleatorie continue con densità di probabilità. Caratteristiche numeriche delle variabili aleatorie: valore atteso (media), varianza, scarto quadratico medio, momenti. Coppie e vettori di variabili aleatorie. Funzioni di ripartizione congiunta e marginali, funzioni di massa di probabilità congiunte e marginali, densità di probabilità congiunta e marginali. Leggi condizionate di distribuzione, indipendenza. Caratteristiche numeriche: medie, matrici di covarianza, momenti. Variabili aleatorie correlate e non correlate.

**Modelli di variabili aleatorie:** Schema di Bernoulli. Variabili aleatorie binomiale, geometrica, di Poisson, uniforme, normale, esponenziale. Relazioni tra alcune di esse. Distribuzioni derivanti da quella normale: la distribuzione chi-quadro, la distribuzione t di Student, la distribuzione F di Fisher.

**Funzioni di variabili aleatorie:** Caratteristiche numeriche: rappresentazione del valore atteso e della varianza con applicazione ad alcuni casi notevoli (somma e prodotto di due variabili aleatorie, combinazione lineare di un numero arbitrario di variabili aleatorie, caso di variabili aleatorie indipendenti ed equidistribuite, ecc.). Determinazione della distribuzione di probabilità per la funzione di una o più variabili aleatorie. Generazione di numeri pseudocasuali e metodi Monte Carlo.

**Leggi limite del calcolo delle probabilità:** Successioni di variabili aleatorie e nozioni di convergenza. Disuguaglianza di Markov, disuguaglianza di Chebyshev, Legge debole dei grandi numeri (formulazione debole). Teorema del limite centrale (per addendi con distribuzione comune).

### Inferenza Statistica

Campionamento. Stimatori e intervalli di confidenza, efficienza degli stimatori puntuali. Test delle ipotesi. Regressione lineare: stima dei parametri di regressione, distribuzione degli stimatori e inferenza statistica sui parametri di regressione. Analisi della varianza.

## Testi / Bibliografia

- S.M. ROSS, Probabilità e statistica per l'Ingegneria e le Scienze, 2a edizione, Ed. APOGEO  
 P.BALDI, Introduzione alla Probabilità con Elementi di Statistica, Ed. McGRAW- HILL ITALIA  
 T.H. WONNACOTT, R.J. WONNACOTT, Introduzione alla Statistica, Ed. FRANCO ANGELI  
 H. HSU, Probabilità - Variabili casuali e Processi Stocastici, Ed. McGRAW-HILL ITALIA

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta ed una orale.

## 17920 - MATEMATICA APPLICATA L-A

<b>Docente:</b>	NIBBI ROBERTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conseguire una buona padronanza, metodologica ed operativa, dei metodi matematici di base per la modellazione e l'analisi dell'incertezza.

**Programma / Contenuti**Fondamenti di calcolo delle probabilità

Eventi e insiemi. Assiomi di Kolmogorov. Probabilità congiunta, probabilità condizionata, indipendenza. Teorema della probabilità totale. Teorema di Bayes.

Variabili aleatorie

Variabili aleatorie discrete e continue. Funzione di ripartizione. Variabili aleatorie continue con densità.

Caratteristiche numeriche delle variabili aleatorie: speranza matematica (media), varianza, scarto quadratico medio, momenti.

Variabili aleatorie vettoriali: funzione di ripartizione, densità congiunta e densità marginale.

Leggi condizionate di distribuzione, indipendenza. Caratteristiche numeriche, medie, covarianza, momenti.

Variabili correlate e non correlate.

Alcune distribuzioni notevoli

Schema di Bernoulli. Distribuzione uniforme, discreta e continua. Leggi binomiale, geometrica, di Poisson, esponenziale e normale. Relazioni fra alcune di loro e con altre distribuzioni connesse.

Funzioni di variabili aleatorie

Caratteristiche numeriche: rappresentazione della speranza matematica e della varianza, con applicazione ad alcuni casi notevoli (somma e prodotto di due variabili aleatorie, combinazione lineare di un numero arbitrario di variabili aleatorie, caso di variabili aleatorie indipendenti ed equidistribuite). Distribuzione di probabilità delle funzioni di una o più variabili aleatorie: generalità e casi notevoli (somma di due variabili aleatorie).

Leggi limite del Calcolo delle Probabilità

Successioni di variabili aleatorie: nozioni di convergenza. Disuguaglianza di Chebyshev. Legge dei grandi numeri. Funzione caratteristica di variabili aleatorie, sua relazione con i momenti. Teorema limite centrale (per addendi con distribuzione comune).

Introduzione ai processi stocastici

Processi stocastici, esempi. Descrizione, probabilità dei vari ordini. Medie statistiche. Funzione di autocorrelazione. Processi stazionari e stazionari in senso lato; processi ad incrementi indipendenti, catene e processi di Markov. Processi normali. Medie temporali: processi ergodici. Processi di Poisson e di Wiener.

**Testi / Bibliografia**

- P. BALDI, INTRODUZIONE ALLA PROBABILITA' CON ELEMENTI DI STATISTICA, ED. MCGRAW-HILL ITALIA.

- P. BALDI, CALCOLO DELLE PROBABILITÀ 2/ED, ED. MCGRAW-HILL ITALIA.

- H. HSU, PROBABILITÀ, VARIABILI CASUALI E PROCESSI STOCASTICI, ED. MCGRAW-HILL ITALIA.

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno presentate le basi della teoria della probabilità e forniti gli strumenti matematici necessari. Verrà dato ampio spazio ad esempi e applicazioni. Le esercitazioni svolte in aula, guideranno gli studenti a utilizzare le tecniche esposte durante le lezioni.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Durante il corso verranno svolte due prove parziali (una prova intermedia e una finale) scritte e consistenti in esercizi e domande di teoria. L'esame è superato se la media dei due voti ottenuti nelle prove parziali è maggiore o uguale a 18/30.

Gli studenti con prove intermedie mancanti o mediamente insufficienti potranno sostenere alla fine del corso una prova finale consistente in una prova scritta e una prova orale. La prova orale potrà essere sostenuta solo dagli studenti che hanno superato la prova scritta.

## Strumenti a supporto della didattica

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore.

## 17920 - MATEMATICA APPLICATA L-A

<b>Docente:</b>	BRINI FRANCESCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Conseguimento di una buona padronanza, metodologica ed operativa, dei metodi matematici di base per la modellazione e l'analisi dell'incertezza.

## Programma / Contenuti

### Introduzione alla Statistica descrittiva

Organizzazione e descrizione dei dati: tabelle e grafici delle frequenze e delle frequenze relative, istogrammi, ogive. Le grandezze che sintetizzano i dati: media campionaria, moda campionaria, mediana campionaria, varianza e deviazione standard campionarie, percentili. Insiemi di dati bivariati e coefficiente di correlazione campionaria.

### Richiami di Calcolo Combinatorio

Disposizioni semplici e con ripetizione, permutazioni semplici e con ripetizione, combinazioni semplici e con ripetizione.

### Fondamenti del calcolo delle Probabilità

**Calcolo delle probabilità:** oggetto e metodi. Incertezza, eventi, valutazione delle probabilità. Criteri di valutazione usuali (classico, frequentista). Rapporti tra probabilità e statistica. Esiti ed eventi. Assiomi di Kolmogorov. Probabilità congiunta, probabilità condizionata. Indipendenza. Teorema delle probabilità totali e formula di Bayes. Affidabilità di dispositivi in serie e in parallelo.

**Variabili aleatorie:** Variabili aleatorie discrete e continue. Funzioni di ripartizione. Variabili aleatorie continue con densità di probabilità. Caratteristiche numeriche delle variabili aleatorie: valore atteso (media), varianza, scarto quadratico medio, momenti. Coppie e vettori di variabili aleatorie. Funzioni di ripartizione congiunta e marginali, funzioni di massa di probabilità congiunte e marginali, densità di probabilità congiunta e marginali. Leggi condizionate di distribuzione, indipendenza. Caratteristiche numeriche: medie, matrici di covarianza, momenti. Variabili aleatorie correlate e non correlate.

**Modelli di variabili aleatorie:** Schema di Bernoulli. Variabili aleatorie binomiale, geometrica, di Poisson, uniforme, normale, esponenziale. Relazioni tra alcune di esse. Distribuzioni derivanti da quella normale: la distribuzione chi-quadro, la distribuzione  $t$  di Student, la distribuzione  $F$  di Fisher.

**Funzioni di variabili aleatorie:** Caratteristiche numeriche: rappresentazione del valore atteso e della varianza con applicazione ad alcuni casi notevoli (somma e prodotto di due variabili aleatorie, combinazione lineare di un numero arbitrario di variabili aleatorie, caso di variabili aleatorie indipendenti ed equidistribuite, ecc.). Determinazione della distribuzione di probabilità per la funzione di una o più variabili aleatorie.

Generazione di numeri pseudocasuali e metodi Monte Carlo.

**Leggi limite del calcolo delle probabilità:** Successioni di variabili aleatorie e nozioni di convergenza. Disuguaglianza di Markov, disuguaglianza di Chebyshev, Legge debole dei grandi numeri (formulazione debole). Teorema del limite centrale (per addendi con distribuzione comune).

### Inferenza Statistica

Campionamento. Stimatori e intervalli di confidenza, efficienza degli stimatori puntuali. Test delle ipotesi. Regressione lineare: stima dei parametri di regressione, distribuzione degli stimatori e inferenza statistica sui parametri di regressione. Analisi della varianza.

### Testi / Bibliografia

S.M. ROSS, Probabilità e statistica per l'Ingegneria e le Scienze, 2a edizione, Ed. APOGEO  
 P.BALDI, Introduzione alla Probabilità con Elementi di Statistica, Ed. McGRAW- HILL ITALIA  
 T.H. WONNACOTT, R.J. WONNACOTT, Introduzione alla Statistica, Ed. FRANCO ANGELI  
 H. HSU, Probabilità - Variabili casuali e Processi Stocastici, Ed. McGRAW-HILL ITALIA

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è costituito da una prova scritta ed una orale.

## 49757 - MATEMATICA APPLICATA LS

<b>Docente:</b>	LAZZARI BARBARA
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

*Finalità dell'insegnamento:* Fare conseguire una buona comprensione, metodologica ed operativa, dei concetti fondamentali e dei metodi principali per la modellazione e l'analisi in condizioni di incertezza: probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici.

### Programma / Contenuti

Fondamenti di calcolo delle probabilità

Incertezza, eventi, probabilità. Criteri di valutazione usuali (classico, frequentista). Probabilità soggettiva.

Rapporti fra probabilità e statistica. Assiomi di Kolmogorov. Probabilità congiunta e probabilità condizionata, indipendenza. Probabilità totale. Teorema di Bayes.

Variabili aleatorie.

Variabili aleatorie discrete e continue. Funzione di ripartizione. Variabili aleatorie continue con densità.

Caratteristiche numeriche delle variabili aleatorie: speranza matematica (media), varianza, scarto quadratico medio. Variabili aleatorie vettoriali: funzione di ripartizione, densità congiunta e densità marginali. Leggi condizionate di distribuzione, indipendenza. Caratteristiche numeriche, medie, matrice di covarianza-covarianza, momenti. Variabili correlate e non correlate, matrice di correlazione.

Alcune distribuzioni notevoli: schema di Bernoulli. distribuzione uniforme, discreta e continua, leggi binomiale, geometrica, di Poisson, esponenziale e normale; distribuzione normale congiunta. Relazioni fra alcune di loro e con altre distribuzioni connesse.

Funzioni di variabili aleatorie- Leggi limite del calcolo delle probabilità

Caratteristiche numeriche: rappresentazione della speranza matematica e della varianza, Distribuzione di probabilità delle funzioni di una o più variabili aleatorie: generalità e casi notevoli. Successioni di variabili aleatorie: nozioni di limite. Disuguaglianza di Chebyshev, Legge dei grandi numeri (formulazioni debole e forte, confronto). Funzione caratteristica di una variabile aleatoria; sua relazione con i momenti. Teorema limite centrale.

Processi stocastici

Definizione, esempi. Descrizione, probabilità dei vari ordini. Medie statistiche. Funzione di autocorrelazione. Processi stazionari, e stazionari in senso lato; processi ad incrementi indipendenti, catene e processi di Markov. Processi normali. Processi di Poisson e di Wiener.

#### Analisi dei processi stocastici

Continuità, derivazione ed integrazione di un p.s.in media quadratica. Confronto con altre definizioni. Medie temporali: processi ergodici. Periodicità stocastica, sviluppo in serie di Fourier di processi stocastici, con coefficienti ortogonali. Caso non periodico:teorema di Karhunen- Loève. Analisi dei processi stazionari: densità spettrale di potenza, teorema di Wiener-Khinchin. Rumore bianco. Risposta di un sistema lineare ad un ingresso aleatorio. Trasformata di Fourier, funzione di trasferimento e densità spettrale di potenza.

#### Testi / Bibliografia

- 1) H. Hsu : Probabilità, variabili casuali e processi stocastici (McGraw-Hill Italia )
- 2) P.S.Maybeck: Stochastic Models, Estimation and Control. Vol I;(Academic Press)
- 3) A.Papoulis . Probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici. (Boringhieri)
- 4) E.S. Ventsel: Teoria delle probabilità ( Ed. Mir )

#### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno presentate le basi della teoria della probabilità e forniti gli strumenti matematici necessari. Verrà dato ampio spazio ad esempi e applicazioni. Le esercitazioni svolte in aula, guideranno gli studenti a utilizzare le tecniche esposte durante le lezioni.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale, alla quale si accede superando una prova scritta. La prova consiste in una serie di domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente della teoria della probabilità e la sua capacità di risolvere semplici problemi pratici.

#### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore

### 35029 - MATEMATICA DISCRETA LS

<b>Docente:</b>	BONETTI FLAVIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica - [A-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### 44825 - MATERIALI CERAMICI LS

<b>Docente:</b>	TIMELLINI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di approfondire alcuni temi della scienza e tecnologia della ceramica, che uniscono il notevole interesse scientifico ad applicazioni tecniche ed industriali concrete, di grande attualità ed in diversa misura innovative.

Gli studenti vengono guidati all'approfondimento dei principali aspetti scientifici e tecnologici, alla conoscenza dei metodi ed alla capacità di specificare misure e prove di caratterizzazione, alla corretta valutazione ed utilizzo dei risultati.

**Programma / Contenuti****I ceramici strutturali: caratteristiche meccaniche ed affidabilità**

La meccanica della frattura dei materiali ceramici. Le proprietà meccaniche dei ceramici: metodi di misura distruttivi e non distruttivi. Metodi statistici per la previsione dell'affidabilità in esercizio. Applicazioni ai ceramici industriali (laterizi) ed alle ceramiche tecniche avanzate. Ceramici e tenacità a frattura.

**Rivestimenti superficiali dei materiali ceramici.**

Smalti e coating per ceramici industriali e ceramiche tecniche avanzate. Applicazioni: gli smalti per piastrelle di ceramica: formulazioni, ruolo dei diversi costituenti, proprietà e loro misura (reologia, fusibilità e viscosità ad alta temperatura, etc.). Nuove tendenze. Processi e tecniche di deposizione di coating: sol-gel, cvd, pvd, etc.: aspetti tecnici e tecnologici.

**Materiali ceramici per edilizia e relativi sistemi: durabilità e degrado.**

Metodologia di indagine: identificazione e descrizione delle diverse patologie, specificazione di procedure e strumenti di diagnosi, analisi ed individuazione delle cause possibili, linee guida per la prevenzione del degrado e per l'assicurazione della durabilità.

**Ceramica e ambiente. Le migliori tecniche disponibili nel settore delle piastrelle di ceramica**

Definizione di indicatori di prestazione ambientale per specifica e verifica delle BAT secondo quanto prescritto dalla Direttiva IPPC (96/61/CE).

**Testi / Bibliografia**

M.F.Ashby, D.R.H.Jones – Engineering Materials Vol. I & 2 – Elsevier, 2005

L.Bertolini – Materiali da costruzione. Vol. I: Degrado, prevenzione, diagnosi e restauro. Ed. Città Studi, 2006

G.Rinaldi – Materiali per l'ingegneria – Ed. Siderea, 1996

**Metodi didattici**

Lezioni frontali

Esercitazioni: analisi e valutazioni comparative di specifiche tecniche di materiali. Calcoli.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense delle lezioni ed altre pubblicazioni specifiche distribuite dal Docente

**57954 - MATERIALI POLIMERICI L**

**Docente:** SACCANI ANDREA

**Corso di Laurea:** 0044 - Ingegneria chimica

**Ciclo:** 2

**Crediti:** 3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso ha come finalità il fornire agli studenti nozioni generali sul collegamento fra struttura e microstruttura dei materiali macromolecolari ed il loro comportamento chimico, termico, meccanico e reologico. Viene analizzato il ciclo di vita del materiale polimerico dalla fase di trasformazione al possibile riciclo. Vengono inoltre forniti criteri di massima sulla guida alla scelta tra i differenti materiali polimerici in base ai requisiti di utilizzo.

**Programma / Contenuti**

Concetto di macromolecola e principali tipologie di classificazione delle macromolecole. Correlazione fra struttura, peso molecolare e proprietà termiche. Proprietà meccaniche: viscoelasticità e dipendenza dalle variabili tempo-temperatura e frequenza. Fenomeni di *crazing* e *aging* fisico. Processi di degradazione. Riciclo delle materie plastiche. Cenni alle proprietà reologiche dei polimeri ed alla loro dipendenza dalla struttura

della catena. Problematiche relative alle principali tecnologie di trasformazione (estrusione, stampaggio ad iniezione)

### Testi / Bibliografia

Autori Vari 'Scienza e tecnologia dei materiali polimerici' Casa Editrice EdiSES (2001)

P.C. Painter, M. M. Coleman 'Fundamentals of polymer science' Second Edition Casa Editrice Technomic (1997)

Cowie 'Polymers: chemistry and physics of modern materials' Casa Editrice Blackie (1996)

Copie dei testi sono a disposizione presso la Biblioteca Dore

### Metodi didattici

Lezioni frontali con uso di videoproiettore

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica consiste in un colloquio finale

### Strumenti a supporto della didattica

Vengono fornite copie cartacee o su supporto digitale dei lucidi proiettati durante il Corso

## 30335 - MATERIALS CHARACTERIZATION

<b>Docente:</b>	MOTORI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Inglese

### Programma / Contenuti

#### Misurazione delle grandezze fisiche.

Generalità sui sistemi di misura. Analisi degli errori di misura. Valutazione delle prestazioni di un materiale. Trattazione statistica dei dati sperimentali: concetti generali; distribuzioni di Weibull, t-Student, Chi-quadro. Normativa.

#### Misurazione di proprietà meccaniche.

Rigidità: sforzi e deformazioni. Prove di trazione, compressione, flessione e torsione. Metodologie di prova e relativa strumentazione. Esempi relativi a diversi materiali.

Snervamento: carico di snervamento in trazione. Metodologie di prova. Esempi relativi a diversi materiali.

Frattura: richiami di meccanica della frattura lineare elastica. Metodologie di prova e tecniche sperimentali per la valutazione dei valori critici  $K_{Ic}$  e  $G_c$ . Normativa. Esempi relativi a diversi materiali. Richiami di meccanica della frattura elasto-plastica. Tecniche sperimentali per la valutazione del valore critico  $J_c$ .

Normativa. Esempi relativi a diversi materiali.

Resistenza all'impatto. Tecniche tradizionali: prove di Charpy e Izod. Prove di meccanica della frattura in impatto. Esempi relativi a diversi materiali.

Resistenza a fatica. Diagrammi di Wohler. Applicazione della meccanica della frattura alla propagazione di una cricca per fatica. Metodologie sperimentali. Esempi relativi a diversi materiali.

Proprietà viscoelastiche. Moduli dinamici. Tecniche sperimentali. Esempi.

Proprietà reologiche. Tecniche sperimentali ed elaborazioni dei dati. Esempi.

Proprietà di superficie. Durezza. Resistenza all'abrasione. Resistenza all'usura. Tecniche sperimentali.

Normativa. Esempi.

#### Misurazione di proprietà termiche.

Coefficiente di espansione termica. Calore specifico. Conducibilità termica. Temperature di transizione. Tecniche sperimentali di misura: dilatometria, analisi termomeccanica, calorimetria e analisi termica differenziale. Normativa. Esempi.

Misurazione di proprietà elettriche.

Conducibilità elettrica, costante dielettrica, fattore di perdita, rigidità dielettrica. Tecniche sperimentali. Normativa. Esempi.

Studio della microstruttura dei materiali.

Microscopia ottica. Microscopia elettronica e microanalisi. Esempi.

### Testi / Bibliografia

- BRUNELLI, *Strumentazione di misura e controllo nelle applicazioni industriali* (voll. I e II), GISI (Milano).  
 BECKWITH, MARANGONI, LIENHARD, *Mechanical measurements*, Addison-Wesley Publishing Company (Reading, Ma, USA).  
 BROEK, *The practical use of fracture mechanics*, Kluwer Academic Press (Dordrecht, The Netherlands).  
 CALLISTER, *Materials Science and Engineering: an introduction*, Wiley and Sons (New York, USA).  
 AIM, *Il comportamento termico dei materiali polimerici*.  
 AIM, *Il comportamento elettrico dei materiali polimerici*.  
 STANDARDS (EN, ISO, ASTM, etc.).

### Metodi didattici

Esercitazioni pratiche in laboratorio, relative alla caratterizzazione dei materiali, saranno condotte nel corso di "Materials characterization and laboratory - Laboratory of materials characterization".

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in un colloquio orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Laboratori per esercitazioni pratiche sulla determinazione sperimentale di proprietà chimico-fisiche, meccaniche ed elettriche dei materiali.

## 29195 - MATERIALS CHARACTERIZATION M

- Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo  
**Mutuato da:** 30335 - MATERIALS CHARACTERIZATION (vedi p. 767)

## 30678 - MATHEMATICAL METHODS

- Docente:** FERRI MASSIMO  
**Corso di Laurea:** 0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 6  
**Lingua:** Inglese

### Programma / Contenuti

Teoria Grafi e sottografi. Alberi. Connettività. Cicli di Eulero e di Hamilton. Accoppiamenti. Colorazioni di spigoli. Insiemi indipendenti e cricche. Colorazioni di vertici. Grafi planari. Grafi orientati. Reti. Spazi dei cicli e degli insiemi di taglio. Esercitazioni Modellazione di problemi con grafi. Scrittura ed elaborazione delle matrici associate a grafi. Calcolo di invarianti dei grafi. Risoluzione di problemi elementari di grafi.

**Testi / Bibliografia****Testo ufficiale:**

J.A. Bondy and U.S.R. Murty, "Graph theory with applications", North Holland, 1976.

Scaricabile gratuitamente da <http://www.ecp6.jussieu.fr/pageperso/bondy/books/gtwa/gtwa> (24 MB).

**Testi di supporto:**

J.A. Bondy and U.S.R. Murty, "Graph theory", Springer Series: Graduate Texts in Mathematics, Vol. 244 (2008)

R. Diestel, "Graph theory", Springer Series: Graduate Texts in Mathematics, Vol. 173 (2005)

Scaricabile gratuitamente da <http://www.math.uni-hamburg.de/home/diestel/books/graph.theory/GraphTheoryIII.counted.pdf> (3 MB).

**Metodi didattici**

Lezione frontale tradizionale.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Test a scelta multipla in itinere e relazione finale monotematica.

**Strumenti a supporto della didattica**

Software dedicato.

**29161 - MATHEMATICAL METHODS M**

**Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo

**Mutuato da:** 30678 - MATHEMATICAL METHODS (vedi p. 768)

**18038 - MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE L**

**Docente:** RUBINI RICCARDO

**Corso di Laurea:** 0049 - Ingegneria gestionale

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento fornisce agli allievi ingegneri gestionali i concetti ed i metodi per la progettazione funzionale delle macchine e per l'analisi dei problemi connessi con il loro impiego

**Programma / Contenuti**

LA COMPOSIZIONE DEI MECCANISMI. Macchina e meccanismo. Coppie cinematiche. Tipi di contatto fra elementi cinematici. Gradi di libertà delle coppie cinematiche. Catena cinematica e meccanismo. Gradi di libertà di un meccanismo piano. Gradi di libertà di un meccanismo nello spazio. Meccanismi con più di un grado di libertà. FORZE AGENTI SULLE MACCHINE. Forze interne. Lavoro d'attrito. Definizione di rendimento. Rendimento di macchine disposte in serie e in parallelo. Moto retrogrado. Contatto di strisciamento fra solidi. Leggi che governano l'attrito di strisciamento. Attrito di strisciamento in condizioni di lubrificazione limite. Applicazione della legge di Coulomb. Il piano inclinato. La coppia rotoidale. La coppia elicoidale. L'usura e l'ipotesi del Reye. Applicazione dell'ipotesi del Reye alla coppia rotoidale di spinta. Contatto di rotolamento. Il comportamento delle ruote nella locomozione. I SISTEMI ARTICOLATI. Richiami di cinematica del corpo rigido nel piano e nello spazio. Centro d'istantanea rotazione. Accelerazione dei punti di un corpo rigido nel piano. Analisi cinematica grafica del quadrilatero articolato e del manovellismo di spinta. Espressioni analitiche della velocità e accelerazione del corsoio del manovellismo di spinta centrato.

**RUOTE DENTATE E ROTISMI.** Ruote dentate cilindriche ad evolvente: proporzionamento. Condizione di non interferenza. Rotismi ordinari. Rotismi epicicloidali. Differenziale a ruote coniche. Rapporti fra i momenti esterni agenti su di un rotismo. **ORGANI FLESSIBILI.** Rigidezza degli organi flessibili. Pulegge fisse e mobili. Paranchi e loro rendimento. **RICHIAMI DI DINAMICA.** Forze d'inerzia. Energia cinetica. Masse di sostituzione. Equazioni fondamentali della dinamica delle macchine. Transitori di avviamento. **VIBRAZIONI.** Oscillazioni libere di un sistema ad un grado di libertà. Oscillazioni forzate di un sistema ad un grado di libertà. Isolamento delle oscillazioni. Proporzionamento delle sospensioni. Strumenti sismici. **EQUILIBRATURA DEGLI ALBERI ROTANTI.** Squilibrio statico e dinamico. Metodi per l'esecuzione dell'equilibratura di un albero. **DINAMICA DELLE MACCHINE ALTERNATIVE.** Equilibrio dinamico di una macchina alternativa. Energia cinetica di una macchina alternativa. **DINAMICA DEGLI IMPIANTI FUNZIONANTI IN CONDIZIONE DI REGIME PERIODICO.** Grado d'irregolarità. Calcolo del momento d'inerzia del volano. Procedimento grafico-analitico per il calcolo del grado d'irregolarità e del volano. **ESERCITAZIONI:** vengono svolte esercitazioni sui principali argomenti del corso, alcune di queste, opportunamente segnalate, devono essere svolte e riportate su apposito quaderno da presentare in sede d'esame.

### Testi / Bibliografia

E. FUNAIOLI A. MAGGIORE U. MENEGHETTI **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE. PARTE PRIMA: MECCANICA DELLE MACCHINE.** ED. PATRON

### Metodi didattici

Il corso si sviluppa in 33 ore di lezione tenute in aula dal docente e da 17 ore di esercitazione svolte in aula dal tutore del corso

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale che comprende almeno tre domande (statica, cinematica, dinamica) su tutti gli argomenti trattati nelle ore di lezione e di esercitazione

**N.B. (NON PER STUDENTI SOCRATES/ERASMUS):** alcune esercitazioni studiate durante il corso ed opportunamente segnalate devono essere svolte e riportate su apposito quaderno da presentare in sede d'esame.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili in copisteria di Facoltà delle dispense con i testi delle esercitazioni che vengono svolte in aula durante il corso (NON PER STUDENTI SOCRATES/ERASMUS)

## 18038 - MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE L

<b>Docente:</b>	CATANIA GIUSEPPE
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'analisi, la verifica e la progettazione dei sistemi meccanici comunemente utilizzati nell'ingegneria industriale. Sono inoltre forniti alcuni cenni sulle convenzioni del disegno meccanico ed alcune applicazioni riguardanti la dinamica dei sistemi vibranti.

### Programma / Contenuti

1. Macchine e meccanismi. Definizioni. Modello meccanico. Analisi cinematica e dinamica. Gradi di libertà (gdl). Rendimento meccanico. Moto diretto e retrogrado. 2. Analisi cinematica di meccanismi piani. Modello cinematico: membri rigidi, coppie cinematiche elementari. Metodi analitici per l'analisi di posizione, velocità ed accelerazione. Il manovellismo di spinta. Il quadrilatero articolato. Applicazioni su modelli a catena chiusa,

a catena aperta e misti. 3. Analisi statica di meccanismi piani. Le equazioni cardinali della statica. Modelli a membro libero. Reazioni vincolari nelle coppie cinematiche elementari. Effetto dell'attrito Coulombiano e di rotolamento. Usura. Metodi diretti analitici e grafici per l'analisi statica. Statica elementare dei veicoli su ruote. Principio di sovrapposizione degli effetti. Metodi energetici: il principio dei lavori virtuali. Influenza di vincoli elastici lineari. 4. Meccanica delle vibrazioni. Modello a parametri concentrati. Riduzione a modelli ad un gdl. Vibrazioni libere. Frequenza naturale  $f_n$  e rapporto di smorzamento  $z$ . Vibrazioni forzate. Isolamento dalle vibrazioni. Progetto di sospensioni e fondazioni. Massa sismica e misura delle vibrazioni. Determinazione sperimentale di  $f_n$  e  $z$ . Smorzatore dinamico di vibrazioni. 5. Componenti ed organi di macchina. Freno a ceppi flottanti. Ipotesi di Reye. La coppia rotoideale di spinta. Freni a disco. Freni ed innesti a frizione conici. Macchine di sollevamento. Trasmissione del moto mediante cinghie piate e trapezoidali. Freni a nastro. Ingranaggi: analisi cinematica e profili ad evolvente. Rapporto di trasmissione, proporzionamento modulare. Ingranaggi cilindrici a denti dritti ed elicoidali, ingranaggi conici, ingranaggio a vite e ruota elicoidale (cenni). Taglio delle dentature (cenni). Forze trasmesse nelle dentature. Rotismi ordinari e planetari. Formula di Willis. Differenziale per trazione automobilistica. Giunti rigidi e flessibili; innesti. Giunto di Cardano: analisi cinematica. Cuscinetti volventi. Cuscinetti volventi. Rotori: velocità critiche dei rotorii flessibili; equilibratura di rotorii rigidi. 6. Convenzioni e normative unificate del disegno meccanico. Rappresentazione delle viste principali. Scelta delle viste. Viste in sezione, sezioni locali. Quotatura di particolari meccanici. Rappresentazione di tolleranze dimensionali e geometriche, e della rugosità delle superfici. Rappresentazione unificata delle filettature, delle ruote dentate, di profili scanalati. Collegamenti. Complessivi.

### Testi / Bibliografia

- E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, *Lezioni di Meccanica applicata alle macchine*, Patron, Bologna, 1987, vol.I, II;  
 B. Paul, *Kinematics and Dynamics of planar machinery*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. USA, 1979;  
 S. Doughty, *Mechanics of Machines*, J. Wiley, New York, USA, 1988;  
 C. E. Wilson, J. P. Sadler, W. J. Michels, *Kinematics and Dynamics of Machinery*, Harper and Row, New York, USA, 1983;  
 W.T. Thomson, *Theory of vibration with applications*, Chapman & Hall, London, UK, IV ed., 1993;  
 M.L. James, G.M. Smith, J.C. Wolford, P.W. Whaley, *Vibration of Mechanical and Structural Systems*, Harper & Row, NY, USA, 1989;  
 SKF, *I cuscinetti volventi*, quaderno SKF 1335-I, Torino, 1989 (disponibili gratuitamente su prenotazione);  
 M. Griseni, SKF, *Elementi di meccanica delle trasmissioni: calcolo degli sforzi sui supporti*, quaderno SKF 1160I, Torino 1996 (disponibili gratuitamente su prenotazione);

### Metodi didattici

Al corso verrà affiancato un seminario sulle convenzioni del disegno meccanico ed alcune esercitazioni numeriche guidate in aula dal Tutor.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Durante le ore di esercitazione, svolte prevalentemente nella giornata di venerdì, verranno proposti alcuni esercizi applicativi riguardanti i seguenti argomenti:

- analisi statica di meccanismi piani mediante tecniche grafiche;
- analisi cinematica di meccanismi piani mediante tecniche analitiche ed analisi statica mediante applicazione del principio dei lavori virtuali;
- analisi cinematica di rotismi ordinari ed epicicloidali;
- vibrazioni meccaniche;
- convenzioni e normative unificate del disegno meccanico.

Gli studenti dovranno risolvere gli esercizi proposti durante le ore di esercitazione assieme ad altri forniti dal docente e dal tutore responsabile delle esercitazioni, e preparare alcune tavole di disegno meccanico, a matita

su fogli A4 oppure A3, a mano libera, secondo le indicazioni ed il materiale fornito dal tutore. **Il materiale dovrà essere raccolto** (ad es. gli esercizi su quaderno e le tavole raccolte in carpetta, **ogni foglio dovrà riportare a penna nome, cognome e numero di matricola**) e presentato all'esame, e potrà essere considerato nella valutazione complessiva. **Si consiglia pertanto di correggere le tavole prima della prova di esame finale**, durante gli orari di ricevimento del docente, o del tutore.

**L'esame consta di una prova scritta, seguita da una prova orale integrativa**

. Durante il corso lo studente avrà la possibilità di svolgere **due prove scritte preliminari**, della durata ciascuna di circa 1 ora, riguardanti la **prima parte** (analisi cinematica e statica di meccanismi mediante metodi grafici ed analitici) e la **seconda parte** del corso (rotismi e meccanica delle vibrazioni). Le date degli appelli preliminari sono indicativamente:

- metà novembre, parte (1);
- inizio dicembre, parte (1) e parte (2);
- fine dicembre, prima della pausa delle festività, recupero parte (1) e parte (2);
- metà gennaio, recupero parte (1) e parte (2).

**Ogni prova**

(parte (1) e parte (2)) può essere sostenuta **al massimo due volte**, ma lo studente può ritirarsi dopo circa 5 minuti la sottomissione della prova, e in questo caso la partecipazione all'esame non verrà verbalizzata.

Nell'ambito degli appelli preliminari, con eccezione la prima data, può essere sostenuta la prova riguardante la sola parte (1), la sola parte (2). oppure entrambe.

**La prova orale integrativa non è obbligatoria qualora il candidato abbia ottenuto una valutazione superiore o uguale a 24/30 in entrambe le prove preliminari**

. La valutazione finale sarà in questo caso il valore medio le due votazioni conseguite. **Lo studente dovrà comunque consegnare gli esercizi e i disegni meccanici** svolti durante il corso, e verrà verificata la loro correttezza prima della verbalizzazione: **lo studente verrà invitato a ripresentarsi qualora alcuni esercizi o tavole di disegno presentino errori**. A discrezione dello studente, potrà comunque seguire prova orale integrativa: la data dell'appello orale verrà definita mediante accordo con il docente.

Lo studente può sostenere l'esame durante appelli diversi da quelli preliminari sopra riportati. In questo caso il candidato può accordarsi direttamente con il docente per fissare la data relativa alla prova scritta ed a quella orale. Le date possono coincidere. Al di fuori degli appelli preliminari, **la prova orale è sempre obbligatoria**.

La valutazione complessiva  $V$  dell'esame relativo al corso integrato Meccanica delle macchine e dei materiali verrà definita in base alla valutazione riportata negli esami di Meccanica applicata alle Macchine ( $V_{mac}$ ) e Meccanica dei materiali ( $V_{mat}$ ), secondo il seguente algoritmo: , dove  $\lceil$  è l'operatore di arrotondamento intero verso .

**Strumenti a supporto della didattica**

Manoscritti redatti dal docente.

## 17386 - MECCANICA DEGLI AZIONAMENTI L

<b>Docente:</b>	MENEGHETTI UMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivi didattici: fornire conoscenze di base per lo studio dei problemi di modellazione, analisi e sintesi relativi all'accoppiamento motore-utilizzatore, con particolare riguardo alle trasmissioni meccaniche e alla realizzazione di assegnate leggi di moto.

## Programma / Contenuti

- 1. Accoppiamento motore-utilizzatore.** Misura della potenza. Scelta del motore in base alla potenza. Esempi numerici. Caratteristica meccanica e suo rilievo sperimentale. Funzionamento a regime. Stabilità. Transitorio di avviamento. Riduzione delle inerzie e delle coppie. Il problema della regolazione.
- 2. Giunti.** Tipologia dei giunti. Disallineamento. Giunti rigidi. Giunti mobili. Coppie secondarie. Giunti flessibili. Giunti torsionalmente cedevoli. Rilievo sperimentale del disallineamento.
- 3. Freni e innesti.** Freni industriali. Frenatura. Calcolo del momento frenante. Energia dissipata nella frenatura. Innessi. Lavoro dissipato nella fase di innesto. Innessi a denti. Innessi a frizione. Transitorio di innesto di una frizione. Lavoro dissipato nell'innesto. Giunto idraulico.
- 4. Trasmissioni meccaniche.** Brevi richiami sulle trasmissioni con cinghie e con catene. Ruote dentate e rotismi. Motoriduttori. Scelta del motoriduttore. Esempi numerici. Motovariatori. Scelta del motovariatore. Esempio numerico. Rotismi epicicloidali: Riduttori e Rotismi combinatori. Cambi automatici con rotismi epicicloidali.
- 5. Viti a circolazione di sfere.** Proprietà e caratteristiche delle viti a circolazione di sfere.
- 6. Modellazione elastodinamica dei meccanismi.** Modellazione elastodinamica di una trasmissione con vite a circolazione di sfere.
- 7. Progettazione del movimento.** La progettazione del movimento. Proprietà della legge di moto.
- 8. Camme.** Camme e meccanismi con camme. Tipologia. Tracciamento di una camma a disco. Analisi cinematica. Analisi statica. Angolo di spinta. Scelta della legge di moto. Raggio di curvatura. Sottotaglio. Sintesi di una camma. Raggio di base. Camme spaziali. Altre considerazioni sulla scelta della legge di moto.
- 9. Meccanismi per moto intermittente.** Ruote libere. Meccanismi con ruota libera. Croce di Malta. Intermittitori.
- 10. Sistemi articolati piani.** Sintesi del quadrilatero articolato manovella-bilanciere. Meccanismi a ritorno rapido. Meccanismi con indugio. Guide rettilinee. Moltiplicatori di forza.
- 11. Sistemi articolati spaziali.** Matrici di trasformazione. Analisi di posizione di sistemi articolati in catena chiusa. Introduzione ai manipolatori di robot industriali: analisi cinematica diretta e inversa.
- 12. Introduzione all'oleoidraulica.** Principi generali dell'oleoidraulica. Pompe e motori a ingranaggi, a palette, a pistoni radiali. Pompe e motori a pistoni assiali. Cilindri idraulici. Distributori. Valvole di non ritorno. Valvole limitatrici di pressione. Altri componenti dei circuiti oleoidraulici. Esempi di calcoli relativi ad azionamenti oleoidraulici. Trasmissione idrostatica. Regolazione.

**Esercitazioni:** Applicazioni ed esempi di azionamenti.

## Testi / Bibliografia

- E.Funaioli, A.Maggiore, U.Meneghetti, LEZIONI DI MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE, SECONDA PARTE: ELEMENTI DI MECCANICA DEGLI AZIONAMENTI. Patron Editore, 2007, ISBN 978 88 555 2948 8
- Sew-Eurodrive, MANUALE DEGLI ORGANI DI COMANDO. Tecniche Nuove, 1985, ISBN 88 7081 099 2
- P.L.Magnani, G.Ruggieri, MECCANISMI PER MACCHINE AUTOMATICHE. Utet, 1986, ISBN 88 02 03934 8
- Assofluid, L'OLEOIDRAULICA NELL'AMBITO INDUSTRIALE E MOBILE. Giugno 2004

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Due prove scritte in itinere (facoltative), il cui superamento esonera dalla parte scritta dell'esame finale.

Esame finale orale, preceduto da una prova scritta di ammissione per gli allievi che non ne hanno ottenuto l'esonero.

**Strumenti a supporto della didattica**

Appunti fotocopiati.

**29215 - MECCANICA DEI FLUIDI E FENOMENI DI TRASPORTO M**

<b>Docente:</b>	SARTI GIULIO CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

**54793 - MECCANICA DEI MATERIALI INNOVATIVI LS**

<b>Docente:</b>	PASCAL GUIDOTTI MAGNANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza delle proprietà meccaniche di materiali innovativi. Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consenta loro di scegliere i materiali per applicazioni innovative nell'ingegneria civile, con riferimento a nuove costruzioni e ad interventi di riabilitazione strutturale.

**Programma / Contenuti**Materiali compositi fibrosi a matrice polimerica (FRP)

Materiali costituenti: matrici, fibre, tessuti. Processi di fabbricazione. Sistemi e tecnologie di applicazione per il rinforzo delle strutture civili. Meccanismi di crisi: trazione parallela alle fibre, taglio nel piano, trazione non parallela alle fibre, compressione. Macromeccanica della lamina: trasformazioni delle tensioni e delle deformazioni, criteri di crisi, caratterizzazione meccanica. Micromeccanica della lamina: valutazione delle costanti elastiche e della tensione di rottura. Caratterizzazione sperimentale dei materiali componenti: fibre e tessuti, resine. Caratterizzazione sperimentale delle lamine: normativa, preparazione dei provini, determinazione delle frazioni volumetriche, prove di trazione, prove di compressione, prove di taglio nel piano. Caratterizzazione sperimentale delle barre: prove di trazione, prove di aderenza. Controllo delle applicazioni: prove semidistruttive, prove non distruttive. Monitoraggio: tipologie e proprietà dei sensori a fibra ottica.

Materiali compositi fibrosi a matrice cementizia (FRCM)

Materiali costituenti. Sistemi e tecnologie di applicazione per il rinforzo delle strutture civili. Meccanismi di crisi.

Calcestruzzi speciali

Calcestruzzi ad alte prestazioni, autocompattanti, leggeri, a ritiro compensato, polimero-impregnati, spruzzati.

Calcestruzzi fibrorinforzati (FRC)

Materiali costituenti: fibre, matrice. Applicazioni. Comportamento a trazione: teoria delle miscele, volume critico di fibre, legame costitutivo in trazione, lunghezza di trasferimento, valutazione dell'ampiezza media

delle fessure, curve reali, crisi per sfilamento delle fibre, prove di trazione. Comportamento in flessione: comportamento in relazione alla percentuale di fibre, caratterizzazione sperimentale, prove in controllo di spostamento e di CMOD, procedure secondo norme UNI e ASTM.

#### Materiali piezoelettrici

Generalità, caratteristiche, modellazione ed applicazioni.

#### Materiali a memoria di forma

Generalità, caratteristiche, modellazione ed applicazioni.

#### Rinforzo delle murature

Materiali e tecniche: iniezioni, perforazioni armate, lastre armate, tiranti, confinamento di elementi compressi con tecniche tradizionali e con materiali compositi.

#### Metodi innovativi per la diagnostica delle strutture

Metodo Impact-Echo e metodo Radar: principi fisici, strumentazione, procedure operative, applicazioni.

#### Vetro strutturale

Materiali, aspetti progettuali e applicazioni.

### Metodi didattici

Lezioni in aula ed esercitazioni in laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, laboratori.

## 18037 - MECCANICA DEI MATERIALI L

<b>Docente:</b>	CUSTODI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento intende fornire le conoscenze di base della meccanica dei materiali e far conseguire le abilità per compiere analisi e verifiche strutturali, in particolare per travi in campo elasto-plastico.

### Programma / Contenuti

- Il comportamento dei materiali.
- Evidenza sperimentale e modelli costitutivi.
- Elementi di meccanica della frattura.
- Il legame elasto-plastico incrementale.
- Il collasso plastico di travi inflesse.
- La cerniera plastica.
- L'analisi evolutiva di travi idealmente elasto-plastiche.

### Testi / Bibliografia

- Lucidi e appunti delle lezioni.
- Carpinteri A., *Scienza delle Costruzioni*, Cap. 22, Pitagora Editrice.
- Collepardi M., *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Hoepli.
- Corradi Dell'Acqua L., *Meccanica delle Strutture*, Vol. 1 - *Il comportamento dei mezzi continui*, McGraw-Hill.
- Corradi Dell'Acqua L., *Meccanica delle Strutture*, Vol. 3 - *La valutazione della capacità portante*, McGraw-Hill.
- Hendry A.W., *Statica delle strutture in muratura di mattoni*, Pàtron.
- Pozzati P., *Teoria e tecnica delle strutture*, Vol. 2, Parte 2, UTET.
- Vergani L., *Meccanica dei materiali*, McGraw Hill.

– Viola E., *Scienza delle Costruzioni*, Vol. 1 – *Teoria dell'elasticità*, Pitagora Editrice.

### Metodi didattici

Il programma del corso viene svolto durante le ore di lezione. Le lezioni ed esercitazioni si alternano in modo da guidare gli studenti alla risoluzione di problemi specifici sulla base delle conoscenze man mano acquisite. In genere è programmata una visita al Laboratorio di Resistenza Materiali del DISTART per mostrare dal vivo agli studenti alcune prove su materiali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento è attuata con una prova orale che, nel corso della stessa, può essere integrata dalla risoluzione di un esercizio scritto. Lo scritto integrativo dell'orale prevede la risoluzione di esercizi analoghi a quelli svolti durante il corso. La prova orale inizia con la correzione dell'esercizio scritto e prosegue con alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione.

### Strumenti a supporto della didattica

Nello svolgimento in aula del corso si fa normalmente uso di lavagna luminosa e videoproiettore collegato a personal computer, integrandoli, quando necessario, con l'uso di lavagna e gesso. Agli studenti vengono fornite, prima delle lezioni, copie dei lucidi proiettati. In genere è programmata una visita al Laboratorio di Resistenza Materiali del DISTART.

## 18037 - MECCANICA DEI MATERIALI L

<b>Docente:</b>	SCIORTINO LINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i concetti di base delle meccanica dei materiali, le metodologie per l'analisi strutturale, per la progettazione e/o verifica di elementi strutturali.

### Programma / Contenuti

*Richiami di statica:* forze concentrate e distribuite; operazioni sulle forze.

*Richiami di "Geometria Delle Masse".*

*Il corpo rigido vincolato: elementi di analisi cinematica e statica per la definizione di labilità, isostaticità ed iperstaticità.*

*La trave:* definizione; l'ipotesi di rigidità nello studio delle travi; i vincoli; i carichi e le reazioni; l'azione interna e la curva delle pressioni; strutture isostatiche; strutture iperstatiche (cenni).

*Meccanica dei solidi:* definizione di tensioni e deformazioni; direzioni principali e componenti principali (di tensione e di deformazione).

*Il solido elastico:* le ipotesi fondamentali; la legge di Hooke; il lavoro di deformazione.

*I materiali:* materiali duttili e materiali fragili; criteri di crisi; criteri di sicurezza.

*Analisi delle sollecitazioni nelle travi:* postulato di Saint-Venant; sforzo assiale; flessione; pressoflessione; torsione e taglio; le verifiche di sicurezza.

*Cenni relativi al fenomeno della "fatica"*

*Cenni relativi al "carico di punta".*

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni svolte in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Verranno forniti ausili didattici da fotocopiare.

**44502 - MECCANICA DELLE MACCHINE AUTOMATICHE I**

<b>Docente:</b>	PARENTI CASTELLI VINCENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0454 - Ingegneria meccanica 0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Acquisire gli strumenti necessari per lo studio funzionale, l'analisi e la sintesi dei principali componenti delle macchine automatiche oltre che dell'insieme di sistemi complessi quali, ad esempio, manipolatori industriali.

**Programma / Contenuti**

Introduzione al corso

- terminologia
- automazione rigida e automazione flessibile
- Richiami:
- Analisi di mobilità: formula di Grubler, limiti della formula, esempi
- centro di istantanea rotazione e suo uso nell'analisi cinematica di velocità
- cinematica del corpo rigido e dei moti relativi nello spazio e nel piano
- coefficienti di velocità
- singolarità dei meccanismi
- dinamica del corpo rigido
- principio dei lavoro virtuali
- I meccanismi e la progettazione del movimento:
- classificazione dei movimenti
- il diagramma delle alzate (cenni)
- la sintesi dei meccanismi
- la trasmissione del movimento:
- Irregolarità del moto periodico - Calcolo del momento di inerzia del volano
- Sistemi articolati:
- sistemi articolati piani
- angolo di trasmissione
- manovellismi
- sintesi del manovellismo ordinario
- sintesi del quadrilatero manovella-bilanciere
- sintesi del quadrilatero a doppia manovella
- pentalateri
- moto della biella
- circonferenza dei flessi
- cubica di stazionaria curvatura (cenni)
- esalateri
- meccanismo a ritorno rapido
- meccanismi con indugio
- meccanismi a corsa regolabile

- guide rettilinee
- meccanismi per moto traslatorio
- meccanismi moltiplicatori di forza
- errori dovuti ai giochi e alla costruzione dei meccanismi (cenni)
- Procedimenti generali di sintesi dei sistemi articolati:
- introduzione
- sintesi per punti di precisione
- problema di Burmester
- sintesi mediante analisi ripetute
- sintesi con tecniche di ottimizzazione (cenni)
- Il problema delle vibrazioni:
- analisi elastodinamica (cenni)
- sintesi elastodinamica (cenni)

#### Applicazioni esercitazioni

- Richiami di dinamica del corpo rigido:
- dinamica di una catena spaziale di tipo 3R
- dinamica del quadrilatero articolato
- giroscopio
- Principio dei lavori virtuali e sue applicazioni
- esempi di meccanismi con Solid Edge e Visual Nastran
- esercitazioni (sintesi e analisi) su meccanismi

#### Collaborazioni.

- esercitazioni: ing. Rocco Vertechy, ing. Nicola Sancisi
- seminario prof. G. Vassura (uso di Visual Nastran e Solid Edge nella progettazione di meccanismi per macchine automatiche)

#### Riferimenti bibliografici:

- Funaioli E, Maggiore A., Meneghetti U., "Lezioni di Meccanica applicata alle macchine", Voll. 1-2, Patron Editore, Bologna.
- Magnani P.L., Ruggieri G., "Meccanismi per macchine automatiche", UTET, Torino, 1986.
- Hartenberg R. S., and Denavit J., "Kinematic synthesis of linkages", McGraw-Hill Book Company, 1964.
- Doughty S., "Mechanics of Machines", Wiley International Edition, 1988.
- Sandor G. N. and Erdman A. G., "Advanced mechanism design: analysis and synthesis", Vol. 2, Prentice-Hall International, Inc., 1984.
- Erdman and Sandor, "Analysis and Synthesis of Mechanisms", voll. 1 and 2, 1990, Prentice-Hall.
- Sandler Ben-Zion, "Robotics: Designing the Mechanisms for Automated Machinery", Academic Press, 1999.
- Francis Moon, "Applied Dynamics, with Applications to multibody and Mechatronic Systems", John Wiley & Sons, 1998.
- Suh C.H. and Radcliffe C. W., "Kinematics and Mechanisms Design", John Wiley & Sons, 1978.
- Tsai L.W., "Robot Analysis, The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators", John Wiley & Sons, 1999.
- Levitski, N.I., "Analysis and synthesis of Mechanisms", Amerind Publishing Co., Ltd, 1975.
- Beggs, "Mechanism",
- Cossalter V., Da Lio M., Doria A., "Meccanica applicata alle macchine", Edizioni Progetto, 19e
- Di Benedetto e Pennestri, "Introduzione alla cinematica dei meccanismi", Voll. 1-2, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1993.
- Di Benedetto e Pennestri, "Introduzione alla cinematica dei meccanismi", Vol. 3, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1999.
- Mechiorti Claudio, "Traiettorie per azionamenti elettrici", Editore Progetto Leonardo Bologna, 2000.

**Testi / Bibliografia**

Appunti dalle lezioni tenute dal Prof. Parenti Castelli e copia delle esercitazioni, oltre che un elenco di testi, prevalentemente in lingua inglese, per eventuali approfondimenti della materia.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prove in itinere e/o prova finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Codici di calcolo per l'analisi cinematica e dinamica di manipolatori di robot.

## 18380 - MECCANICA DELLE MACCHINE E AZIONAMENTI MECCANICI L

<b>Docente:</b>	CARRICATO MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consentirà loro di poter affrontare e risolvere, con metodi matematici, classici problemi di cinematica, cinetostatica e dinamica delle macchine.

Apprenderanno i fondamenti delle metodologie che consentono di affrontare problemi tecnici relativi al funzionamento ed alla modellazione dei principali organi di macchine atti alla trasmissione di potenza, nonché all'accoppiamento del motore con l'utilizzatore.

Saranno inoltre posti in grado d'interpretare e fornire informazioni tecniche nel linguaggio del disegno tecnico industriale

**Programma / Contenuti****PARTE I: CINEMATICA E CINETOSTATICA DEI SISTEMI DI CORPI RIGIDI****1. Cinematica del punto**

Posizione, velocità ed accelerazione: rappresentazione intrinseca e cartesiana.

**2. Cinematica del corpo rigido**

Gradi di libertà (gdl). Posizione, velocità ed accelerazione. Moti di corpo rigido. Moti finiti particolari. Moto piano: centro d'istantanea rotazione, polari del moto, teorema di Rivals. Esempi: ruota su rotaia, cuscinetto a rulli cilindrici.

**3. Cinematica dei sistemi di corpi rigidi**

Composizione dei meccanismi. Coppie cinematiche. Computo dei gdl.

Cinematica di meccanismi piani a 1gdl: equazioni di chiusura; analisi di posizione, velocità e accelerazione; singolarità. Esempi: manovellismo ordinario centrato, quadrilatero articolato, cenni sul giunto di Cardano semplice e doppio.

**4. Cinetostatica dei sistemi di corpi rigidi**

Sistemi di vettori applicati. Forze e coppie. Riduzione di sistemi di forze. Reazioni vincolari. Equazioni cardinali della statica. Equilibrio di sistemi piani di due, tre e quattro forze. Esercizi di statica grafica. Principio di D'Alembert e forze d'inerzia. Energia cinetica. Moti dinamicamente piani. Bilancio energetico, principio dei lavori virtuali ed equazioni di Lagrange. Analisi cinetostatica e dinamica per meccanismi isostatici e iperstatici.

Cinetostatica del manovellismo di spinta e del quadrilatero articolato: risoluzione grafica, equilibrio mediante il metodo dell'apertura della catena cinematica, equazioni di Lagrange.

#### 5. Azioni dissipative tra elementi di macchine

Attrito statico e cinetico nei solidi a contatto. Attrito di rotolamento. Modellazione dell'attrito nelle coppie cinematiche. Cenni sulla lubrificazione. Equilibrio di un veicolo in moto piano. Rendimento nel moto diretto e nel moto retrogrado. Macchine disposte in serie ed in parallelo.

### PARTE II: ORGANI DI TRASMISSIONE A RAPPORTO DI TRASMISSIONE COSTANTE

#### 1. Rotismi

Trasmissione del moto con rapporto di trasmissione costante tra assi paralleli e concorrenti. Ruote di frizione.

Tipi di ruote dentate. Ruote dentate cilindriche ad evolvente a denti dritti: geometria e proporzionamento, condizione di non interferenza, cenni sul taglio delle ruote, correzione, trasmissione delle forze. Cenni sugli ingranaggi cilindrici a denti elicoidali, conici, ipoidali e sulla coppia vite-ruota elicoidale. Rotismi ordinari e differenziali.

#### 2. Trasmissioni mediante organi flessibili

Argani e paranchi. Trasmissione del moto tra alberi mediante cinghie piatte, trapezoidali, dentate e catene.

#### 3. Giunti

Giunti rigidi, cedevoli e mobili.

### PARTE III: ORGANI DI TRASMISSIONE A RAPPORTO DI TRASMISSIONE VARIABILE

#### 1. Progettazione del movimento

Tipi di movimento. Il diagramma delle accelerazioni. Coefficienti di velocità, accelerazione e coppia. Leggi di moto elementari e complesse.

#### 2. Sistemi articolati

Sistemi articolati piani a 1gdl: catene cinematiche RRRR, RRRP e RRPP.

#### 3. Meccanismi con camme

Tipi di camme. Analisi cinematica e cinetostatica. Angolo di pressione. Sottotaglio. Comando positivo e accoppiamento di forza.

Meccanismi per moto intermittente: ruote libere, croce di Malta, intermittitori.

#### 4. Innessi e freni

Innessi a denti e ad attrito. Freni meccanici a tamburo ed a disco.

### PARTE IV: DINAMICA DELLE MACCHINE

#### 1. Accoppiamento motore-utilizzatore

Riduzione di forze ed inerzie. Caratteristiche meccaniche di macchine motrici e operatrici.

Funzionamento a regime. Regolazione della velocità. Il problema termico per i motori elettrici. Scelta e verifica di motori, riduttori e motoriduttori. Esempi: azionamenti per slitta traslante e per tavola rotante.

#### 2. Dinamica di macchine ad un gdl

Studio di un transitorio d'avviamento. Scelta di un motore autofrenante e studio del transitorio di frenatura.

#### 3. Vibrazioni di sistemi ad un gdl

Vibrazioni libere e forzate. Isolamento delle vibrazioni. Dinamica dei rotori: squilibrio statico e dinamico, velocità critiche flessionali.

**PARTE V: DISEGNO DI MACCHINE****1. Introduzione alle norme del disegno meccanico**

Norme di unificazione. Metodi di rappresentazione. Proiezioni ortogonali. Rappresentazione delle sezioni. Convenzioni particolari di rappresentazione. Quotatura. Tolleranze dimensionali e geometriche. Rugosità.

**2. Collegamenti di organi meccanici**

Generalità, classificazione e principi di funzionamento. Organi filettati. Collegamenti albero-mozzo. Saldatura, incollaggio e chiodatura. Collegamenti elastici.

**3. Guide**

Guide di strisciamento. Guide di rotolamento: cuscinetti volventi, viti a ricircolo di sfere, guide lineari.

**4. Trasmissioni meccaniche**

Letture di disegni d'insieme. Esempi di trasmissioni complesse: giunti, rotismi ordinari e differenziali, innesti, freni.

**Testi / Bibliografia**

- *Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine - Prima parte: Fondamenti di Meccanica delle Macchine.*  
E. Funaioli, A. Maggiore, U. Menghetti. Patron Editore (ISBN 8855528297).
- *Meccanismi per Macchine Automatiche.*  
P. L. Magnani, G. Ruggieri. Utet (ISBN 8802039348).
- *Manuale degli Organi di Comando.*  
Sew-Eurodrive.Tecniche Nuove (ISBN 8870810992).
- *Disegno Meccanico, Vol. 1 (cap. 2), Vol. 2 (cap. 1-2, 4-8), Vol. 3 (cap. 1-3, 6).*  
G. Manfè, R. Pozza, G. Scarato. Principato Editore (ISBN 8841665718, 8841665726, 8841665734).

**Metodi didattici**

Il corso è basato su lezioni durante le quali saranno trattati gli argomenti in programma e su esercitazioni che proporranno esempi applicativi.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento è costituita da una prova scritta e da una prova orale, basate rispettivamente sullo svolgimento di un esercizio applicativo e sulla discussione degli argomenti svolti durante le lezioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

*Appunti redatti dal docente.*

**57958 - MECCANICA DELLE MACCHINE L**

<b>Docente:</b>	MAGGIORE ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente apprenderà i fondamenti delle metodologie che permettono di affrontare i più importanti problemi tecnici relativi al funzionamento dei meccanismi, come la realizzazione di determinati movimenti, la trasmissione del moto, la trasmissione delle forze, il calcolo e il bilanciamento delle azioni di inerzia, l'accoppiamento tra motore e macchina utilizzatrice, il funzionamento dei sistemi a regime periodico, le vibrazioni meccaniche, la dinamica dei rotori.

Lo studente possiederà altresì gli strumenti concettuali per la *modellazione* dei sistemi meccanici, indispensabile per affrontare in modo corretto ed efficiente i problemi sopra nominati.

## Programma / Contenuti

### 1. Composizione dei meccanismi

*Macchina e meccanismo. Coppie cinematiche. Tipi di contatto fra elementi cinematici. Gradi di libertà delle coppie cinematiche. Catena cinematica e meccanismo. Gradi di libertà di un meccanismo nel piano e nello spazio. Meccanismi con più di un grado di libertà.*

### 2. Forze agenti sulle macchine. Rendimento

*Generalità. Definizione di rendimento. Rendimento di macchine disposte in serie e in parallelo. Moto retrogrado.*

### 3. Forze di contatto fra solidi

*Forze di contatto. Coefficiente di attrito. Lavoro di attrito. Cenni sulle teorie dell'attrito di strisciamento. Attrito di strisciamento in condizioni di lubrificazione limite. L'attrito di rotolamento. L'usura. La coppia prismatica. Piano inclinato. La coppia rotooidale. La coppia elicoidale. La coppia rotooidale di spinta. Contatto ceppo-puleggia. I cuscinetti a rotolamento. Equilibrio di un veicolo in modo rettilineo.*

### 4. Richiami di cinematica del corpo rigido ed applicazione ai meccanismi

*Generalità. Centro di istantanea rotazione. Tracciamento delle traiettorie. Accelerazione dei punti di un corpo rigido nel piano. Moti relativi.*

### 5. I sistemi articolati

*Generalità. Il quadrilatero articolato piano e le sue applicazioni. Trasformazione di un moto rotatorio continuo in un moto rotatorio alterno. Il parallelogramma articolato. Velocità ed accelerazione di un punto della biella nel quadrilatero articolato. La catena cinematica con tre coppie rotooidali ed un coppia prismatica. Il manovellismo di spinta. Velocità ed accelerazioni di punti della biella. La catena cinematica con glifo a croce. Il manovellismo di spinta centrato. Espressioni analitiche della velocità ed accelerazione del corsoio. Il giunto di Cardano.*

### 6. Ruote dentate

*Generalità. Tracciamento dei profili coniugati nel piano. Ruote dentate cilindriche ad evolvente. Proporzionamento delle ruote dentate cilindriche. Cenni sull'ingranamento di due ruote dentate: definizioni di linea di contatto e di arco di azione. Cenni sulla condizione di non interferenza. Cenni sulle ruote dentate cilindriche a denti elicoidali. Trasmissione del moto fra assi concorrenti con ruote di frizione. Trasmissione del moto fra assi concorrenti con ruote dentate. Generalità sulla trasmissione del moto fra assi sghembi con ruote dentate.*

### 8. Rotismi

*Generalità. Rotismi ordinari. Rotismi epicicloidali. Rapporti fra i momenti esterni agenti su di un rotismo.*

### 9. Applicazioni degli organi flessibili. Macchine di sollevamento

*Generalità. Rigidezza degli organi flessibili. Pulegge fisse e mobili. Paranchi e loro rendimento.*

### 10. Applicazioni degli organi flessibili. Trasmissione del moto fra due alberi. Freni a nastro

*Trasmissione del moto fra due alberi con cinghie piate. Cinghie trapezoidali. Trasmissione del moto fra due alberi con catene articolate. Freni a nastro.*

### 11. Richiami di dinamica

*Forze di inerzia. Energia cinetica. Masse di sostituzione. Equazioni fondamentali della dinamica delle macchine.*

### 12. Dinamica dei manovellismi di spinta

*Equilibrio dinamico di una macchina alternativa. Compensazione delle forze di inerzia. Energia cinetica di una macchina alternativa.*

### 13. Dinamica degli impianti funzionanti in condizioni di regime periodico

*Definizione di grado di irregolarità. Calcolo del momento di inerzia del volano. Calcolo del grado di irregolarità e del volano. Calcolo delle dimensioni principali del volano.*

### 14. Vibrazioni di sistemi ad un grado di libertà

*Generalità. Vibrazioni libere. Vibrazioni forzate. Isolamento delle vibrazioni. Vibrazioni forzate con eccitazione arbitraria.*

### 15. Dinamica dei rotori

*Squilibrio statico e dinamico. Metodi per l'esecuzione dell'equilibratura di un rotore.*

**Testi / Bibliografia**

E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, "Lezioni di Meccanica applicata alle macchine - Prima parte: Fondamenti di Meccanica delle macchine", ed. Pàtron, 2005, Bologna, ISBN 88-555-2829-7

**Metodi didattici**

Il corso è basato su lezioni, durante le quali verranno trattati gli argomenti in programma, e su esercitazioni che proporranno esempi applicativi relativi ai temi affrontati nelle lezioni. Alcune di queste esercitazioni dovranno essere elaborate autonomamente dallo studente e presentate alla prova di esame.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante lo svolgimento del corso verranno proposte prove intermedie del cui esito, se positivo, si potrà tener conto nell'esame finale. In assenza di risultati positivi nelle prove intermedie, l'esame finale sarà costituito da una prova scritta che determinerà l'ammissione alla successiva prova orale. Quest'ultima verterà sugli argomenti svolti durante le lezioni e le esercitazioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna luminosa, PC, videoproiettore, modelli di meccanismi.

**44863 - MECCANICA DELLE MACCHINE LS**

<b>Docente:</b>	ZANARINI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire gli elementi essenziali per l'analisi del comportamento cinematico, statico e dinamico dei sistemi meccanici presenti nelle più diffuse macchine motrici e operatrici.

**Programma / Contenuti**

**COMPOSIZIONE DEI MECCANISMI**. Macchina e meccanismo. Coppie cinematiche. Gradi di libertà delle coppie cinematiche. Catena cinematica e meccanismo. Gradi di libertà di un meccanismo piano e di un meccanismo nello spazio. Meccanismi con più di un grado di libertà. **FORZE AGENTI SULLE MACCHINE**. Tipi di contatto fra elementi cinematici. Forze interne. Lavoro d'attrito. Definizione di rendimento. Rendimento di macchine disposte in serie e in parallelo. Moto retrogrado.

**ACCOPIAMENTO MOTORE-UTILIZZATORE**. Misura della potenza. Scelta del motore in base alla potenza e in base alla coppia. Caratteristica meccanica e suo rilievo. Funzionamento a regime. Riduzione delle masse e dei momenti. **ATTRITO E USURA**. L'attrito di strisciamento. Teoria elementare dell'attrito. Applicazioni della legge di Coulomb: piano inclinato, coppia rotoidale, coppia elicoidale. Usura e sue leggi. Ipotesi del Reye: applicazione alla coppia rotoidale di spinta e al contatto fra ceppo e puleggia. Freni a ceppi e a disco. Contatto di rotolamento. Cuscinetti a rotolamento: tipi e applicazioni. Il comportamento delle ruote nella locomozione. **COPPIE CINEMATICHE LUBRIFICATE**. Teoria elementare della lubrificazione fluidodinamica. Applicazioni tecniche. Cenni sulla lubrificazione elastoidrodinamica e sulla lubrificazione fluidostatica. **RICHIAMI DI CINEMATICA**. Richiami di cinematica del corpo rigido nel piano e nello spazio. Centro di istantanea rotazione. Traiettoria, velocità e accelerazione dei punti di un corpo rigido nel piano. **SISTEMI ARTICOLATI**. Generalità sui sistemi articolati. Metodi grafici, analitici e numerici per l'analisi dei sistemi articolati. Manovellismo di spinta centrato. Espressioni analitiche della velocità e dell'accelerazione del corsoio. Velocità ed accelerazione di un punto della biella nel quadrilatero articolato. Applicazione del quadrilatero articolato: trasformazione di un moto rotatorio continuo in un moto rotatorio alterno. Trasmissione delle forze nel quadrilatero articolato. Il parallelogramma articolato. Giunto di Cardano. Cenni sui manipolatori di robot. **RUOTE DENTATE**. Trasmissione del moto fra assi paralleli con ruote

di frizione. Tracciamento dei profili coniugati nel piano. Ruote dentate cilindriche ad evolvente. Definizioni fondamentali e proporzionamento delle dentature. Linea di contatto e arco d'azione. Il problema dell'interferenza dei profili. Cenni sul taglio delle ruote dentate. Ruote a denti elicoidali. Trasmissione del moto fra assi concorrenti con ruote dentate coniche. Cenni sulla trasmissione del moto fra assi sghembi con ruote dentate elicoidali. Coppia vite senza fine-ruota elicoidale. **ROTISMI**. Rotismi ordinari ed epicicloidali. Differenziale. Rapporti fra i momenti esterni agenti su un rotismo. Scelta di un motoriduttore. **ORGANI FLESSIBILI**. Rigidezza degli organi flessibili. Pulegge fisse e mobili. Paranchi e loro rendimento. Freno a nastro. Trasmissione del moto fra due alberi con cinghie piatte. Cenni sul montaggio, sul proporzionamento e sul rendimento della trasmissione a cinghie. Cinghie positive e catene. **RICHIAMI DI DINAMICA**. Forze d'inerzia. Energia cinetica. Masse di sostituzione. Equazioni fondamentali della dinamica. **DINAMICA DEGLI IMPIANTI FUNZIONANTI IN CONDIZIONE DI REGIME PERIODICO**. Grado di irregolarità. Calcolo del grado di irregolarità. Calcolo del volano. **VIBRAZIONI**. Oscillazioni libere e forzate di un sistema ad un grado di libertà. Isolamento delle vibrazioni. Proporzionamento delle sospensioni. Strumenti sismici. Vibrazioni di sistemi a due e molti gradi di libertà. **DINAMICA DEI ROTORI**. Equilibramento di un rotore rigido. Velocità critica di un albero con un unico disco centrale. **INTRODUZIONE ALL'OLEOIDRAULICA**. Componenti fondamentali. Circuiti elementari. Esempi.

### Testi / Bibliografia

E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, *Lezioni di Meccanica applicata alle macchine, Prima parte: Fondamenti di Meccanica delle macchine*. Pàtron, Bologna.

### Metodi didattici

Lezioni frontali in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Esempi di componenti meccanici e modelli fisici di meccanismi.

## 44863 - MECCANICA DELLE MACCHINE LS

<b>Docente:</b>	MENEGHETTI UMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso approfondisce argomenti di Dinamica delle macchine e di Vibrazioni meccaniche che nel corso di Meccanica delle macchine L non sono trattati o sono solo accennati.

### Programma / Contenuti

#### 1. Meccanica delle vibrazioni

- a) **Sistemi discreti**. Sistemi a parametri concentrati ed EDO. Moti liberi, risposta all'impulso, risposta all'eccitazione generica, risposta armonica di un sistema ad un gdl. Metodi energetici e modellazione dei sistemi vibranti. Sistemi a due gdl. Scrittura delle equazioni del moto. Matrici massa e rigidezza. Moto libero. Equazione caratteristica e frequenze proprie. Modi di vibrare. Normalizzazione dei modi. Ortogonalità dei modi. Vibrazioni forzate. Assorbitore dinamico di vibrazioni. Sistemi a molti gdl. Matrice dinamica. Autovalori e autovettori. Ortogonalità degli autovettori. Disaccoppiamento delle equazioni. Smorzamento proporzionale. Approccio modale e pseudomodale. Esempio: Sistema a tre gdl. Esercizio numerico.
- b) **Sistemi continui**. Vibrazioni della corda. Vibrazioni libere, assiali e torsionali, di aste rettilinee. Vibrazioni libere delle travi.

Vibrazioni forzate delle travi. FRF. Vibrazioni libere delle membrane.

c) **Misure di vibrazioni**. Scelta della grandezza, catena di misura. Campionamento e aliasing. Esempio numerico: Veicolo sulle sue sospensioni. Esempio numerico: Vibrazioni forzate di una trave su due appoggi. Trasduttori di vibrazioni. Accelerometro piezoelettrico. Modello a un gdl. Quantizzazione. Analisi del segnale. Serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Trasformata finita. Dispersione. Medie sincrone. Modulazione d'ampiezza. Rilievi sperimentali. Parametri di acquisizione. Misura di frequenze. Definizione della FRF.

d) **Analisi modale**. Misura delle frequenze proprie. Misura dello smorzamento. Fondamenti analitici dell'analisi modale. Rilievo della forma modale.

e) **Modellazione elastodinamica**. Modellazione elastodinamica di aste e travi. Modellazione di meccanismi. Esempi di modellazione di meccanismi. Modellazione di rotismi.

f) **Modellazione e simulazione numerica di meccanismi**. Impiego di codici commerciali.

## 2. Sistemi multicorpo

**Cinematica dei meccanismi spaziali e dei sistemi multicorpo. Introduzione alla dinamica dei sistemi multicorpo.**

## Testi / Bibliografia

Funaioli E., Maggiore A., Meneghetti U., "Lezioni di Meccanica applicata alle macchine", Vol. II

## Metodi didattici

Lezioni in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale finale.

## Strumenti a supporto della didattica

Appunti reperibili nella Copisteria della Biblioteca di Facoltà.

# 23318 - MECCANICA DELLE ROCCE L

<b>Docente:</b>	BERRY PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Gli allievi acquisiranno, attraverso l'approfondimento teorico e le modalità di esecuzione delle diverse prove di laboratorio ed in sito, gli elementi fondamentali di calcolo per valutare le caratteristiche geomeccaniche del materiale roccioso e degli ammassi, lo stato di tensione indotto nel terreno da scavi in sotterraneo ed a cielo aperto, il grado di stabilità e di resistenza delle varie strutture in roccia e su roccia.

## Programma / Contenuti

1. Obiettivi della meccanica delle rocce. Tipi di rocce e loro composizione. Fattori naturali influenzanti il comportamento dei materiali rocciosi. Distinzione tra materiale roccioso ed ammasso roccioso.
2. Cenni sull'analisi delle tensioni e delle deformazioni attorno ad un punto. Cerchi di Mohr. Equazioni di equilibrio ed equazioni di compatibilità. Richiami sulla teoria dell'elasticità. Soluzione di problemi elastici piani mediante l'uso della funzione di sollecitazione di Airy in coordinate polari. Distribuzione delle sollecitazioni tangenziali al contorno di aperture singole e multiple in lastra infinita sottoposta ad uno stato piano di tensione. Comportamento non elastico dei materiali rocciosi. Modelli reologici. Criteri di plasticità. Il caso del tunnel circolare in roccia elastoplastica.
3. Determinazione in laboratorio delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei materiali rocciosi. Modalità esecutive delle prove di compressione monoassiale e triassiale, della prova di trazione

monoassiale, della prova brasiliana, delle prove di taglio diretto, delle prove a carico costante. Caratteristiche volumetriche di una roccia. Influenza del grado di saturazione e della pressione interstiziale sulle caratteristiche di resistenza e deformabilità. Sollecitazioni efficaci. Anisotropia delle rocce. Classificazione del materiale roccioso.

4. Criteri di rottura di Mohr, di Coulomb-Mohr e di Griffith.
5. Indagini in sito per lo studio dell'ammasso roccioso. Impiego dei diagrammi stereografici polari ed equatoriali per la rappresentazione di piani di discontinuità. Indici di qualità dell'ammasso. Determinazione delle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso. Prove di taglio diretto in sito. Determinazione delle caratteristiche di permeabilità dell'ammasso. Misura della pressione neutra. Classificazione dell'ammasso roccioso.
6. Misura dello stato di sollecitazione naturale negli ammassi rocciosi. Metodo dei martinetti idraulici piatti, del deformometro circolare, delle cellette estensimetriche.
7. Applicazioni del metodo dell'equilibrio limite nell'analisi di stabilità di strutture in roccia. Effetti dell'acqua in quiete e dell'acqua in moto. I casi di superfici di scivolamento piane, a cono, circolari e di forma qualsiasi. Uso di diagrammi per le verifiche di stabilità di scarpate e pendii naturali.

### Testi / Bibliografia

1. BIENIAWSKI Z.T. "Engineering Rock Mass Classifications", John Wiley & Sons, Inc., New York 1989.
2. BARLA G. "Meccanica delle Rocce - Teoria e Applicazioni", Parte prima e parte seconda, Cooperativa Libreria Universitaria Torinese. Torino 1974.
3. OBERT L., DUVALL W.I. "Rock Mechanics and the Design of Structures in Rock", John Wiley & Sons, Inc., New York 1967.
4. HOEK E., BRAY J.W. "Rock Slope Engineering", The Institution of Mining and Metallurgy, London 1977.
5. JAEGER J.C., COOK N.G.W. "Fundamentals of Rock Mechanics", Chapman and Hall Ltd, London 1976.
6. AA.VV. "Comprehensive Rock Engineering", Vol.3: "Rock Testing and Site Characterization", J.A. Hudson Editor, Pergamon Press, Oxford 1993.

### Metodi didattici

L'attività didattica è svolta sia in aula con lezioni teoriche ed esercitazioni, sia in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento viene effettuata con una prova orale finale, integrata, eventualmente, da prove in itinere.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi per lavagna luminosa, power point, VHS, descrizione di unità estrattive con esempi pratici e visite in situ.

## 44939 - MECCANICA DELLE STRUTTURE L

<b>Docente:</b>	VIOLA ERASMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento intende ampliare le ipotesi e le metodologie di calcolo assunte nel corso di Scienza delle Costruzioni, introducendo gli elementi di base per l'analisi del comportamento dinamico e non lineare delle strutture.

**Programma / Contenuti****ANALISI MATRICIALE DELLE STRUTTURE**

1) Sistema di tre molle e due nodi liberi: equazioni e schema primale delle teorie fisiche. 2) Dimostrazioni del principio dei lavori virtuali, imposizione dell'equilibrio e della congruenza, relazione tra gli operatori. 3) Principi delle forze e degli spostamenti virtuali, formulazioni alternative della congruenza e dell'equilibrio. 4) Sistema di tre molle e due nodi liberi: equazioni e schema duale delle teorie fisiche. 5) Lavori di deformazione, energia elastica e complementare, formulazione alternativa delle equazioni costitutive, equazioni nello schema delle teorie fisiche. 6) Principio di stazionarietà e di minimo dell'energia potenziale totale e complementare. 7) Formulazioni delle equazioni fondamentali attraverso i principi di stazionarietà, equazioni e schema delle teorie fisiche. 8) Matrice di rigidezza a sforzo assiale: schema delle equazioni e delle variabili, metodo basato sul principio dello spostamento unitario, metodo diretto. 9) Matrice di rigidezza a sforzo assiale: schema delle equazioni e delle variabili, metodi basati sul teorema di Castigliano e sul principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale. 10) Matrice di rigidezza di un sistema di aste in serie: metodo diretto, metodo basato sul teorema di Castigliano, matrici di collocazione. 11) Matrice di rigidezza di un sistema di aste in serie: assemblaggio delle matrici di rigidezza, imposizione delle condizioni di vincolo e formulazione generale, illustrazione grafica della procedura di assemblaggio. 12) Matrice di rigidezza dell'asta nel riferimento globale: metodo diretto, procedimento alternativo. 13) Travatura reticolare piana: vettore dei carichi e degli spostamenti nodali, relazioni nella forma espansa, matrice topologica, somma delle matrici di rigidezza, soluzione formale del problema. 14) Matrice di rigidezza a flessione: equazioni nello schema delle teorie fisiche, funzioni di forma, determinazione della matrice di rigidezza attraverso il metodo diretto. 15) Matrice di rigidezza a flessione: equazioni nello schema delle teorie fisiche, funzioni di forma, determinazione della matrice di rigidezza attraverso il teorema di Castigliano. 16) Costruzione della matrice di rigidezza  $8 \times 8$  di una trave con incastro e appoggio, sollecitata da carichi concentrati. Soluzione formale del sistema di equazioni lineari. 17) Costruzione della matrice di rigidezza  $8 \times 8$  di una trave con incastro e appoggio, sollecitata da carichi concentrati. Numerazione dei nodi per raggruppare termini noti e incogniti. 18) Elementi finiti: introduzione, discretizzazione della struttura e modello di spostamento. 19) Matrice di rigidezza dell'elemento triangolare. 20) Carichi nodali equivalenti per l'elemento finito triangolare. Elemento rettangolare. 21) Schema delle variabili e delle equazioni di un elemento finito. Deduzione dell'equazione di bilancio. 22) Elemento tridimensionale. 23) Elementi finiti di ordine superiore. 24) Equazioni del moto di un sistema discreto. Matrice di massa consistente per la trave a due gradi di libertà. 25) Descrizione del ponte sullo stretto di Messina. 26) Matrice di rigidezza a torsione.

**ONDE ELASTICHE**

1) Equazioni ed operatori di equilibrio, di congruenza e di legame elastico. 2) Equazioni indefinite di equilibrio in termini di spostamenti: notazione estesa, matriciale ed operatoriale, nel caso statico ed in quello dinamico. 3) Schema delle teorie fisiche. 4) Onde tridimensionali longitudinali.

**FORMULAZIONI DEL PROBLEMA DEL CAVO**

1) Equazioni di equilibrio, di congruenza, di legame e fondamentale. 2) Formulazione classica o forte del problema. Formulazione debole o generalizzata. 3) Operatori lineari, funzionali, formulazione variazionale. 4) Fune sollecitata da carico concentrato e distribuito (E. Viola, Esercitazioni S.d. Costruzioni 1).

**FORMULAZIONE DEL PROBLEMA DELLA TRAVE PIANA E DELLA PIASTRA**

1) Geometria della deformazione, caratteristiche di deformazione e componenti di spostamento, equazioni di congruenza in differenti notazioni. 2) Equazioni indefinite di equilibrio e di legame elastico. 3) Principio dei lavori virtuali, equazione fondamentale, schema delle teorie fisiche. 4) Energia elastica di deformazione in

termini di deformazioni, di sforzi interni ed in forma mista. 5) Energia potenziale totale, principi di stazionarietà e di minimo. 6) Linea elastica per la mensola di Timoshenko sollecitata da forza e coppia concentrata. 7) Vibrazioni flessionali delle piastre sottili. Ipotesi cinematica e componenti di deformazione. 8) Tensioni e caratteristiche di sollecitazione. 9) Equazioni indefinite di equilibrio. 10) Equazioni di legame elastico ed equazione fondamentale. 11) Schemi delle teorie fisiche nel caso statico ed in quello dinamico. 12) Vibrazioni libere delle piastre.

#### METODO GENERALIZZATO DI QUADRATURA DIFFERENZIALE

1) Definizione di quadratura differenziale, calcolo delle derivate di primo ordine e di ordine  $n$ -esimo. 2) Polinomi di Lagrange, determinazione dei coefficienti di ponderazione per la derivata prima e per le derivate di ordine  $n$ . 3) Tipi di discretizzazione del dominio e loro caratteristiche. 4) Applicazione del G.D.Q. Method alle funzioni potenza e radice quadrata. Confronto dei risultati numerici ottenuti per le due funzioni. 5) Tecnica dei "Delta points" e sua applicazione alla trave di Eulero-Bernoulli. 6) Trave di Eulero-Bernoulli a sezione variabile: deduzione dell'equazione fondamentale. 7) Applicazione del G.D.Q. Method alle travi a sezione costante e variabile, scrittura del sistema fondamentale e delle condizioni al contorno, determinazione dei parametri cinematici e delle caratteristiche di sollecitazione. 8) Esempi numerici: trave a mensola di sezione costante; trave a sezione variabile doppiamente appoggiata con andamento lineare dell'altezza; trave a mensola di sezione variabile con andamento lineare dell'altezza; trave doppiamente incastrata a sezione variabile con andamento quadratico dell'altezza. 9) Matlab: operazioni tra matrici (inversa, trasposta, determinante, autovalori e composizioni di matrici, divisione a destra e a sinistra, metodo di Gauss). 10) Differenza tra file script e function e loro sintassi. 11) Istruzioni di controllo: sintassi e significato logico di return, for, while, if, else, elseif e end. 12) Operatori logici e relazionali: sintassi e differenze. 13) Significato e sintassi di: clear, clear, format, input, menu, subplot, plot, set, gca,(gcf, text, line, linspace, interp1, spline. 14) Matrici tridimensionali in Matlab: sintassi e applicazione nella tecnica G.D.Q.

#### FONDAMENTI DI DINAMICA DELLE STRUTTURE

1) Introduzione all'analisi dinamica delle strutture: modellazione matematica del problema dinamico, modello geometrico o strutturale, modello delle azioni esterne, modello meccanico o reologico del materiale. 2) Richiami e formulazione unificata dei problemi: numeri complessi, moti armonici, seconda legge di Newton, formulazione unitaria dei problemi. 3) Moto libero dell'oscillatore ad un grado di libertà: oscillatore semplice non smorzato, equazione del moto, frequenza e periodo, ampiezza e fase del moto, identificazione strutturale, oscillatore equivalente, esempio 3.1. 4) Oscillatore semplice smorzato, equazione del moto, sistema criticamente smorzato, sovrasmorzato, sottosmorzato. 5) Eccitazione armonica nei sistemi ad un grado di libertà: oscillatore semplice non smorzato, soluzione del moto oscillatorio forzato, illustrazione dell'ampiezza e della fase della risposta a regime, funzione di risposta in frequenza. 6) Condizione di risonanza (cenni). 7) Eccitazione armonica in presenza di smorzamento, equazione del moto, coefficiente di amplificazione dinamico. 8) Risposta in frequenza, diagrammi del coefficiente di amplificazione dinamico e della fase, zona quasi statica, di risonanza e sismografica. 9) Moto impresso al supporto, soluzione in termini di spostamento relativo, ampiezza della risposta e del moto impresso alla base, squilibrio rotante, schema di funzionamento della vibrodina (esercizio 4.2). 10) Smorzamento nei sistemi ad un grado di libertà: tipi di smorzamento, smorzamento viscoso, energia dissipata dallo smorzatore viscoso, smorzamento isteretico (strutturale), smorzamento per attrito (di Coulomb), ciclo di isteresi per attrito coulombiano, smorzamento viscoso equivalente (esempio 5.1). 11) Metodi per determinare lo smorzamento, decremento logaritmico per smorzamento viscoso, curva di risposta alla risonanza, metodo dell'ampiezza di banda (esempio 5.2). 12) Cenni sui metodi dell'energia: principio di conservazione dell'energia, metodo di Rayleigh (esempio 6.1). 13) Equazione di Lagrange per il sistema ad un grado di libertà. 14) Principio di Hamilton, altra forma dell'equazione di Lagrange. 15) Eccitazione periodica ed analisi armonica: funzioni periodiche e serie di Fourier. 16) Teorema di Dirichlet, esempio 8.1. 17) Forzanti generiche e carichi impulsivi: impulso e quantità di moto, eccitazione impulsiva, funzione di risposta all'impulso, impulso applicato all'istante iniziale, esempio 9.1. 18) Eccitazione arbitraria, condizioni di carico particolari: forza costante, impulso rettangolare, esempio

9.2. 19) Sistemi a due gradi di libertà: scrittura e soluzione dell'equazione del moto: metodo dell'equilibrio dinamico. 20) Sistemi a N gradi di libertà: equazioni del moto, vibrazioni libere: problema agli autovalori, spettro delle frequenze e forme modali, equazioni orarie, Esempio 11.1. 21) Ortogonalità dei modi normali di vibrare, massa e rigidità generalizzata. 22) Condizione di ortonormalizzazione. 23) Teorema di espansione ed analisi modale. 24) Condizioni iniziali non omogenee: equazioni normali, determinazione delle costanti. 25) Sistema smorzato ad N gradi di libertà: formulazione matriciale, strutture debolmente smorzate, smorzamento proporzionale. 26) Riduzione alla forma canonica. 27) Moto impresso ai vincoli del sistema: equazioni differenziali del moto, pulsazioni naturali e forme modali, grandezze generalizzate o modali, equazioni disaccoppiate del moto, risposta nello spazio modale, risposta modale. 28) Rapporto di Rayleigh. 29) Sistemi generalizzati a più gradi di libertà: matrice di flessibilità e di rigidità. Esempi di calcolo dei coefficienti di rigidità col metodo diretto. 30) Vibrazioni delle piastre sottili. Ipotesi cinematica e componenti di deformazione. 31) Tensioni e caratteristiche di sollecitazione. 32) Equazioni indefinite di equilibrio ed equazioni di legame elastico. 33) Equazione fondamentale, schema delle teorie fisiche, variabile energetica. 34) Vibrazioni libere delle piastre, piastre rettangolari.

### Testi / Bibliografia

VIOLA E., "Introduzione all'analisi matriciale delle strutture", Pitagora Editrice, Bologna, 1996.

VIOLA E., "Fondamenti di Dinamica e Vibrazione delle Strutture", Pitagora Editrice, Bologna, 2001, Vol.1.

### Metodi didattici

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e successiva prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore.

## 45220 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI LS

<b>Docente:</b>	CATANIA GIUSEPPE
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per lo studio dei problemi di interesse tecnico connessi con le vibrazioni meccaniche. In particolare, vengono discussi temi quali la modellazione dei sistemi meccanici e i metodi sperimentali per l'analisi delle vibrazioni, e ne vengono illustrate le principali applicazioni tecniche.

### Programma / Contenuti

#### 1. Sistemi discreti

*Sistemi smorzati ad un solo g.d.l.* Risposta di un sistema del primo e del secondo ordine. Funzione risposta in frequenza. Risonanze. Determinazione dello smorzamento. Metodo di Rayleigh.

*Sistemi a molti g.d.l.* Vibrazioni libere. Scrittura delle equazioni del moto. matrice massa e matrice rigidità. Autovalori e autovettori. Ortogonalità dei modi propri.

*Analisi modale.* Disaccoppiamento delle equazioni del moto. Analisi modale. Vibrazioni forzate di sistemi non smorzati. Sistemi smorzati. Dissipazioni viscosi reali e generali.

#### 2. Sistemi continui

*Vibrazioni nei sistemi continui.* La corda vibrante. Vibrazioni longitudinali, torsionali e flessionali di aste e travi. Vibrazioni delle membrane.

### 3. Misure di vibrazioni

*La catena di misura.* L'accelerometro piezoelettrico. Altri componenti della catena. Il convertitore analogico-digitale. Quantizzazione. Aliasing. Errore di dispersione.

*Analisi del segnale.* Analisi nel dominio del tempo, delle ampiezze, della frequenza. La trasformata di Fourier. Applicazioni: Severità di vibrazione, monitoraggio e diagnostica industriale.

### 4. Analisi modale: applicazioni

*Modello strutturale e modello modale. Risposta forzata.* Azioni dissipative trascurabili. Azioni dissipative di tipo viscoso: smorzamento proporzionale e caso generale. Derivazione dell'espressione della funzione di risposta in frequenza (FRF). Ricettanza, mobilità, inerzia. Analisi pseudomodale.

*Modifiche strutturali.* Gradi di libertà (g.d.l.) invariati. Aumento di g.d.l.: accoppiamento elastico di modelli modali e strutturali.

*Sensibilità modale.* Sensibilità alla variazione di frequenze, rapporti di smorzamento e modi propri di vibrazione naturale. Sensibilità alla variazione di FRF. Ipotesi: azioni dissipative trascurabili e di tipo viscoso (smorzamento proporzionale e caso generale). Applicazioni in diagnostica.

5. Modellazione inversa di strutture meccaniche mediante identificazione sperimentale dei parametri modali. *Metodo degli esponenziali complessi.*

*Metodo dell'approssimazione del cerchio nel piano di Nyquist.*

*Indicatore di modo (MIF) e indicatore di modo multiplo (MMIF).* Esempi di applicazione pratica in aula.

6. Modellazione diretta di strutture meccaniche mediante il Metodo dell'Elemento finito (M.E.F.).

*Definizioni e ipotesi.* Richiami di teoria dell'elasticità e delle deformazioni. Principio del minimo dell'energia potenziale totale. Metodo di Ritz. M.E.F. mediante il metodo degli spostamenti. Funzioni di forma (geometria). Funzioni di spostamento.

*Elemento isoparametrico.* Integrazione delle matrici locali di inerzia e rigidezza. Jacobiano. Assemblaggio. Esempi pratici in aula.

*Modellazione di vincoli.* Spostamento assegnato in corrispondenza di g.d.l. del modello e in corrispondenza di punti arbitrari della struttura. Vincoli elastici, precaricati, localizzati e distribuiti. Vincoli generalizzati.

*Condensazione di g.d.l.* Condensazione statica. Condensazione dinamica.

*Modellazione delle azioni dissipative.* Azioni localmente viscoso. Modellazione fenomenologica. Modellazione spettrale. Modellazione a parametri concentrati.

### 7. Validazione sperimentale di modelli analitici.

Ortogonalità degli autovettori rispetto alle matrici di inerzia e rigidezza. Correlazione diretta. *MAC, MSF.*

Modifica (*updating*).

## Testi / Bibliografia

- Bendat, J.S., Piersol, A.G., *Random Data Analysis and Measurement Procedures*, III ed., Wiley, N.Y., 2000;
- Bendat, J.S., Piersol, A.G., *Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis*, II ed., Wiley, N.Y., 1993;
- Bendat, J.S., *Nonlinear System Techniques and Applications*, Wiley, N.Y., 1998;
- Cochlin, I., Cadwallender, W., *Analysis and Design of Dynamic Systems*, III ed., Addison-Wesley, Reading, 1997;
- de Silva, C., W., *Vibrations Fundamentals and Practice*, CRC Press, Boca Raton, 2000,  
[http://www.engnetbase.com/ejournals/books/book\\_summary/summary.asp?id=426](http://www.engnetbase.com/ejournals/books/book_summary/summary.asp?id=426);
- Ewins, D. J., *Modal Testing*, II ed., Research Studies Press, Philadelphia, 2000;
- Fahy, F., *Sound and Structural Vibration*, Academic Press, London, 1985,
- Inman, D.J., *Vibration with control measurement and stability*, Prentice-Hall, London, 1989;
- James, M.L., Smith, G.M., Wolford, J.C., Whaley, P.W., *Vibration of Mechanical and Structural Systems*, Harper & Row, NY, 1989;
- McConnell, K.G., *Vibration Testing theory and practice*, Wiley, N.Y., 1995;
- Meirovitch, L., *Computational Methods in Structural Mechanics*, Sijtoff & Noordhoff, Rockville, Usa, 1980

- Newland, D.E., *Random Vibrations and Spectral Analysis*, II ed., Longman, N.Y., 1984;
- Newland, D.E., *Mechanical Vibration Analysis and Computation*, Longman, Singapore, 1989;
- Thomson, W.T., *Theory of vibration with applications*, Chapman & Hall, London, IV ed., 1993;
- Przemieniecki, J.S., *Theory of Matrix Structural Analysis*, McGraw-Hill, N.Y. 1968;

#### Metodi didattici

Lezione. Esercitazioni numeriche guidate. Esercitazioni sperimentali pratiche in laboratorio.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale oppure discussione di una tesina su un argomento specialistico concordato con il docente e condotto da un gruppo di due/tre studenti.

#### Strumenti a supporto della didattica

Manoscritti redatti dal docente.

link:ftp://asino.ing.unibo.it/pub/catania/mdv

## 01379 - MECCANICA RAZIONALE

<b>Docente:</b>	MURACCHINI AUGUSTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	7

#### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento è dedicato ai sistemi con un numero finito di gradi di libertà; ci si ispira al criterio di procedere ad una graduale generalizzazione degli schemi descrittivi, prendendo le mosse dallo schema newtoniano e passando, poi, allo schema lagrangiano-hamiltoniano della meccanica generalizzata. Il corso ha come finalità quella di fornire le basi fisico-matematiche fondamentali che consentano allo studioso di modellizzare in termini matematici i sistemi fisici che si presentano nelle applicazioni tecniche.

#### Programma / Contenuti

**Cinematica del punto** - Descrizione cinematica del moto di un punto, velocità ed accelerazione e loro rappresentazioni, moti piani in coordinate polari, moti centrali.

**Cinematica dei sistemi** - Vincoli e loro classificazione, sistemi olonomi ed anolonomi, gradi di libertà, spazio delle configurazioni, spostamenti possibili e virtuali di un sistema olonomo, velocità di un sistema olonomo.

**Cinematica del corpo rigido** - Corpo rigido e vincolo di rigidità, riferimento solidale, velocità angolare e formule di Poisson, legge di distribuzione delle velocità, degli spostamenti e delle accelerazioni, derivata di un vettore solidale e teorema di derivazione relativa, angoli di Eulero, formule di Eulero, classificazione dei moti rigidi, atti di moto, teorema di Mozzi.

**Cinematica dei moti relativi** - Teorema di composizione delle velocità e delle accelerazioni, teorema di composizione delle velocità angolari, rotolamento di curve e superfici rigide, puro rotolamento.

**Moti rigidi piani** - Generalità, centro istantaneo di rotazione e proprietà ad esso connesse, traiettorie polari.

**Vettori applicati** - Momento polare ed assiale di un vettore applicato, sistemi di vettori applicati, legge di distribuzione dei momenti, coppie, momento assiale di un sistema di vettori applicati, trinomio invariante, asse centrale, operazioni elementari, sistemi riducibili e teoremi di riducibilità, centro.

**Geometria delle masse** - Massa e densità, baricentro, proprietà di ubicazione del baricentro.

Momenti di inerzia, matrice di inerzia, assi principali di inerzia e loro determinazione, ellissoide di inerzia.

**Lavoro e Potenziale** - Concetto di forza e suo lavoro, forza conservativa e potenziale, lavoro di un sistema di forze, lavoro di un sistema di forze applicate ad un corpo rigido e ad un sistema olonomo.

**I principi della meccanica** - Sistemi di riferimento, principio di inerzia, secondo principio della dinamica, principio di azione e reazione, equazione fondamentale della meccanica rispetto ad una terna non inerziale. Reazioni vincolari, attrito coulombiano, vincoli privi di attrito, principio delle reazioni vincolari, vincoli ideali.

**Cinematica delle masse** - Quantità di moto, momento della quantità di moto, energia cinetica, teorema del moto del baricentro, moto relativo al baricentro, primo e secondo teorema di König. Rappresentazione della quantità di moto, momento della quantità di moto ed energia cinetica di un corpo rigido, struttura della energia cinetica per un sistema olonomo.

**Dinamica e statica del punto e dei sistemi** - Equazioni cardinali della dinamica, teorema della quantità di moto e del momento delle quantità di moto, teorema delle forze vive, principio di conservazione della energia, integrali primi del moto e loro uso in ambito meccanico. Dinamica del punto con applicazioni, dinamica del corpo rigido con applicazioni (corpo rigido libero, con un punto fisso, con asse fisso). Definizione di quiete e di equilibrio, stabilità dell'equilibrio. La statica come caso particolare della dinamica. Equazioni cardinali della statica. Statica del punto con applicazioni, statica del corpo rigido con applicazioni (corpo rigido con un punto fisso, con asse fisso, equilibrio di sistemi costituiti da più corpi rigidi, corpo rigido appoggiato ad un piano orizzontale). Cenni sulla statica delle travi e dei fili.

**Principio dei lavori virtuali** - Principio dei lavori virtuali, equilibrio di un sistema olonomo e conservativo anche in presenza di vincoli unilaterali.

**Meccanica analitica** - Disuguaglianza variazionale della dinamica, principio di D'Alembert, equazioni di Lagrange, caso delle forze conservative (funzione lagrangiana), coordinate cicliche. Funzione di Hamilton.

**Stabilità e piccole oscillazioni** - Criterio di stabilità di Ljapunov, teorema di Ljapunov, teorema di Lagrange-Dirichlet, studio del potenziale nelle configurazioni di equilibrio, piccole oscillazioni di un sistema conservativo ad  $n$  gradi di libertà, frequenze caratteristiche di oscillazione.

## Testi / Bibliografia

- P. BISCARI, T. RUGGERI, G. SACCOMANDI, M. VIANELLO, *Meccanica razionale per l'ingegneria*. Ed. Monduzzi-Bologna;  
 C. CERCIGNANI, *Spazio tempo movimento*. Ed. Zanichelli-Bologna;  
 M. FABRIZIO, *La Meccanica Razionale e i suoi metodi matematici*. Ed. Zanichelli-Bologna;  
 G. GRIOLI, *Lezioni di Meccanica Razionale*. Ed. Cortina-Padova;  
 A. STRUMIA, *Meccanica Razionale* (2 voll.). Ed. Nautilus-Bologna.  
 A. MURACCHINI, T. RUGGERI, L. SECCIA, *Esercizi e temi d'esame di Meccanica razionale*. Ed. Esculapio-Bologna.  
 T. RUGGERI, *Richiami di calcolo vettoriale e matriciale*. Ed. Pitagora-Bologna.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale. Si accede alla prova orale solo se risulta superata la prova scritta.

Maggiori informazioni sulle modalità d'esame si possono trovare alla pagina Web: <http://www.ciram.unibo.it/~muracchi>

## Strumenti a supporto della didattica

Parte delle lezioni sono svolte tramite lavagna luminosa. Si forniscono indirizzi di siti internet in cui lo studente può approfondire alcuni degli argomenti svolti a lezione. Nella pagina web del docente (<http://www.ciram.unibo.it/~muracchi/>) si possono trovare appunti delle lezioni, i testi delle prove scritte d'esame ed altri ausili didattici.

## 01379 - MECCANICA RAZIONALE

<b>Docente:</b>	RUGGERI TOMMASO ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	7

## 29690 - MECCANICA RAZIONALE T

<b>Docente:</b>	NIBBI ROBERTA
<b>Corso di Laurea:</b>	0918 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire gli strumenti per la modellizzazione e la soluzione di problemi inerenti la statica e la dinamica dei sistemi materiali.

**Programma / Contenuti***Cinematica*

Richiami di cinematica del punto. Moto centrale. Vincoli e sistemi olonomi. Richiami di cinematica dei sistemi rigidi. Angoli di Eulero. Teorema di Mozzi. Moto rigido piano, centro di istantanea rotazione, base e rulletta.

*Geometria delle masse e grandezze dinamiche*

Centro di massa e sue proprietà. Momenti di inerzia. Teorema di Huygens. Matrice di inerzia. Quantità di moto. Momento della quantità di moto. Energia cinetica. Teoremi di Koenig. Energia cinetica per sistemi rigidi e per sistemi olonomi.

*Statica e dinamica dei sistemi rigidi*

Richiami di statica e dinamica dei sistemi materiali: equazioni cardinali. Spostamenti virtuali e lavoro virtuale di un sistema di forze. Principio delle reazioni vincolari. Moto di un corpo rigido con punto fisso ed equazioni di Eulero. Moto di un corpo rigido libero.

*Meccanica analitica*

Relazione simbolica della dinamica. Equazioni di Lagrange. Integrali primi di moto per sistemi lagrangiani. Principio dei lavori virtuali ed applicazioni. Condizioni di equilibrio per un sistema olonomo. Stabilità dell'equilibrio. Analisi qualitativa del moto: metodo di Weierstrass. Piccole oscillazioni attorno ad una posizione di equilibrio stabile.

**Testi / Bibliografia**

M. FABRIZIO, Elementi di Meccanica Classica, Zanichelli. Bologna

A.MURACCHINI, T.RUGGERI, L.SECCIA, Esercizi e temi d'Esame di Meccanica Razionale, Progetto Leonardo, Bologna

**Metodi didattici**

Il corso si baserà essenzialmente su lezioni frontali tenute dal docente e sarà affiancato da esercitazioni in aula. Durante le lezioni verranno presentate le basi della Meccanica e forniti gli strumenti matematici necessari. Verrà dato ampio spazio ad esempi e applicazioni. Inoltre, saranno forniti periodicamente agli studenti problemi da risolvere perché essi possano concretamente utilizzare le tecniche esposte durante le lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante il corso verranno svolte due prove parziali (una prova intermedia e una finale) scritte consistenti in esercizi e domande di teoria. Se la media di queste due prove parziali è maggiore o uguale a 18/30, lo studente avrà superato l'esame.

Gli studenti con prove intermedie mancanti o mediamente insufficienti potranno sostenere alla fine del corso un esame finale consistente in una prova scritta e una prova orale. Lo studente potrà sostenere la prova orale solo se avrà superato la prova scritta.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore.

## 29690 - MECCANICA RAZIONALE T

<b>Docente:</b>	LAZZARI BARBARA
<b>Corso di Laurea:</b>	0927 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo Studente acquisisce gli strumenti per la modellizzazione e la soluzione di problemi inerenti la statica e la dinamica dei sistemi materiali.

### Programma / Contenuti

Vettori Applicati Risultante e momento risultante. Equivalenza fra sistemi di vettori applicati. Sistemi di vettori applicati piani e paralleli. Cinematica dei sistemi materiali Vincoli e sistemi olonomi. Cinematica del punto: moti piani, moti circolari, moti armonici. Cinematica dei sistemi rigidi. Angoli di Eulero. Moto ed atto di moto traslatorio, rotatorio ed elicoidale. Formule di Poisson. Teorema di Mozzi. Cinematica dei moti relativi Teorema di composizione delle velocità e delle accelerazioni. Moti rigidi piani Centro di istantanea rotazione, base e rulletta. Statica e dinamica del punto Concetti di massa e forza. Leggi di Newton. Statica e dinamica del punto materiale libero. Teorema delle forze vive. Forza peso. Forze conservative. Attrito. Integrali primi. Moto dei gravi nel vuoto. Moto armonico e armonico smorzato. Risonanza (cenni). Statica e dinamica del punto materiale vincolato. Principio delle reazioni vincolari. Pendolo semplice. Metodo di Weierstrass. Diagrammi di fase. Stabilità dell'equilibrio ed applicazioni. Geometria delle Masse Baricentro di un sistema materiale. Applicazioni. Quantità di moto e momento della quantità di moto. Energia Cinetica. Teoremi di Koenig. Momenti d'inerzia. Elissoide di inerzia. Teorema di Huygens. Statica e dinamica dei Sistemi Materiali Equazioni Cardinali. Teorema delle forze vive e di conservazione dell'Energia Meccanica. Integrali primi. Sistemi materiali rigidi. Equazioni cardinali per sistemi rigidi. Moto di un corpo rigido con asse fisso e cimenti vincolari. Moto di un corpo rigido con punto fisso ed equazioni di Eulero. Moto di un corpo rigido libero.

### Testi / Bibliografia

M. FABRIZIO, Elementi di Meccanica Classica, Zanichelli. Bologna  
A.MURACCHINI, T.RUGGERI, L.SECCIA, Laboratorio di Meccanica Razionale, Esculapio, Bologna

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno presentate le basi della Meccanica Classica e forniti gli strumenti matematici necessari. Verrà dato ampio spazio ad esempi e applicazioni. Oltre alle esercitazioni svolte in aula, saranno forniti periodicamente agli studenti problemi da risolvere perchè essi possano concretamente utilizzare le tecniche espone durante le lezioni

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale, alla quale si accede superando una prova scritta. La prova consiste in una serie di domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente della meccanica classica e la sua capacità di risolvere semplici problemi pratici.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore

**28517 - MECCANICA RAZIONALE T-1**

<b>Docente:</b>	FABRIZIO MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0920 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**41566 - MECCANICA TECNICA L-A**

<b>Docente:</b>	MAGGIORE ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente sarà posto in grado di interpretare e di fornire le informazioni tecniche espresse nel linguaggio del disegno tecnico industriale. Avrà una conoscenza generale dei principali materiali usati nelle costruzioni meccaniche e delle tecnologie per le loro lavorazioni. Conoscerà i più importanti meccanismi presenti negli azionamenti meccanici e sarà in grado di comprendere il funzionamento di circuiti idraulici di media complessità.

**Programma / Contenuti****1. PRINCIPALI NORME PER IL DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE**

- 1.1. Scale di rappresentazione
- 1.2. Tipi, grossezze ed applicazione delle linee
- 1.3. Proiezioni ortogonali
- 1.4. Sezioni
- 1.5. Tratteggi per la rappresentazione dei materiali nelle sezioni
- 1.6. Convenzioni particolari di rappresentazione
- 1.7. Quotatura
- 1.8. Tolleranze

**2. MATERIALI PER LE COSTRUZIONI MECCANICHE**

- 2.1. Scelta dei materiali
- 2.2. Classificazione e designazione dei materiali metallici
- 2.3. Classificazione e designazione degli acciai
- 2.4. Classificazione e designazione delle ghise
- 2.5. Classificazione e designazione dei materiali metallici non ferrosi
- 2.6. Materiali non metallici

**3. ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA**

- 3.1. Fonderia
- 3.2. Lavorazioni plastiche
- 3.3. Lavorazioni meccaniche per asportazione di truciolo
- 3.4. Saldatura

**4. AZIONAMENTI MECCANICI**

- 4.1. Cuscinetti volventi
- 4.2. Viti a ricircolazione di sfere

- 4.3. Giunti
- 4.4. Freni
- 4.5. Innesti
- 4.6. Meccanismi per moti alternativi e intermittenti
- 4.7. Camme
- 4.8. Rotismi
- 5. ELEMENTI DI OLEODINAMICA
- 5.1. Principi generali
- 5.2. Liquidi idraulici
- 5.3. Pompe
- 5.4. Motori idraulici
- 5.5. Cilindri
- 5.6. Valvole e distributori
- 5.7. Circuiti base

### Testi / Bibliografia

Appunti preparati dal docente.

### Metodi didattici

Il corso è basato su lezioni, durante le quali verranno trattati gli argomenti in programma, e su esercitazioni che proporranno esempi applicativi relativi ai temi affrontati nelle lezioni. Alcune di queste esercitazioni dovranno essere elaborate autonomamente dallo studente e presentate alla prova di esame. Sono previste visite ai laboratori meccanici del DIEM, durante le quali lo studente potrà prendere visione di macchine utensili di più largo impiego (torni, trapani, fresatrici) e di macchine e strumentazioni per la prova dei materiali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento è costituita da una prova orale, basata sulla discussione degli argomenti svolti durante le lezioni e le esercitazioni.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa, PC, videoproiettore.

## 45602 - METALLURGIA MECCANICA LS

<b>Docente:</b>	CESCHINI LORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0455 - Ingegneria energetica 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano con riferimenti ai termini inglesi

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di illustrare il comportamento meccanico dei materiali metallici, tradizionali ed innovativi, sotto diverse condizioni di sollecitazione ed ambientali. Partendo dalla descrizione delle correlazioni tra microstruttura e proprietà meccaniche, verranno analizzati i fattori metallurgici di influenza sulle proprietà statiche e a fatica, sul comportamento a bassa ed alta temperatura, sulla resistenza ad usura. Si illustreranno gli effetti dei processi produttivi, delle condizioni di trattamento termico o di modificazione superficiale sulle principali proprietà meccaniche. Verranno presentati i principali materiali metallici di interesse ingegneristico: leghe ferrose, di alluminio e titanio, superleghe e materiali compositi.

Sulla base delle conoscenze acquisite, gli allievi dovranno essere in grado di effettuare la scelta del materiale e del trattamento più idonei a soddisfare specifiche condizioni di impiego, per la progettazione e la costruzione di componenti meccanici affidabili.

### Programma / Contenuti

**Deformazione elastica e plastica nei metalli** – La deformazione elastica e il significato del modulo elastico. Fenomenologia della deformazione plastica alla luce della teoria delle dislocazioni. Il fenomeno dell'incrudimento.

**Meccanismi di rinforzo** - Rinforzo per: alligazione, affinamento del grano, precipitazione e dispersione, incrudimento e ricottura post-incrudimento.

**Metodologie di caratterizzazione microstrutturale e "failure analysis"** - Principali metodologie di laboratorio per la caratterizzazione microstrutturale e frattografica dei metalli.

**LA frattura** - Meccanismi di frattura fragile, duttile, intergranulare. Il fenomeno della transizione. Influenza sulla modalità di frattura di: temperatura, velocità di deformazione, ambiente ed irraggiamento.

**La fatica** - Caratteristiche del danneggiamento per fatica: innesco e propagazione della cricca. Fattori metallurgici e meccanici di influenza sulla resistenza a fatica. Ottimizzazione delle condizioni di solidificazione, dei trattamenti termici, dei trattamenti di modificazione superficiale, per aumentare la resistenza a fatica.

**Deformazione e cedimento alle alte temperature (creep e superplasticità)** - Lo scorrimento viscoso (creep): relazioni temperatura-carico-deformazione. Prove di laboratorio e stime previsionali della resistenza a creep. Fattori metallurgici di influenza e metodi per aumentare la resistenza a creep. Materiali per le alte temperature (acciai e superleghe).

Comportamento superplastico dei materiali metallici. Tecniche di formatura superplastica.

**Tribologia** - Fenomenologia dell'attrito e dell'usura. Metodologie di prova. Materiali per impieghi tribologici. Tecniche di modificazione superficiale in funzione tribologica.

**Acciai** - Acciai inossidabili e alto-resistenziali

**Leghe di alluminio** - da fonderia e da deformazione plastica.

**Leghe di titanio.**

**Materiali compositi a matrice metallica.**

### Testi / Bibliografia

- *Dispense e lucidi del docente*
- G.M. Paolucci, "Appunti dalle lezioni di Metallurgia per la laurea in Ingegneria Meccanica" Vol.1-2, Edizioni Libreria Progetto, Padova
- W. Nicodemi "Metallurgia - Principi generali", Zanichelli
- W. Nicodemi "Acciai e leghe non ferrose", Zanichelli
- G. E. Dieter "Mechanical Metallurgy", Mc Graw Hill
- D. R. Askeland "The Science and Engineering of Materials", Nelson Thomes

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale

### Strumenti a supporto della didattica

PC e videoproiettore

## 45242 - METODI MATEMATICI PER L'ENERGETICA LS

<b>Docente:</b>	TROMBETTI TULLIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 45216 - METODI NUMERICI LS

<b>Docente:</b>	ZAMA FABIANA
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione di problemi classici dell'ingegneria e della matematica applicata.

**Programma / Contenuti**

- **Equazioni alle derivate parziali: metodi alle differenze, metodi agli elementi finiti, metodi ai volumi finiti**
- **Equazioni differenziali ordinarie: metodi one-step, multi-step, metodi per problemi stiff**
- **Metodi per la soluzione di sistemi lineari e non lineari di grandi dimensioni**

**Testi / Bibliografia**

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito web indicato dal docente.

Testi:

- G. Monegato, "Fondamenti di Calcolo Numerico", Levrotto Bella, Torino, 2000
- A. Quarteroni, "Modellistica Numerica per Problemi Differenziali, Springer, 2003
- V. Comincioli, "Analisi Numerica: Metodi Modelli e Applicazioni, ApogeoEbook, 2005.
- M. R. Gockenbach, "Understanding and Implementing the Finite Element Method, Siam, 2006.
- R. White "Computational Mathematics, Chapman and Hall;
- K.W. Morton and D.F. Mayers, "Numerical Solution of Partial Differential equations, Cambridge, 2005
- *L. Formaggia, F. Saleri, A. Veneziani* Applicazioni ed esercizi di modellistica numerica per problemi differenziali. Springer, Giugno 2005

**Metodi didattici**

Lezioni frontali in aula ed esercizi e progetti in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale o nella realizzazione e discussione di un progetto.

**Strumenti a supporto della didattica**

Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante e l'utilizzo di pacchetti software avanzati.

## 45243 - METODI NUMERICI PER L'ENERGETICA LS

<b>Docente:</b>	COLOMBO VITTORIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire le tecniche di risoluzione numerica e gli strumenti computazionali di maggiore importanza nell'ambito dell'ingegneria energetica, con particolare riferimento alla risoluzione di problemi legati alla termofluidodinamica computazionale e alle applicazioni neutroniche nei reattori nucleari.

**Programma / Contenuti**

La teoria della diffusione neutronica a molti gruppi energetici in problemi con sorgente e in problemi pseudo-stazionari agli autovalori:

- richiami di fisica dei reattori nucleari con riferimento al ciclo del combustibile nucleare, alle fasi di accensione di un reattore nucleare, ai calcoli di ricarica di combustibile nucleare e al funzionamento con sistemi di controllo di un reattore nucleare.
- problemi di diffusione monocinetica e monodimensionale in presenza di sorgente;
- problemi di diffusione monocinetica e bidimensionale in presenza di sorgente;
- metodi di discretizzazione spaziale mono e bidimensionale;
- tipi di autovalori fisici e geometrici nella modellazione in diffusione multigruppo pseudo-stazionaria;
- paralleli tra risoluzione numerica iterativa e significato fisico generazionale per i neutroni in problemi pseudo-stazionari;
- accenni alla modellazione di fenomeni fisici attraverso problemi agli autovalori di tipo non lineare.

Risoluzione di sistemi di equazioni non lineari con tecniche di linearizzazione iterativa.

Polinomi ortogonali e loro utilizzo nel calcolo scientifico.

Risoluzione numerica di integrali definiti con formule di quadratura gaussiana.

Risoluzione numerica di equazioni integrali di tipo Fredholm di seconda specie.

Metodi a maglia grossolana (coarse-mesh) per la risoluzione di problemi di diffusione neutronica a molti gruppi in sistemi tridimensionali iniettati con sorgente e in condizioni di criticità.

**Testi / Bibliografia**

Dispense del docente su supporto cartaceo e CD-ROM.

**Metodi didattici**

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Modalità di esame: prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa

Accessibilità al Laboratorio Computazionale del CIRAM e utilizzo degli strumenti di calcolo in dotazione al *Laboratorio Computazionale Parallelo per Applicazioni Energetiche e Meccaniche Avanzate* del DIEM & CIRAM.

Accessibilità alle strumentazioni del *LABORATORIO DI TECNOLOGIE DEI MATERIALI E APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI* del DIEM in Via Terracini 24, Bologna

## 44857 - METODI NUMERICI PER INGEGNERIA CIVILE LS-A

<b>Docente:</b>	SGALLARI FIORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione di problemi classici dell'Ingegneria Civile. Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante.

**Programma / Contenuti**

**Numeri finiti, errori di arrotondamento, condizionamento di un problema, stabilità numerica.**  
**Introduzione all'ambiente MATLAB .**  
**Equazioni lineari. Metodi diretti : Fattorizzazione LU di una matrice, il metodo di eliminazione di Gauss, strategie di pivoting, algoritmo di Cholesky. Metodi iterativi: Metodo di Jacobi, Gauss-Seidel, SOR. Matrici malcondizionate.**  
**Equazioni e sistemi non lineari. Metodo di bisezione, metodo di Newton, metodo delle corde, metodo di regula falsi.**  
**Interpolazione ed approssimazione (cenni)**  
**Integrazione numerica (cenni)**

**Testi / Bibliografia**

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito <http://www.ciram.unibo.it/~sgallari> alla voce teaching.

**G.Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico. Ed. CLUT, 1998.**

**A. Quarteroni, A., F. Saleri, F., Introduzione al Calcolo Scientifico Esercizi e problemi risolti con MATLAB. Springer Verlag, 2002.**

**Metodi didattici**

Saranno svolti esercizi e progetti in laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste nella realizzazione e discussione di un progetto di laboratorio.

**Strumenti a supporto della didattica**

Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante in cui si utilizzerà il software MATLAB.

## 44857 - METODI NUMERICI PER INGEGNERIA CIVILE LS-A

<b>Docente:</b>	SGALLARI FIORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione di problemi classici dell'Ingegneria Civile. Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante.

**Programma / Contenuti**

**Numeri finiti, errori di arrotondamento, condizionamento di un problema, stabilità numerica.**  
**Introduzione all'ambiente MATLAB .**

**Equazioni lineari. Metodi diretti :** Fattorizzazione LU di una matrice, il metodo di eliminazione di Gauss, strategie di pivoting, algoritmo di Cholesky. **Metodi iterativi:** Metodo di Jacobi, Gauss-Seidel, SOR. **Matrici malcondizionate.**

**Equazioni e sistemi non lineari. Metodo di bisezione, metodo di Newton, metodo delle corde, metodo di regula falsi.**

**Interpolazione ed approssimazione (cenni)**

**Integrazione numerica (cenni)**

### Testi / Bibliografia

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito <http://www.ciram.unibo.it/~sgallari> alla voce teaching.

G.Monegato, **Fondamenti di Calcolo Numerico. Ed. CLUT, 1998.**

A. Quarteroni, A., F. Saleri, F., **Introduzione al Calcolo Scientifico Esercizi e problemi risolti con MATLAB. Springer Verlag, 2002**

### Metodi didattici

Saranno svolti esercizi e progetti in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste nella realizzazione e discussione di un progetto di laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante in cui si utilizzerà il software MATLAB.

## 44858 - METODI NUMERICI PER INGEGNERIA CIVILE LS-B

<b>Docente:</b>	UBERTINI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'Insegnamento si propone di fornire le nozioni di base e gli strumenti operativi per la soluzione di problemi correnti di Ingegneria Civile.

### Programma / Contenuti

#### Metodi di discretizzazione

Modellazione, discretizzazione e risoluzione: interpretazione fisica e matematica. Problema modello: conduzione del calore (problema di Poisson). Applicazioni rilevanti a problemi dell'ingegneria civile.

Formulazioni: forte, debole e variazionale. Generalità sulle moderne metodologie di approssimazione: differenze finite, elementi finiti e residui pesati. Metodo di Galerkin e metodo di collocazione puntuale e in sottodomini (volumi finiti). Applicazione a un caso monodimensionale.

#### Metodo degli elementi finiti

Rigidità e metodo diretto: applicazione all'analisi di strutture reticolari piane. Assemblaggio, imposizione delle condizioni al contorno e risoluzione.

Elementi finiti per problemi piani: funzioni di forma e descrizione della geometria. Elementi finiti isoparametrici triangolari e quadrangolari. Convergenza, stabilità e accuratezza. Suggestimenti e indicazioni pratiche. Alcune applicazioni a problemi dell'ingegneria civile.

#### Metodi d'integrazione nel tempo

Problemi evolutivi di tipo parabolico (diffusione) e iperbolico (propagazione di onde). Semidiscretizzazione. Metodo generalizzato del trapezio e metodo di Newmark. Convergenza, stabilità e accuratezza. Alcune applicazioni a problemi dell'ingegneria civile.

### Testi / Bibliografia

- Lucidi e appunti di lezione

### Metodi didattici

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni in laboratorio. Le esercitazioni sono individuali e pratiche, e prevedono lo svolgimento di temi assegnati sulla base delle conoscenze acquisite a lezione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale. La prova verte su alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione e sviluppati nelle esercitazioni.

### Strumenti a supporto della didattica

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa, il videoproiettore e il PC. Sono previste visite al Laboratorio di Meccanica Computazionale ([www.lamc.ing.unibo.it](http://www.lamc.ing.unibo.it)).

## 44858 - METODI NUMERICI PER INGEGNERIA CIVILE LS-B

<b>Docente:</b>	CUSTODI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## 35031 - METODI NUMERICI PER INGEGNERIA LS

<b>Docente:</b>	SGALLARI FIORELLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le nozioni e gli strumenti di calcolo necessari per la soluzione di problemi classici dell'ingegneria e della matematica applicata.

### Programma / Contenuti

Sistemi di equazioni lineari: metodi diretti ed iterativi  
Autovalori ed autovettori (cenni)  
Equazioni e sistemi non lineari  
Interpolazione ed approssimazione (cenni)  
Integrazione numerica (cenni)  
Equazioni alle derivate parziali: metodi alle differenze ed elementi finiti  
Nell'ambito dei metodi numerici per sistemi lineari e non lineari si presterà particolare attenzione a soluzioni specifiche per problemi di grandi dimensioni (metodi tipo Krylov, preconditionatori, ecc.).

### Testi / Bibliografia

Lucidi del corso ed esercizi di laboratorio disponibili al sito <http://www.ciram.unibo.it/~sgallari> alla voce teaching

1. G. MONEGATO FONDAMENTI DI CALCOLO NUMERICO ED. CLUT 1998
2. A. QUARTERON, R. SACCO, F. SALERI MATEMATICA NUMERICA II ED. SPRINGER-VERLAG ITALIA MILANO 2000
3. L. FORMAGGIA, F. SALERI, A. VENEZIANI APPLICAZIONI ED ESERCIZI DI MODELLISTICA NUMERICA PER PROBLEMI DIFFERENZIALI. SPRINGER, COLLANA:UNITEXT-GIUGNO 2005

#### Metodi didattici

Saranno svolti esercizi e progetti in laboratorio.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale o nella realizzazione e discussione di un progetto assegnato durante le lezioni.

#### Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede un'attività di laboratorio che ne costituisce parte integrante e l'utilizzo di pacchetti software avanzati.

## 34143 - METODI NUMERICI PER LA GRAFICA LS

<b>Docente:</b>	MORIGI SERENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire elementi di computer graphics, modellazione e resa al calcolatore. Alla teoria si affiancherà una fondamentale attività di laboratorio.

#### Programma / Contenuti

Pipeline grafica: modellazione e resa. Programmazione con la libreria di grafica avanzata OpenGL. Dispositivi di input/output. Tecniche avanzate di input 3D. Geometria per la computer graphics. Trasformazioni geometriche 2D/3D, trasformazione window-viewport, trasformazioni di vista, proiezioni prospettica e parallela. Algoritmi di grafica di base, algoritmi di clipping, algoritmi di scan conversion, algoritmi di real-time rendering, ray tracing. Modelli di illuminazione e algoritmi di shading. Texture mapping e bump mapping. Gestione del colore. Modelli poligonali 2D/3D. Curve e superfici in forma parametrica, modellazione geometrica di curve e superfici spline e spline razionali (NURBS), strumenti per la modellazione geometrica. Superfici a topologia triangolare ed arbitraria. Tecniche di subdivision: teoria e pratica. Ricostruzione di superfici a partire da dati acquisiti tramite scanner 3D. Tecniche di animazione digitale. Il corso prevede un'attività di laboratorio in cui verrà utilizzato il linguaggio di programmazione C/C++ e le librerie grafiche OpenGL.

#### Testi / Bibliografia

- Foley, van Dam, Feiner, and Hughes, *Computer Graphics: Principles and Practice*, second edition in C, Addison-Wesley.
- Shreiner, Woo, Neider, and Davis, *OpenGL Programming Guide*, fourth edition, Addison-Wesley.

- Möller and Haines,  
*Real-Time Rendering*,  
second edition, A K Peters, 2003.
- A. WATT *3D COMPUTER GRAPHICS* III edition, Addison Wesley, 2000

#### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni tenute dal docente in laboratorio.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in un progetto di laboratorio ed una discussione orale.

#### Strumenti a supporto della didattica

Fondamentale attività assistita in laboratorio in cui verranno svolti progetti specifici su modellazione, resa ed animazione.

### 48508 - METODOLOGIE DI PROGETTAZIONE DELLE MACCHINE ELETTRICHE LS (6 CFU)

<b>Docente:</b>	SERRA GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### 41548 - METODOLOGIE DI PROGETTAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI LS

<b>Docente:</b>	PATTINI GIANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire agli allievi:

- Le conoscenze relative alle diverse fasi necessarie per la realizzazione di una opera (progettazione, direzione dei lavori, collaudo, coordinamento ai fini della sicurezza in cantiere, ecc);
- Gli approfondimenti su impianti elettrici particolari non trattati nell'insegnamento di Impianti Elettrici L (per carenza di ore di lezione).

#### Programma / Contenuti

##### GENERALITA' DI CARATTERE TECNICO ED AMMINISTRATIVO

- Come nasce un'opera - modalità di appalto con committente pubblico o privato
- Le diverse fasi della progettazione
- la documentazione di progetto
- la direzione dei lavori e le condizioni di sicurezza del cantiere
- le verifiche finali
- la documentazione di impianto

Linee guida per impostare la progettazione

- specifiche dei materiali e criteri di scelta degli stessi;
- trasformatori;
- quadri di media tensione
- quadri di bassa tensione;
- alimentatori per servizi ausiliari;
- gruppi elettrogeni;
- gruppi di continuità.
- Esempi di schemi di cabine di trasformazione
- Impianti di cogenerazione;
- servizi ausiliari;
- impianti in ambiente medico;
- impianti con elevata affidabilità e manutenibilità;
- impianti di illuminazione di interni

#### ESERCITAZIONI

- Esercitazione sul dimensionamento degli impianti di media e bassa tensione di un sistema complesso con cogenerazione, mediante l'ausilio dell'elaboratore
- Esercitazione sul dimensionamento di impianti di illuminazione di interni assistita da elaboratore;
- Visita degli impianti di produzione di una primaria industria produttrice di corpi illuminanti.

#### Testi / Bibliografia

- Norme e Guide CEI espressamente richiamate nelle tracce delle lezioni.

#### Metodi didattici

- Lezioni frontali in aula
- Esercitazioni pratiche nel laboratorio del DIE
- Visite tecniche

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste in una prova orale.

#### Strumenti a supporto della didattica

- Tracce delle lezioni in fotocopia (controllate dal docente)

## 41857 - METODOLOGIE DI PROGETTAZIONE HARDWARE E SOFTWARE LS

<b>Docente:</b>	BENINI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano (alcune lezioni saranno tenute in inglese)

## Conoscenze e abilità da conseguire

La principale finalità del corso è di fornire una panoramica sulle metodologie avanzate di progettazione, validazione e verifica dei complessi sistemi elettronici realizzabili grazie alle moderne tecnologie. Viene enfatizzata la presenza significativa di componenti software in virtualmente qualsiasi sistema elettronico ad alta complessità e, di conseguenza, la necessità di sviluppare e utilizzare flussi di progettazione concorrente Hardware e Software.

Vengono pertanto studiati i principali problemi di progettazione hardware-software gli approcci proposti per affrontarli. Il corso si propone inoltre di fornire agli studenti una significativa esposizione alle principali metodologie di progetto hardware-software in uso in diversi ambiti industriali (telecom, automotive, automazione industriale)

## Programma / Contenuti

Architetture dei sistemi hardware-software

- Sistemi su singolo chip
  1. SoC a processore general-purpose
  2. SoC a processore application-specific
  3. SoC riconfigurabili
  4. Multiprocessori a singolo chip
  5. Networks on chip
- Sistemi su scheda
  1. Sistemi a microcontrollore
  2. Sensori intelligenti
  3. Sistemi riconfigurabili
- Sistemi distribuiti
  1. Protocolli di comunicazione wired per sistemi embedded
  2. Reti di sensori wireless
  3. Sistemi indossabili e ultraportatili
- Supporto software
  1. Real-time Operating systems
  2. Device drivers & Firmware
  3. APIs e hardware abstraction layers

Progettazione hardware-software

- Modelli di rappresentazione architetturale HW/SW:
  1. Piattaforme (Platform-based design)
  2. Component-based design
  3. Communication-based design
- Modelli di rappresentazione funzionale HW/SW:
  1. Data-flow (es. Synchronous dataflow)
  2. Control-oriented (es. Macchine a stati generalizzate)
  3. Ad eventi (es. Simulink)

4. Scelta del modello adeguato per una applicazione, modelli ibridi

- Linguaggi di specifica hardware-software

1. Panoramica di vari linguaggi e loro caratteristiche (approfondimento sul linguaggio SystemC)

2. Esempi di specifica di sistemi HW/SW.

- Sintesi automatica e progettazione assistita al calcolatore

1. Principali problemi di sintesi HW/SW (partizionamento, clustering, sintesi di interfacce, OS-synthesis)

2. Algoritmi per la sintesi hardware software (scheduling, allocation, partitioning)

3. Esempi di flussi di progettazione commerciali

Verifica e validazione

- Simulazione/Emulazione/Prototyping

1. Cosimulazione. Algoritmi di cosimulazione

2. Esempi di cosimulatori commerciali

3. Emulazione. Concetti di bac ed esempi

4. Prototyping: ICE e prototyping boards

- Verifica concorrente di hardware e software

## Testi / Bibliografia

**Progettazione digitale**, *Franco Fummi, Maria Giovanna Sami, Cristina Silvano*

**Embedded System Design : A Unified Hardware/Software Introduction**, *Frank Vahid, Tony D.*

*Givargis*, John Wiley & Sons October, 2001

**Computers as Components: Principles of Embedded Computer Systems Design**, *Wayne Wolf*, Morgan Kaufmann 25 October, 2000 Hardcover

**Readings in Hardware/Software Co-design**, *Giovanni De Micheli, Rolf Ernst, Wayne Wolf*, Morgan Kaufmann 01 June, 2001

**System Design with SystemC**, *Thorsten Grotker, Stan Liao, Grant Martin, Stuart Swan*, Kluwer Academic Publishers May, 2002 Hardcover

## Metodi didattici

- Lezioni in aula
- Esercitazioni in aula
- Progetto

## Modalità di verifica dell'apprendimento

- Esame orale
- Svolgimento di un progetto presentato durante il corso

## Strumenti a supporto della didattica

- Appunti di lezione
- Slide delle lezioni presenti sul sito del corso
- Link ipertestuali ad articoli e tutorial inerenti ad argomenti del corso

## 29188 - MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA PER IL DISINQUINAMENTO M

<b>Docente:</b>	FAVA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di microbiologia necessari per comprendere il ruolo degli agenti biologici nei principali processi biotecnologici di interesse ambientale, con particolare riferimento a quelli diretti al risanamento di acque, suoli e sedimenti contaminati.

### Programma / Contenuti

Struttura della materia vivente e della cellula procariotica ed eucariotica. Virus.

Gli enzimi: loro funzione, classificazione e nomenclatura. Il meccanismo delle reazioni enzimatiche, velocità di reazione e i fattori che la controllano. Meccanismi di inibizione e regolazione degli enzimi. DNA e RNA e loro metabolismo: duplicazione, trascrizione e traduzione e regolazione della sintesi proteica.

Classificazione dei microrganismi di interesse ambientale. Caratteristiche principali dei batteri, lieviti, muffe, alghe e protozoi.

Nutritimento dei microorganismi. Terreni colturali naturali, sintetici, ricchi e minimi, liquidi e solidi per coltivare microrganismi di interesse ambientale. Colture miste, co-colture e colture pure e metodi biochimici, microbiologici e molecolari per la loro caratterizzazione. Isolamento di colture pure specializzate.

Conservazione delle colture microbiche.

Crescita microbica in processi biotecnologici *batch/fed-batch* continui e cenno ai modelli che la descrivono.

Agenti fisici e chimici che controllano la crescita microbica. Principi e tecnologia relativi alla sterilizzazione nei processi biotecnologici ambientali.

Composti chimici rilasciati nell'ambiente: loro classificazione, origine e destino.

Trasformazione microbica dei composti chimici biogeni presenti nell'ambiente: vie anaboliche e cataboliche, energia libera e bioenergetica cellulare.

Metabolismo del materiale organico biogeno negli habitat e processi depurativi aerobici ed anaerobici.

Metabolismo aerobico: vie glicolitiche, ciclo di Krebs e fosforilazione ossidativa. Esempi e distribuzione di specie microbiche che respirano aerobicamente il materiale organico. Metabolismo anaerobico: riduzione del  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$  e  $\text{CO}_2$  e caratteristiche principali dei microrganismi coinvolti in questi processi.

Fermentazioni di carboidrati e proteine nell'ambiente e caratteristiche dei microrganismi responsabili delle stesse. Fermentazioni e respirazioni anaerobiche associate alla digestione anaerobica del materiale organico (biometanazione). Metabolismo dei composti inorganici biogeni negli habitat naturali e processi aerobici ed anaerobici di interesse ambientale: nitrificazione, solfuro e zolfo-ossidazione e ferro-ossidazione e bio-lisciviazioni industriali. Fissazione autotrofa della  $\text{CO}_2$ .

Origine e destino biologico dei principali composti organici ed inorganici xenobiotici in suoli, sedimenti ed acque contaminate. Microrganismi maggiormente coinvolti nella loro demolizione dei composti xenobiotici organici e meccanismi biologico-molecolari alla base della loro evoluzione in ambienti contaminati.

Meccanismi di demolizione microbica di idrocarburi alifatici e aromatici, clorurati e non, in ambienti aerobici ed anaerobici contaminati. Selezione e caratterizzazione dei microrganismi specializzati. Cenni alla biotrasformazione di metalli pesanti in ambienti contaminati. Biotecnologie per la decontaminazione dei siti contaminati: generalità ed aspetti specifici relativi alle tecnologie di *bioremediation ex-situ* ed *in situ* di suoli contaminati da inquinanti organici. Cenni alle potenzialità delle tecniche di *myco- c phyto-remediation* in questo ambito. Potenzialità delle biotecnologie nella bonifica dei sedimenti contaminati.

Decontaminazione biotecnologica di acque reflue dell'industria chimica con composti xenobiotici organici: limiti della biotecnologia convenzionale e approcci innovativi

### Testi / Bibliografia

Nelson & Cox (2003) *Introduzione alla biochimica di Lehninger*. III edizione. Zanichelli, Bologna. Madigan *et al.* (2003) *Brock-Biologia dei Microrganismi*. Vols. 1 e 2. Casa Editrice Ambrosiana. Milano.

Rittmann B.E., McCarty P.L. (2001) *Environmental Biotechnology: principles and applications*. McGraw-Hill Higher education, New York, USA

### Metodi didattici

lezioni frontali (+ eventuali esercitazioni in laboratorio)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame orale

## 49772 - MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIE AMBIENTALI LS

- A

<b>Docente:</b>	FAVA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di biochimica e di microbiologia necessari per comprendere il ruolo degli agenti biologici nei principali processi biotecnologici di interesse ambientale.

### Programma / Contenuti

Struttura della materia vivente e delle biomolecole di maggiore interesse. Struttura della cellula procariotica ed eucariotica. Virus.

Gli enzimi: loro funzione, classificazione e nomenclatura. Il meccanismo delle reazioni enzimatiche, velocità di reazione e i fattori che la controllano. Meccanismi di inibizione e regolazione degli enzimi.

DNA e RNA e loro metabolismo: duplicazione, trascrizione e traduzione e regolazione della sintesi proteica.

Classificazione dei microrganismi. Caratteristiche principali dei batteri, lieviti, muffe, alghe e protozoi.

Terreni culturali naturali, sintetici, ricchi e minimi, liquidi e solidi per coltivare microrganismi di interesse ambientale. Colture miste, co-colture e colture pure e metodi biochimici, microbiologici e molecolari per la loro caratterizzazione. Isolamento di colture pure specializzate. Conservazione delle colture microbiche.

Crescita microbica in coltura batch, fed-batch e continua e cenno ai modelli che la descrivono. Agenti fisici e chimici che controllano la crescita microbica. Principi e tecnologia relativi alla sterilizzazione nei processi di biotecnologia ambientale.

### Testi / Bibliografia

Nelson & Cox (2003) *Introduzione alla biochimica di Lehninger*. III edizione. Zanichelli, Bologna.

Madigan *et al.* (2003) *Brock-Biologia dei Microrganismi*. Vols. 1 e 2. Casa Editrice Ambrosiana. Milano.

### Metodi didattici

Lezione frontale in classe con possibili attività di laboratorio facoltative

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

## 49773 - MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIE AMBIENTALI LS

- B

<b>Docente:</b>	FAVA FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti necessari per comprendere il ruolo della popolazione microbica nei diversi habitat naturali (con particolare riferimento a quelli contaminati) e gli aspetti microbiologici e tecnologici annessi alla conduzione ed ottimizzazione dei processi biotecnologici di interesse ambientale e per la bonifica di acque e suoli contaminati.

**Programma / Contenuti**

Composti chimici rilasciati nell'ambiente: loro classificazione, origine e destino e impatto ambientale. Trasformazione microbica dei composti chimici biogeni presenti nell'ambiente: vie anaboliche e cataboliche, energia libera e bioenergetica cellulare.

Metabolismo del materiale organico biogeno negli habitat e processi depurativi aerobici ed anaerobici .

Metabolismo aerobico: vie glicolitiche, ciclo di Krebs e fosforilazione ossidativa. Esempi e distribuzione di specie microbiche che respirano aerobicamente il materiale organico.

Metabolismo anaerobico: riduzione del Nitrato, Ferro, Solfato ed Anidride Carbonica e caratteristiche principali dei microrganismi coinvolti in questi processi. Fermentazioni di carboidrati e proteine nell'ambiente e caratteristiche dei microrganismi responsabili delle stesse. Fermentazioni e respirazioni anaerobiche associate alla digestione anaerobica del materiale organico (biometanazione).

Metabolismo dei composti inorganici biogeni negli habitat naturali e processi aerobici ed anaerobici di interesse ambientale: nitrificazione, solfuro e zolfo-ossidazione e ferro-ossidazione e bio-lisciviazioni industriali. Fissazione autotrofa della CO<sub>2</sub>. Fotosintesi anoossigenica e ossigenica.

Cicli geochimici relativi al C, N, S e Fe e loro ubicazione nell'ambiente.

Origine e destino biologico dei principali composti organici ed inorganici xenobiotici in suoli, sedimenti ed acque contaminate. Microrganismi maggiormente coinvolti nella loro demolizione dei composti xenobiotici organici e meccanismi biologico-molecolari alla base della loro evoluzione in ambienti contaminati.

Meccanismi di demolizione microbica di idrocarburi alifatici e aromatici, clorurati e non, in ambienti aerobici ed anaerobici contaminati. Selezione e caratterizzazione dei microrganismi specializzati. Cenni alla biotrasformazione di metalli pesanti in ambienti contaminati.

Biotecnologie per la decontaminazione dei siti contaminati: generalità ed aspetti specifici relativi alle tecnologie di bioremediation ex-situ ed in situ di suoli contaminati da inquinanti organici. Cenni alle potenzialità delle tecniche di myco- e phyto-remediation in questo ambito.

Cenni alle tecniche di bonifica dei sedimenti contaminati.

Decontaminazione biotecnologica di acque reflue dell'industria chimica con composti xenobiotici organici: limiti della biotecnologia convenzionale e approcci innovativi.

**Testi / Bibliografia**

Madigan et al. (2003) Brock-Biologia dei Microrganismi. Vols. 1 e 2. Casa Editrice Ambrosiana. Milano.

Rittmann B.E., McCarty P.L. (2001) Environmental Biotechnology: principles and applications. McGraw-Hill Higher Education, New York, USA

**Metodi didattici**

Lezioni frontali piu' possibili esercitazioni di laboratorio facoltative

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame finale orale

**34136 - MICROELETTRONICA L-A**

<b>Docente:</b>	RUDAN MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

**Programma / Contenuti**

**ATTENZIONE: LE MUTUAZIONI INDICATE NELLA PAGINA GENERALE SONO ERRATE.**

**MICROELETTRONICA L-A È UN INSEGNAMENTO DA 3 CREDITI A SÈ STANTE, CHE APPARTIENE SOLO AL CORSO DI LAUREA "INGEGNERIA ELETTRONICA".**

**ELETTRONICA L È UN INSEGNAMENTO DA 6 CREDITI A SÈ STANTE, CHE APPARTIENE AI CORSI DI LAUREA "INGEGNERIA DEI PROCESSI GESTIONALI" E "INGEGNERIA ENERGETICA".**

**IL LEGAME FRA I DUE INSEGNAMENTI È CASUALE ED È DOVUTO AI CONTENUTI: LA PRIMA PARTE DI ELETTRONICA L HA GLI STESSI CONTENUTI DI MICROELETTRONICA L-A.**

**È OVVIAMENTE ERRATA L'INDICAZIONE CHE ELETTRONICA L "MUTUA" DA MICROELETTRONICA L-A, VISTO CHE IL PRIMO HA 6 CFU E IL SECONDO 3 CFU.**

**I DUE CORSI SONO DISTINTI E COME TALI DOVREBBERO ESSERE INDICATI NEL SITO. PURTROPPO IL SITO NON È SOTTO IL MIO CONTROLLO, E NON POSSO FARE ALTRO CHE SCUSARMI CON GLI UTENTI.**

**NEL SEGUITO È RIPORTATO IL PROGRAMMA DA 3 CFU DI MICROELETTRONICA L-A, CHE È ANCHE LA PRIMA PARTE DI QUELLO DI ELETTRONICA L. PIÙ SOTTO È RIPORTATA LA SECONDA PARTE DEL PROGRAMMA DI ELETTRONICA L SVOLTA NELL'ANNO ACCADEMICO INDICATO.**

**M. Rudan.**

**AA 2005-2006**

**Microelettronica L-A***Introduzione*

Presentazione del corso. Scopi del corso. Orario delle lezioni e di ricevimento. Nozioni che si suppongono già acquisite in precedenza da parte degli Studenti. Modalità dell'esame e iscrizione agli appelli. Programma e bibliografia.

Generalità sull'importanza industriale dei sistemi elettronici. Diffusione e pervasività dei microprocessori. Volume di produzione delle memorie a semiconduttore. Costi d'impianto e di manutenzione di uno stabilimento per la produzione di circuiti integrati.

*Programma*

Generalità sulla produzione del silicio. Tecniche CZ e FZ. Segregazione delle impurezze. Generalità sul meccanismo di diffusione. Equazione di continuità. Equazione del trasporto: il tipo diffusivo e quello ohmico-diffusivo. Calcolo della distribuzione del drogante durante la cristallizzazione. Il caso del coefficiente di segregazione costante e quello del coefficiente di segregazione variabile. Difetti cristallografici. Relazione fra difetti e resa di produzione.

Ossidazione del silicio. Generalità. Modello di Deal e Grove per la cinetica dell'ossidazione termica. Calcolo della cinetica dell'ossidazione. Casi limite del modello. Dipendenza dei coefficienti dai parametri esterni. Esercizi sull'ossidazione termica.

Deposizione di film sottili. Tecniche PVD e CVD. Epitassia CVD. Calcolo della cinetica dell'epitassia CVD. Generalità sulla diffusione dei droganti. Nozioni preliminari necessarie per la soluzione dell'equazione della diffusione nel caso generale. Descrizione qualitativa dei processi di diffusione termica dei droganti nel silicio. Soluzione dell'equazione della diffusione. Il caso del dominio illimitato da ambo i lati. Applicazioni: predep e drive-in. Il caso del dominio illimitato da uno solo lato. Condizioni di saldatura all'interfaccia. Processi termici successivi.

Generalità sull'impianto ionico. Schema a blocchi dell'impiantatore ionico. Filtro magnetico e filtro elettromagnetico. Parametri tipici dell'impiantatore ionico. Collisione binaria fra ione e nucleo. Tipi di traiettorie percorse dagli ioni nel silicio. Incanalamento. Energia trasferita nella collisione con un nucleo. Potere frenante nucleare. Calcolo della lunghezza della traiettoria dello ione. Potere frenante elettronico. Andamento dei poteri frenanti. Energia critica. Calcolo del range per mezzo del teorema del limite centrale. Distribuzione del profilo impiantato. Fenomeni che causano "code" della distribuzione. Metodi per prevenire l'incanalamento. Annealing. Tecniche TA, LA, RTA. Confronto fra impianto ionico e diffusione termica.

Generalità sulla litografia. Resist positivo e resist negativo. Litografia ottica, a raggi X, elettronica, ionica. Confronto fra le tecniche litografiche. Fabbricazione delle maschere. Litografia a contatto e litografia in prossimità. Litografia a proiezione. Etching isotropo. Tipi di etching anisotropo: PE e RIE, e schema dell'apparato.

Esempi di calcolo di passi di processo.

Descrizione del processo bipolare. Descrizione del processo CMOS. Descrizione di uno stabilimento per la produzione di circuiti integrati.

Funzioni generatrici della "delta" di Dirac.

Introduzione al trasporto di carica nei solidi. Legge di Ohm. Conducibilità elettrica. Concetto di drogante. Materiali droganti usati nella tecnologia del silicio. Definizioni del vettore densità di corrente elettrica e della corrente elettrica. Legge di Ohm locale. Espressione del campo elettrico nel caso statico o a bassa frequenza. Esempio di applicazione di questi concetti al caso del resistore.

Semiconduttori di tipo intrinseco, di tipo estrinseco n e di tipo estrinseco p. Materiali droganti di tipo donatore e di tipo accettore. Concetto di lacuna. Struttura della giunzione p-n. Caratteristica statica della giunzione p-n. Struttura del transistor bipolare a giunzione di tipo n-p-n e di tipo p-n-p. Struttura del condensatore MOS. Struttura del transistor MOS a canale n e a canale p.

Simboli usati per i dispositivi illustrati. Convenzioni tipiche adottate per la descrizione di tensioni e correnti nei dispositivi illustrati. Concetto di caratteristica statica e di famiglia di caratteristiche nel caso di dispositivi con più di due morsetti.

Funzionamento qualitativo del transistor MOS a canale n e a canale p. Struttura dell'invertitore CMOS a n-well. Struttura dell'invertitore CMOS a p-well.

Esercizi riassuntivi sulla prima parte del corso.

**QUI COMINCIA LA SECONDA PARTE DEL PROGRAMMA DI ELETTRONICA L**

Richiami sulle equazioni di Maxwell. Deduzione dei parametri circuitali concentrati: conduttanza differenziale e capacità differenziale. Deduzione dell'induttanza differenziale. Esempi: transitorio di carica di un condensatore, circuito LC risonante.

Definizioni e proprietà generali dei bipoli. Definizioni e proprietà generali dei circuiti. Simboli utilizzati per la descrizione dei bipoli fondamentali. Esempi di circuiti patologici. Partizione di un circuito in due bipoli.

Partizione di un circuito in due bipoli e un doppio bipolo. Equazioni differenziali risultanti dalle partizioni di un circuito.

Trasformata di Laplace. Proprietà dei bipoli trasformati secondo Laplace. Equazioni algebriche risultanti dalle partizioni di un circuito nel campo delle trasformate di Laplace. Circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton. Determinazione dell'impedenza equivalente e del generatore equivalente di Thevenin, e degli analoghi di Norton. Esempio di determinazione di un circuito equivalente di Thevenin.

Doppio bipolo: matrice delle impedenze, matrice delle ammettenze e matrice mista. Definizione dell'impedenza d'ingresso e dell'impedenza di uscita. Circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton per i doppi bipoli. Circuito equivalente di Thevenin per un bipolo formato dalla cascata di un doppio bipolo e di un bipolo. Definizione dell'impedenza di ingresso e dell'impedenza di uscita. Sistema formato da una sorgente, doppi bipoli connessi in cascata, e un carico. Approssimazioni consentite dalla condizione di non reciprocità. Calcolo del guadagno di tensione.

Circuito equivalente per piccoli segnali del transistor bipolare nella connessione a emettitore comune.

Calcolo del guadagno di tensione, di corrente e di potenza. Circuito equivalente per piccoli segnali del transistor bipolare nella connessione a collettore comune. Calcolo del guadagno di tensione, di corrente e di potenza. Commenti conclusivi sull'uso delle connessioni a emettitore o collettore comune per realizzare l'amplificazione o il disaccoppiamento.

Esempio di calcolo di un circuito lineare col metodo della trasformata di Laplace. Formula di Carson.

Comportamento asintotico. Il caso della sollecitazione sinusoidale.

Esempi di calcolo di circuiti analogici.

Concetto di filtro. Esempio di un filtro passa-basso e calcolo della funzione di trasferimento. Altri esempi di filtri: passa-alto, passa-banda, elimina-banda.

Richiami sulle caratteristiche statiche dei dispositivi a semiconduttore. Richiami sul transistor MOS a canale  $n$  e a canale  $p$ . Modello lineare-parabolico del transistor MOS. Tensione di soglia e tensione di saturazione.

Concetto di interruttore comandato. Concetto di invertitore. Esempio: l'invertitore realizzato con un transistor MOS a canale  $n$  a carico resistivo. Esempio: l'invertitore realizzato con un transistor MOS a canale  $p$  a carico resistivo. Caratteristica ingresso-uscita dei due invertitori descritti. Problemi legati al *range* dinamico, alla potenza dissipata e alla pendenza della caratteristica ingresso-uscita nella regione intermedia.

L'invertitore CMOS. Caratteristica ingresso-uscita.

Operatori logici NOT, AND, Definizione di operatore logico universale. Esempio: il caso del NAND.

Operatore logico EXOR.

Variabili binarie e funzioni binarie. Teoremi dell'Algebra booleana. Circuiti analogici e circuiti sequenziali. Il *flip-flop* come elemento di memoria. Il *flip-flop* SR realizzato con operatori NOR. Il FLIP-FLOP SR realizzato con operatori NAND. Problemi di sincronizzazione nei circuiti logici. Il segnale di *clock*.

Memoria ad accesso casuale realizzata in tecnologia CMOS. Segnali delle *bit line* e delle *word line*. Segnali di lettura e scrittura. Necessità del decodificatore.

Esempi di calcolo di funzioni logiche.

## Testi / Bibliografia

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

**Metodi didattici**

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link <http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan> e selezionando la voce "Teaching activity".

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link <http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan> e selezionando la voce "Teaching activity".

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link <http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan> e selezionando la voce "Teaching activity".

**35032 - MICROELETTRONICA LS**

<b>Docente:</b>	RUDAN MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link <http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan> e selezionando la voce "Teaching activity".

**Programma / Contenuti**

AA 2006-2007

**Microelettronica LS***Introduzione*

Presentazione del corso. Scopi del corso. Orario delle lezioni e di ricevimento. Nozioni che si suppongono già acquisite in precedenza da parte degli Studenti. Modalità dell'esame e iscrizione agli appelli. Programma. Bibliografia.

*Programma*

Generalità sull'importanza industriale dei sistemi elettronici. Diffusione e pervasività dei microprocessori. Volume di produzione delle memorie a semiconduttore. Costi d'impianto e di manutenzione di uno stabilimento per la produzione di circuiti integrati.

Reticoli cristallini. Definizioni generali. Vettori caratteristici. Cella elementare. Reticolo diretto e reticolo reciproco. Prima zona di Brillouin. Il reticolo cubico a facce centrate. Indici di Miller. Esempi: la struttura del diamante e quella della zincoblend.

Richiami di meccanica lagrangiana e hamiltoniana. Cenni sulla relazione di dispersione  $E(k)$  in un cristallo. Densità degli stati nello spazio  $k$ . Forma delle bande di conduzione e valenza nel silicio. Tipi di transizioni:

intravalle, intervallate, interbanda dirette, interbanda assistite da trappole. Forma delle bande nel germanio e nell'arseniuro di gallio.

Sviluppo della relazione  $E(k)$  nell'intorno di un estremo di una banda. Definizione e calcolo della densità degli stati in energia. Statistica di Fermi. Funzione di distribuzione. Il caso limite dell'equilibrio.

Concentrazione degli elettroni nelle bande. Concetto di lacuna. Definizione della concentrazione di elettroni e lacune a partire dalla funzione di distribuzione. Classificazione dei cristalli in conduttori, isolanti e semiconduttori.

Calcolo della concentrazione intrinseca all'equilibrio. Posizione del livello di Fermi intrinseco. Valori delle grandezze notevoli per i semiconduttori di maggior interesse.

Modello intuitivo del comportamento elettrico di un semiconduttore intrinseco. Definizione della densità di corrente di elettroni e lacune a partire dalla funzione di distribuzione. Cenno alle relazioni dinamiche per elettroni e lacune. Modello intuitivo del comportamento elettrico di un semiconduttore drogato.

Il caso del drogaggio uniforme di tipo donatore. Calcolo delle concentrazioni. Approssimazioni di non degenerazione e di completa ionizzazione. Il caso del drogaggio uniforme di tipo accettore. Calcolo delle concentrazioni. Approssimazione di non degenerazione e di completa ionizzazione. Effetto della temperatura e della concentrazione del drogante sulla posizione del livello di Fermi. Condizione intrinseca, di saturazione e di congelamento del drogante.

Il caso del drogante non uniforme. Restringimento del gap causato dal drogaggio. Varie espressioni delle concentrazioni di elettroni e lacune all'equilibrio. Equazione di Poisson nel semiconduttore.

Il caso fuori equilibrio. Equazioni di continuità. Condizioni di quasi stazionarietà. Equazioni del trasporto di tipo ohmico-diffusivo. Deduzione euristica del termine ohmico. Modello matematico dei dispositivi a semiconduttore. Definizione e uso degli pseudopotenziali di Fermi. Condizioni al contorno del modello.

Transizioni assistite da trappole. Modello matematico comprendente la dinamica delle cariche intrappolate. Deduzione della funzione di ricombinazione SRH. Casi limite della funzione di ricombinazione SRH: completo svuotamento e debole iniezione. Ricombinazione Auger e ionizzazione per impatto. Generazioni e ricombinazioni dirette di tipo termico e ottico. Andamento del tasso di generazione ottica all'interno del materiale. Caso limite della forte ionizzazione.

Modelli macroscopici della mobilità. Collisioni con il reticolo, le impurezze ionizzate e le interfacce.

Dipendenza della mobilità dalla temperatura, dalla concentrazione complessiva delle impurezze e dal campo normale all'interfaccia. Cenno alla dipendenza della mobilità dal gradiente dello pseudopotenziale di Fermi. Regola di Mathiessen. Esempio di modello macroscopico di mobilità: l'effetto delle impurezze ionizzate. Risultati di calcoli di mobilità a partire dalla soluzione dell'equazione di Boltzmann.

Giunzione p-n: struttura e andamento qualitativo del potenziale. Risultato della soluzione dell'equazione di Poisson nel caso dell'equilibrio. Regioni neutre e regioni di carica spaziale. Bilanciamento dei termini ohmico e diffusivo nel caso dell'equilibrio. Effetto dei contatti. Contatti ohmici ideali. Funzionamento qualitativo della giunzione p-n. Teoria di Shockley. Ipotesi di piccole iniezioni e disaccoppiamento delle zone neutre. Calcolo della relazione corrente-tensione della giunzione p-n. Dipendenza dalla temperatura della corrente della giunzione p-n in polarizzazione inversa. Ipotesi di completo svuotamento della regione di carica spaziale nella condizione di polarizzazione inversa. Andamento qualitativo della densità di carica, del campo elettrico e del potenziale elettrico. Calcolo dell'estensione della regione di carica spaziale in polarizzazione inversa. Determinazione della capacità di barriera della giunzione p-n. Richiami sulla ionizzazione per impatto. Modello di Chynowetz dei coefficienti di ionizzazione. Calcolo degli integrali di ionizzazione. Esempio di applicazione.

Transistore bipolare. Funzionamento qualitativo. Calcolo delle correnti. Modello di Ebers e Moll. Circuito equivalente a due generatori di corrente. Circuito equivalente a un generatore di corrente. Ottimizzazione del guadagno di corrente.

Struttura del condensatore MOS. Zona neutra e zona di carica spaziale. Relazione fra carica del semiconduttore e potenziale superficiale nelle regioni di funzionamento del dispositivo. Soluzione dell'equazione di Poisson nel condensatore MOS nel caso del drogaggio costante. Condizione di banda piatta. Condizioni di svuotamento e di inversione. Relazioni approssimate fra carica per unità di area e potenziale superficiale basate sull'ipotesi di completo svuotamento e ASCE. Andamento delle bande nella giunzione metallo-semiconduttore. Capacità differenziale del condensatore MOS. Relazione fra potenziale superficiale e potenziale di gate nel caso impulsato.

Struttura del transistor MOS. Calcolo della corrente di drain. Ipotesi del profilo graduale e conclusione del calcolo delle caratteristiche statiche del transistor MOS. Il modello parabolico-lineare. Parametri differenziali del transistor MOS a bassa frequenza. Limiti dell'ipotesi del profilo graduale. Soluzione dell'equazione di Poisson nel canale del transistor MOS in condizioni di fuori equilibrio. Giustificazione dell'ipotesi del profilo graduale. Potenziale superficiale al source e al drain.

Metodo di misura dei tempi di vita basato sull'uso della generazione ottica. Definizione delle velocità termiche e delle sezioni di cattura per elettroni e lacune. Metodo di Haynes e Shockley per la misura della mobilità.

Evoluzione dei circuiti integrati. Regole di scala a campo costante. Progettazione assistita dal computer.

Seminario tenuto dal Dr. G. D'Emma sul tema: Quality Issues Products and Business Excellence.

### Testi / Bibliografia

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

### Metodi didattici

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

### Strumenti a supporto della didattica

Gli Studenti interessati possono consultare il materiale relativo al corso accedendo al link

<http://www.micro.deis.unibo.it/cgi-bin/user?rudan>

e selezionando la voce "Teaching activity".

## 44605 - MISURE E COLLAUDO DI MACCHINE E IMPIANTI ELETTRICI LS (6 CFU)

**Corso di Laurea:** 0232 - Ingegneria elettrica

**Ciclo:** 2

**Crediti:** 6

**57962 - MISURE E MODELLI IDRAULICI L**

<b>Docente:</b>	BRAGADIN GIANNI LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Costruire e gestire modelli matematici e fisici

**Programma / Contenuti**

**OBBIETTIVI FORMATIVI** Il corso si propone di mettere in grado l'allievo di progettare un modello fisico di un fenomeno idraulico, di costruirlo, di effettuare prove e misure, di interpretarne i risultati. Le lezioni frontali avranno quindi come argomenti:

Misure sistematiche di grandezze idrometeorologiche e loro organizzazione. Modelli fisici. Similitudine meccanica: similitudine di Reynolds; similitudine di Froude, modelli a scale distorte. Modellazione di correnti a fondo mobile. Sono previste esercitazioni pratiche in laboratorio e visite ai centri modelli dell'alta Italia. Inoltre il corso si propone di rendere all'allievo familiare la modellazione matematica.

Modelli matematici: generalità. Modellazione di moto permanente e vario nelle reti in pressione e a pelo libero, di diffusione e dispersione di inquinanti, uso di modelli commerciali.

Esame: L'esame è costituito da una prova scritta e orale, integrata dalla presentazione di semplici modelli matematici eseguiti dallo studente

**Testi / Bibliografia**

DISPENSE

"Hydraulic modelling", ed. Helmut Kobus, IAHR

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

CD con programmi eseguiti

Prova scritta

Prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni frontali, visite a laboratori.

Esecuzione passapasso in aula di programmi fortran e matlab

**49160 - MISURE ELETTRICHE E LABORATORIO L (12 CFU)**

<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Mutuato da:</b>	17451 - MISURE ELETTRICHE L (vedi p. 817)

**17451 - MISURE ELETTRICHE L**

<b>Docente:</b>	PASINI GAETANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	9

## 49560 - MISURE ELETTRONICHE E LABORATORIO L-A

<b>Docente:</b>	TRAVERSO PIER ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

## 49560 - MISURE ELETTRONICHE E LABORATORIO L-A

<b>Docente:</b>	RINALDI MARIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire****Obiettivo del corso**

L'insegnamento si propone di illustrare i concetti ed i metodi utili per individuare e risolvere problemi generali di misurazione e rilevazione di grandezze elettriche e, sempre tramite segnali elettrici, di grandezze di natura diversa in particolare nel governo e nell'automazione degli impianti e delle linee di produzione.

Si propone inoltre di fornire i criteri e le conoscenze per la valutazione, la scelta, l'impiego e la progettazione della strumentazione.

**Programma / Contenuti****Programma**

La misura, valutazione quantitativa di parametri o di grandezze fisiche, come strumento essenziale per la conoscenza dei fenomeni.

**1. I sistemi di acquisizione dei dati di misura**

I segnali elettrici come supporto fisico delle informazioni di misura. Catena di misura e catena di regolazione manuale ed automatica. Segnali analogici e numerici. Il "condizionamento" dei segnali (amplificatori e filtri per strumentazione). Conteggio elettronico di impulsi. Misura della frequenza e degli intervalli di tempo. I segnali elettrici nel dominio dei tempi e delle frequenze. Il campionamento. Conversione analogico-numerica e numerico-analogica. I sistemi Multiplex. La trasmissione a distanza. Gli "standard" IEEE488 ed RS 232. L'elaborazione numerica dei segnali di misura.

**2. Metrologia ed elementi di statistica**

Richiami di metrologia generale. Il Sistema Internazionale, unità e campioni. Accuratezza delle misurazioni: richiami di calcolo delle probabilità e statistica. Propagazione delle incertezze.

**3. Misurazione per via elettrica di grandezze non elettriche**

Sensori e trasduttori: modello interpretativo, grandezze di influenza, funzionamento in regime stazionario e dinamico, condizione di non distorsione. Principi fisici della trasduzione.

Caratterizzazione dei trasduttori riguardanti le grandezze fisiche di maggiore interesse nei dispositivi di regolazione e governo di impianti e processi industriali.

**4. Misura delle grandezze elettriche attive in regime stazionario ed in transitorio.**

Strumenti analogici elettromeccanici ed elettronici. Strumenti numerici. Componenti per l'ampliamento del campo di misura: trasformatori di tensione e corrente, attenuatori, amplificatori, convertitori ca-cc di precisione, moltiplicatori analogici. Strumenti di misura a microprocessore. Interfaccia standard IEEE-488 per apparecchi di misura programmabili.

Problemi di diagnostica e di autodiagnostica. Le misure nei processi produttivi in linea e in fase di collaudo. Registratori XY e X-t. Analizzatore di spettro. Oscilloscopio. Registratore di transitori. Oscilloscopio a memoria numerica.

**4. Misure di forza elettromotrice e di impedenza**

Misure dirette strumentali. Metodi per misure di precisione.

**5. Misure nei circuiti di potenza**

Determinazione dei circuiti in corrente continua, in corrente alternata monofase e trifase.

Effetti sulle misure di corrente, tensione e potenza per la presenza di armoniche dovute alle deformazioni delle forme d'onda introdotte dai circuiti elettronici di potenza.

**Testi / Bibliografia**

- Baican-Neculescu. "Applied Virtual Instrumentation", WIT Press.  
 Bell: "Electronic Instrumentation and Measurements", Prentice Hall.  
 Benetazzo: "Misure elettroniche", CLEUP.  
 Bentley: "Principles of Measurement Systems", Longman Singapore Publishers.  
 Coombs: "Electronic Instrument Handbook", McGraw-Hill, Inc.  
 Dally et alii: "Engineering Measurements", John Wiley & Sons Inc.  
 Doebelin: "Measurement Systems", McGraw-Hill Publishing Company.  
 Iuculano-Mirri: "Misure elettroniche", CEDAM.  
 Pirani: "Sistemi automatici di misura e acquisizione dati", Progetto Leonardo.  
 Pisani: "Misure elettroniche", Politeko Edizioni.  
 Regien: "Measurement Science for Engineers", ed. Kogan Page Science  
 Webster: "The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook", CRC and IEEE Press

**Metodi didattici**

Sono disponibili dispense per gli studenti presso il servizio di fotocopiatura annesso alla Biblioteca di Facoltà.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Saranno effettuate esercitazioni pratiche in laboratorio.

**57963 - MISURE MECCANICHE, TERMICHE E COLLAUDO I**

<b>Docente:</b>	PELLONI PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento intende fornire conoscenze sulle tecniche più frequentemente impiegate nell'effettuazione delle misure sulle principali grandezze fisiche di interesse nell'ingegneria meccanica, particolarmente mediante l'acquisizione di segnali proporzionali alle dette grandezze. Vengono altresì forniti i mezzi per la valutazione dell'attendibilità delle misurazioni effettuate. Infine si dà un esempio di collaudo inteso come verifica delle condizioni di funzionamento di una macchina o di un impianto, sulla base dei risultati delle misure di diversi parametri. Dopo l'impostazione generale dei problemi che sorgono nei collaudi, si approfondisce a titolo d'esempio il caso del collaudo dei motopropulsori per autoveicoli. L'esame è costituito da una prova orale. Propedeuticità consigliate: Fisica tecnica, Idrraulica. Tesi di Laurea: 1) Studio di strumenti e di apparati di misura. 2) Circuiti di collaudo di macchine.

**Programma / Contenuti**

Problemi generali delle misure

I sistemi di unità di misura: S.I. e tecnico: esercizi sulle conversioni fra le varie unità. Modalità di effettuazione delle misure: dirette, mediante strumenti tarati, a squilibrio e per azzeramento, indirette. Gli errori di misura e teoria della propagazione degli errori. Variabile aleatoria discreta e continua: probabilità e frequenza, valor medio e valor medio stimato, funzione densità di probabilità e distribuzione di probabilità, distribuzione gaussiana e normale (standardizzata e non), varianza, scarto quadratico medio, misura tipo, prove ripetute. Tipi di strumenti e loro verifica: precisione e accuratezza, verifica di zero, scala e linearità.

#### **Grandezze rapidamente variabili nel tempo**

Problemi generali di misura. Variazione a gradino della grandezza in misura. Variazione sinusoidale della grandezza in misura. Catena di misura. Cenno sui sistemi di scrittura dei registratori.

#### **Misure di deformazione**

Generalità sulle misure di deformazione. Estensimetri a variazione di resistenza elettrica: posizionamento, variazione di R percentuale e sua valutazione. Ponte di Wheatstone: caratteristiche, collegamento a tre e quattro fili. Amplificazione del segnale: due estensimetri su lati opposti del ponte (sottoposti a uguale dilatazione). Sollecitazione di flessione: due estensimetri su lati adiacenti del ponte.

#### **Trasduttori di spostamento**

Trasduttori di spostamenti in rotazioni: cremagliera-pignone, carrucola-fune, tubo di torsione, accoppiamento magnetico, rocchetto-settore dentato. Trasduttori pneumatici. Trasduttori elettrici.

#### **Misure di pressione**

Manometri a deformazione: a tubo di Bourdon (senza trattazione analitica), a membrana. Avvertenze per l'impiego dei manometri. Manometri a dislivello di liquidi: tubi ad U, a tubi inclinati, micromanometro. Manometri differenziali. Manometri assoluti: a pistone a peso diretto, di MacLeod. Manometri per vuoti spinti: di Knudsen, a ionizzazione, di Pirani, a termocoppia (cenni).

#### **Misure della pressione sonora**

Definizione di rumore, catena di misura, filtri, curve a uguale sensazione sonora. Microfono capacitivo.

#### **Misure di vibrazioni**

Problematiche generali. Vibrografo a massa sismica. Accelerometri e velocimetri.

#### **Misure di temperatura**

Unità di misura degli intervalli di temperatura. Termometri a gas perfetto a volume costante. Campi di utilizzo dei vari termometri. Termometri a dilatazione. Termocoppie: legge del metallo intermedio e della temperatura intermedia, utilizzo con ponte di Wheatstone, trasporto del segnale a distanza, reocordi. Termoresistenze: inserimento in ponte di Wheatstone, misure per equilibrio, eliminazione dei possibili errori per conduzione di calore nell'elemento sensibile, per irraggiamento, per velocità del fluido. Avvertenze sull'uso dei termometri. Pirometri ad irraggiamento totale.

#### **Analisi dei prodotti di combustione**

Generalità e problemi accessori. Apparecchi per l'analisi chimica: di Orsat. Analizzatori fisici a conducibilità termica e a tonalità termica per CO<sub>2</sub> ed incombusti.

Analizzatori industriale per Ossigeno, basati sulla variazione della suscettività magnetica del medesimo con la temperatura. Analizzatori ad assorbimento selettivo nell'infrarosso. Valutazione del contenuto di incombusti solidi: sistema Bacharach. Analisi per la determinazione di HC e NO<sub>x</sub> (cenni).

#### **Misure di tempo**

Orologi meccanici: bilanciere e problematiche connesse con la variazione di temperatura, dispositivo a scappamento.

Orologi elettrici: diapason con elettromagnete. Orologi al quarzo (contatore elettronico).

Oscilloscopio.

#### **Misure di velocità di rotazione**

Tachimetri meccanici: cronometrici manuali, di Watt (centrifugo). Tachimetro magnetico e ad effetto Hall. Tachimetri elettrici: a fotocellula e a variazione di riluttanza magnetica.

#### **Misure di velocità dei fluidi**

Rilievi di velocità attraverso misure di DP: tubo di Pitot, variante con sfera a 5 prese, ago con presa singola (cenni). Mulinello e anemometro. Anemometro a filo caldo: utilizzo del ponte di Wheatstone a temperatura costante o a corrente costante, problematiche sul campo di frequenze dello strumento e verifica della esatta compensazione.

#### Misure di portata

Generalità. Contatori per gas: di precisione, a secco con soffiotti, per tarare, a lobi e ruote ovali, a palette. Contatori per liquidi: a pistoncini, a disco oscillante. Andamento dell'errore con la portata: considerazioni critiche. Dispositivi di strozzamento: diaframma, boccaglio, tubo di Venturi; particolarità nel loro impiego, sistemazione delle prese di pressione e loro collegamento ad un manometro per fluidi non monofase. Misura diretta: flussimetro.

#### Misure di livello negli impianti industriali

Livelli per caldaie a visione diretta: con tubo in vetro, livello corazzato. Trasduttori di livello: con manometro di Bourdon, con tubo ad U. Problematiche connesse con i recipienti in pressione. Sensore a effetto Hall.

#### Misure di forza e momento torcente

Torsionometri: ad alberi con flange affacciate e con estensimetri, a magneti permanenti, a collegamento elastico con molle, per motori aeronautici, a ponte induttivo completo, a setti. Il nonio.

#### Misure di potenza delle macchine

Cenni sulle valvole di sicurezza. Apparecchio a carcassa oscillante e problematiche inerenti. Freni idraulici ed aerodinamici: Froude e sua regolazione, campo di funzionamento. Freni a correnti parassite.

#### Procedure di collaudo

Problematiche generali. Collaudo di motori a combustione interna. Consumo specifico e definizione del rendimento in relazione ad esso; curve di coppia e potenza. Collaudo di impianti di riscaldamento e condizionamento. Collaudo di pompe centrifughe e volumetriche: esempio di installazione in laboratorio; concetti di tolleranza e incertezza sulle prestazioni; diagrammi caratteristici.

### Testi / Bibliografia

- Giorgio Minelli, "Misure Meccaniche" - Ed. Patron Bologna (1974)  
 E. O. Doebelin, "Measurement Systems Application and Design" - McGraw\_Hill (1990)  
 G. Rizzoli, "Principles and Application of Electrical Engineering" - McGraw\_Hill (2000)  
 W. Ribbens, "Understanding Automotive Electronics" - Newnes (1998)  
 R. Giometti, F. Frascari, "Elettronica" - L'Analogica Calderini (1999)  
 M. J. Usher, "Sensors and Transducers" - McMillan (1989)  
 W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, "Numerical Recipes" - Cambridge, University Press (1992)  
 Bruel, Kjaer, "Piezoelectric Accelerometers and Vibration Preamplifier" - Theory and Application Handbook (1986)  
 "Shock and Vibration Measurement Technology" - Endevco Dynamics Instrument Division, San Juan Capistrano, USA (1980)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale nel quale si richiede agli studenti lo svolgimento di un esercizio di conversione di unità di misura.

## 55016 - MISURE PER LA CONFORMITÀ E LA AFFIDABILITÀ LS

Docente:	PERETTO LORENZO
Corso di Laurea:	0453 - Ingegneria gestionale
Ciclo:	3
Crediti:	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Lo studente apprenderà a progettare e gestire le attività relative alla verifica della conformità e alla determinazione della affidabilità dei prodotti di una azienda. Tutto ciò sarà affrontato considerando l'effetto delle incertezze di misura sui risultati di misura e stimando i conseguenti rischi decisionali associati a misure incerte.

Attività di laboratorio aiuteranno lo studente ad apprendere le nozioni teoriche acquisite in aula.

## Programma / Contenuti

Misure ed Incertezze di misura. Propagazione degli effetti delle incertezze di misura. Sistema Internazionale di unità di misura SI. Incertezze standard ed estese. La strumentazione automatica di misura. Gestione automatica di un banco di misura. La Qualità. La Qualità totale nei moderni sistemi di produzione; conformità ed affidabilità. Misure per la conformità: specifiche iniziali; scelta della strumentazione di misura idonea; progettazione di attività sperimentali orientate alle misure per la conformità nelle linee di produzione; gestione e trattamento dei dati acquisiti; rischi decisionali derivanti dalle incertezze di misura. Misure per la affidabilità. Prove sperimentali: progettazione delle prove per la stima di parametri affidabilistici dei prodotti: prove di tipo; gestione e coordinamento delle attività congiunte fra le varie competenze aziendali per il miglioramento della affidabilità dei prodotti: esempi in laboratorio di analisi FMEA, FMECA, FTA. Analisi dei rischi associati a stime incerte dei parametri affidabilistici.

## Testi / Bibliografia

-Appunti forniti dal Docente;

-Libro di testo: Douglas C. Montgomery - Controllo statistico della qualità - McGraw-Hill

## Metodi didattici

Lezioni in aula

Attività sperimentale in laboratorio didattico

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## Strumenti a supporto della didattica

Laboratorio didattico per attività sperimentale

# 18008 - MISURE PER LA SICUREZZA L

<b>Docente:</b>	PERETTO LORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire elementi per un approccio all'analisi dei rischi e alla gestione della sicurezza, non solo elettrica, in ambiente di lavoro. In particolare, sono evidenziate le basi convenzionali dei principi di sicurezza elettrica prescritti dalle norme CEI e viene discusso il rischio residuo insito nell'applicazione delle norme medesime, da esse considerato accettabile. Infine, vengono date indicazioni per le verifiche su gli impianti elettrici di I categoria.

## Programma / Contenuti

*La sicurezza negli ambienti di lavoro.*

Principali riferimenti normativi nazionali e comunitari sull'obbligo di sicurezza. Norme tecniche sulla sicurezza.

I servizi aziendali per la tutela della sicurezza e della salute negli ambienti di lavoro: organizzazione, compiti e responsabilità.

Organi di vigilanza: organizzazione, compiti e poteri.

Sicurezza, pericolo, rischio. Sicurezza e affidabilità. Rischio imposto, rischio indebito, rischio residuo.

Evoluzione del concetto di rischio accettabile.

Elementi di analisi operativa dei rischi.

Norme tecniche e sicurezza: norme CEI come esempio di integrazione tra affidabilità e sicurezza.

Applicazione delle norme CEI sugli impianti elettrici e rischi residui. Esempi di rischio residuo accettato dalle norme CEI: curva convenzionale di sicurezza tensione-tempo; tempi di intervento delle protezioni coordinate con impianti di terra; prescrizioni sul sezionamento del neutro.

Analisi di infortuni sul lavoro per cause elettriche. Esempi di evoluzione della normativa per la riduzione del rischio elettrico.

Circuiti di comando "a sicurezza positiva".

*Verifiche sugli impianti elettrici.*

Operare in sicurezza durante le verifiche. Strumentazione per le verifiche.

Verifiche sui sistemi di protezione dai contatti diretti. Verifiche sui sistemi di protezione dai contatti indiretti senza o mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Limiti protettivi degli interruttori differenziali. Verifica della corretta scelta e installazione dei dispositivi per la protezione contro le sovracorrenti. Misura dell'impedenza dell'anello di guasto. Verifiche su impianti di terra. Metodi per la misura della resistività del terreno.

Le verifiche negli impianti elettrici nei cantieri edili.

## Testi / Bibliografia

Vengono forniti gli appunti delle lezioni.

Testi consigliati per saperne di più:

A. Abate: "Analisi operativa del rischio", Ed. CEI

V. Carrescia: "Fondamenti di sicurezza elettrica", Ed. TNE

## Metodi didattici

Vengono fornite le copie delle slides usate in ogni lezione

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale. Un appello ogni mese.

Le relazioni di laboratorio devono essere consegnate entro la settimana che precede l'esame.

## Strumenti a supporto della didattica

Alcune esercitazioni di laboratorio; seminari con la presenza di professionisti operanti nel settore della sicurezza in ambiente di lavoro.

# 41563 - MODELLI E APPLICAZIONI IN RETI DI CALCOLATORI LS

Docente:	BOARI MAURELIO
Corso di Laurea:	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
Ciclo:	1
Crediti:	6

## **Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di introdurre gli allievi alle principali problematiche e soluzioni relative ai sistemi operativi e alle reti di calcolatori. Vuole essere una sintesi, più modellistica e meno operativa, delle tematiche affrontate nei corsi di Sistemi Operativi e Reti di Calcolatori tipici del corso di studio in Ingegneria Informatica.

## **Programma / Contenuti**

L'obiettivo del corso è fornire nozioni e strumenti necessari per operare con sistemi di reti di calcolatori. Il corso è suddiviso in tre parti:

### **1. I moderni sistemi operativi**

- Funzioni e struttura di un sistema operativo.
- Organizzazione e funzionalità dei sistemi operativi UNIX, Linux e Windows NT.
- Il concetto di processo e sua rappresentazione nel Sistema Operativo.
- Gestione dei processi: scheduling, risorse e protezione.
- Classificazione dei processi: indipendenti/interagenti, mem.condivisa/scambio di messaggi, comunicazione/competizione/interferenza, processi pesanti/leggeri.
- File system e sua realizzazione.

### **2. Metodi e Strumenti per la comunicazione in rete**

- Inquadramento generale e definizioni di base.
- Sistemi distribuiti ed eterogenei.
- Modello client/server, modello peer-to-peer.
- Strumenti per la comunicazione in rete: socket.

### **RPC (Remote Procedure Call) e RMI (Remote Method Invocation).**

### **3.Fondamenti di Tecnologie Web**

- Componenti di una applicazione.
- I protocolli HTTP e FTP.
- La realizzazione di applicazioni Web.
- Il linguaggio XML
- Elementi di base della tecnologia Web Services
- Problemi di sicurezza nelle reti
- Sicurezza nelle applicazioni

## **Testi / Bibliografia**

- Anciloti, Boari, Ciampolini, Lipari: "Sistemi operativi", McGraw-Hill - 2004
- Kurose, Ross: "Internet e Reti di Calcolatori", McGraw-Hill
- HTML 4.01 Specifications: <http://www.w3.org/TR/html4/>
- World wide web Consortium: <http://www.w3.org>
- World wide web Consortium CSS2 Specifications: <http://www.w3.org/TR/REC-CSS2/>
- JavaScript Central: <http://devedge.netscape.com/central/javascript/>

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno discusse le struttura hardware e software dei nodi di un sistema distribuito con riferimento in particolare alle problematiche relative alla strutturazione e modalità di comunicazione di applicazioni concorrenti distribuite.

Il corso è affiancato da esercitazioni di laboratorio, volte ad approfondire, da un punto di vista operativo e di programmazione, alcune tra le tematiche fondamentali affrontate durante il corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

- Prova finale orale sugli argomenti trattati durante il corso

**Strumenti a supporto della didattica****Materiale didattico**

Diapositive proiettate a lezione consultabili sul sito Web del corso:

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/ModApplRetiCalc0506/>

**44471 - MODELLI E METODI PER IL SUPPORTO ALLE DECISIONI LS**

<b>Docente:</b>	CAPRARA ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di illustrare i modelli matematici più frequentemente adottati nell'organizzazione e gestione di sistemi complessi ed i metodi generali per la loro risoluzione. L'enfasi del corso è soprattutto sull'aspetto modellistico, mentre le metodologie risolutive (tipicamente disponibili sotto forma di software commerciale e public domain) non verranno descritte in grande dettaglio.

**Programma / Contenuti****Richiami dei corsi di Ricerca Operativa di base**

Programmazione lineare, programmazione lineare intera e teoria dei grafi. Cenni sulla dualità in programmazione lineare. Cenni di teoria della complessità: algoritmi polinomiali ed esponenziali, problemi polinomiali ed NP-completi. Algoritmi di tipo esatto ed euristico.

**Modelli di programmazione lineare intera per problemi NP-completi di base**

Modelli per capacitated facility location, uncapacitated facility location, knapsack, bin packing, clique, coloring, set packing, set covering, set partitioning, commesso viaggiatore.

Modelli "forti" e "deboli". Metodi generali per definire modelli "forti". Implicazioni sulla risoluzione dei problemi.

**Metodi risolutivi avanzati**

Richiami sull'algoritmo del simplesso e sul branch-and-bound. Algoritmi euristici basati sul rilassamento continuo.

Modelli con un numero esponenziale di variabili e/o vincoli. Separazione e generazione di colonne.

**Applicazioni**

Turnazione del personale, determinazione dei percorsi ottimi di veicoli, problemi di sequenziamento e schedulazione, problemi di taglio e impaccamento multidimensionali.

## Testi / Bibliografia

### Testi di riferimento:

- appunti delle lezioni.
- dispense a cura del docente.

### Testi per consultazione:

- A.AGNETIS, C.ARBIB, M.LUCERTINI, S.NICOLOSO, *Il Processo Decisionale*, La Nuova Italia Scientifica, 1992.
- W.COOK, W.H.CUNNINGHAM, W.R.PULLEYBLANK, A.SCHRIJVER, *Combinatorial Optimization*, Wiley, 1997.
- S.MARTELLO, P.TOTH, *Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations*, Wiley, 1990.
- C.PAPADIMITRIOU, K.STEIGLITZ, *Combinatorial Optimization*, Prentice Hall, 1982.
- L.WOLSEY, *Integer Programming*, Wiley, 1998.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta.

# 23271 - MODELLI GEOSTATISTICI PER LA GEOINGEGNERIA LS

<b>Docente:</b>	BRUNO ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso è fornire ed addestrare all'uso di modelli geostatistici avanzati idonei a risolvere i problemi della Geoingegneria, normalmente legati a grandezze che sono delle Variabili Regionalizzate (spazio-temporali).

I problemi della Geoingegneria considerati sono quelli che si basano su grandezze georeferenziate, variabili naturalmente o artificialmente, e note solo in un numero limitato di punti. Al fine di affrontare con criteri oggettivi e numerici tali problemi, occorre procedere alle opportune modellizzazioni. Alcuni di questi problemi sono tipicamente minerari, come la progettazione della campionatura, la selezione delle frazioni utili recuperabili a diversa scala (deposito, pannello, volata), la pianificazione di operazioni di coltivazione o scavo; la analisi di rischio degli investimenti. Altri problemi sono ambientali, come la identificazione di aree a rischio e la selezione di aree da bonificare, il monitoraggio ambientale.

Le grandezze associate ai problemi sono georeferenziate in domini n-dimensionali e sono quindi delle Variabili Regionalizzate. Per esempio si tratta delle concentrazioni spazio-temporali di elementi utili o sostanze, nel suolo, nel sottosuolo, nell'aria, in falda e nelle acque superficiali; oppure delle proprietà dei mezzi come porosità, permeabilità, granulometrie, profondità, temperature, spessori, di formazioni geologiche o terreni. Ma si tratta anche delle proprietà di materiali commerciali per la loro valorizzazione, come i parametri estetici delle rocce ornamentali, o delle grandezze che servono per il monitoraggio ambientale, come l'altezza di pioggia o l'analisi dei dati telerilevati.

I modelli sono quelli avanzati della geostatistica non lineare, multivariata e non stazionaria. Tipicamente si tratta di ricorrere a modelli stimati o a simulazioni geostatistiche, semplici o condizionali ai dati disponibili. Spesso si tratta di utilizzare il modello geostatistico come input per un modello a valle, per esempio una

simulazione di processo. In particolare sono integrate le tecniche introdotte nel corso di Geostatistica Applicata della Laurea triennale, introducendo la stima delle distribuzioni mediante Krigaggio Disgiuntivo e Krigaggio delle indicatrici, i modelli di anamorfosi gaussiana e le diverse tecniche di simulazione (Turning Bands, Sequenziale Gaussiana, Gaussiana Troncata, Annealing, ...).

Lo studente deve infine apprendere ad utilizzare gli strumenti teorici forniti sfruttando il software disponibile sul mercato, ma anche imparando a sviluppare dei programmi originali mediante le "macro" associate alla piattaforma Windows.

## Programma / Contenuti

### LEZIONI

· Introduzione e problemi.

### **I MODELLI GEOSTATISTICI DI RIFERIMENTO**

#### - **Richiami di Geostatistica lineare**

- Leggi di probabilità multivariate, condizionali. La regressione.
- Geostatistica stazionaria mono- e multivariata .
- Geostatistica non stazionaria.

#### - **L'analisi spazio temporale**

- La variabilità spazio-temporale, l'approccio multivariato.
- La fattorizzazione della Covarianza.

#### - **Geostatistica non lineare: la stima delle distribuzioni**

- La stima condizionalmente corretta.
- Le variabili indicatrici.
- Il krigaggio disgiuntivo e il krigaggio delle indicatrici.

#### - **Geostatistica non lineare: la simulazione**

- Introduzione alle simulazioni. L'anamorfosi.
- Simulazione di variabili continue.
- Simulazione di variabili discrete.
- Simulazione di oggetti.

### **LA CARATTERIZZAZIONE AVANZATA DELLE GEORISORSE**

#### - **Introduzione alle georisorse minerarie**

- Cenni di Geologia Economica. La classifica delle riserve delle Nazioni Unite.
- I giacimenti minerali dei principali elementi.
- Depositi di Rocce Ornementali.

#### - **Selezione libera e vincolata**

- Selezione delle riserve recuperabili. Curve T/Q.
- Effetto supporto e informazione.
- Ottimizzazione della campionatura.
- L'ottimizzazione di un open-pit.

#### - **Caratterizzazione delle grandezze petro-fisiche**

- Le grandezze petrofisiche (porosità, permeabilità, fratture).
- La qualificazione dei prodotti lapidei.

### ESERCITAZIONI

#### - **Applicazioni pratiche di algoritmi**

- Sviluppo ed implementazione di procedure di calcolo per l'utilizzazione dei modelli introdotti, con EXCEL.
- Soluzione di problemi specifici di geoingegneria, su dati pubblici e/o individuali, con ISATIS, FAIPACK, MULTIGEO e EXCEL.

#### - **Prove intermedie e Correzione**

**Testi / Bibliografia****TESTI DEL CORSO**

- Bruno, Roberto APPUNTI delle LEZIONI (power point)
- Raspa, G. & Bruno, R. APPUNTI di GEOSTATISTICA (pdf)

**BIBLIOGRAFIA**

- Bruno, R. and Raspa, G. (1994) - *La pratica della geostatistica lineare: il trattamento dei dati spaziali* - Edizioni Angelo Guerini ed Associati S.r.l., 170 pp.
- Chiles, J.P. & Delfiner, Pierre (1999) - *Geostatistics* - Wiley Series in Probability and Statistics, - John Wiley and sons, Inc., 687 pp.

**Metodi didattici**

In ogni modulo delle lezioni è introdotta una tipologia di problemi reali legati alle georisorse. Sono quindi discussi i problemi da risolvere ed è individuato l'approccio necessario a risolverli. E' poi sviluppata la teoria specifica per la soluzione del problema.

Alle lezioni sono affiancate le esercitazioni che mettono quindi in pratica i concetti ed i modelli teorici introdotti. Le esercitazioni sono svolte nel Laboratorio Didattico-Informatico, utilizzando gli strumenti sw disponibili e sviluppando macro specifiche per calcoli specifici.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Sono previste due modalità di accertamento, una per gli studenti che frequentano ed una per gli studenti che non possono frequentare.

**- Studenti che frequentano**

Durante il corso sono svolti due test intermedi, uno sulla Stima delle distribuzioni, a circa metà del corso, ed uno sulla Simulazione Geostatistica a circa una settimana dalla fine del corso.

Al termine lo studente dovrà preparare una tesina, che consiste nello studio di un caso reale scelto dallo studente stesso, del quale ha raccolto i relativi dati. L'esame finale consiste nella discussione della tesina. La votazione è ottenuta dalla media ponderata fra i risultati dei test intermedi e della discussione della tesina.

**- Studenti che non possono frequentare**

La prova di accertamento consiste nella discussione di una tesina che mette in pratica gli insegnamenti teorici applicandoli ad un problema reale scelto dallo studente e di cui si è procurato i dati. Durante la discussione sono approfondite le conoscenze teoriche della materia.

N.B. - La tesina può essere svolta a contatto con il docente che ne indirizza l'analisi e le elaborazioni utili.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni sono presentate con proiezione di files power-point supportate da sviluppi alla lavagna.

Le esercitazioni sono svolte presso il Laboratorio Didattico-Informatico.

Nelle esercitazioni, oltre ai programmi Microsoft Office, è utilizzato sw geostatistico freeware. In particolare sono usati:

- FAIPACK
- MULTIGEO
- EXCEL

**54956 - MODELLI NUMERICI NELLA MECCANICA DEL CONTINUO LS**

<b>Docente:</b>	CESARI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso richiede la conoscenza del comportamento dei materiali isotropi, dei metodi analitici per lo studio del campo tensionale di particolari strutture (telai, tubi, lastre circolari e cilindriche) e dei metodi energetici che stanno alla base della meccanica del continuo (Principio dei lavori virtuali, minimo della energia potenziale).

**Programma / Contenuti**

Il corso ha lo scopo di fornire criteri e metodi per la simulazione e la modellazione nel calcolo strutturale. I principali criteri consistono nella semplificazione della struttura e nella ricerca di valori tensionali di riferimento, che sono le classiche soluzioni analitiche di organi incontrati nella costruzione di macchine. A questa prima fase, che è la più importante e la più complessa dal punto di vista ingegneristico, segue il metodo di analisi. Per quanto concerne il calcolo strutturale si parlerà soprattutto del metodo degli elementi finiti, come nasce e come si sviluppa, come si programma e come si utilizzano codici ad hoc e commerciali. Un particolare cenno sarà dato alla modellazione dei materiali non convenzionali, in particolare i materiali compositi particellari ed a fibra lunga.

**Testi / Bibliografia**

Le lezioni sono tratte da alcuni volumi scritti dal docente, in particolare: F. Cesari, Calcolo matriciale delle strutture, Ed. Pitagora F. Cesari, Calcolo automatico di telai e strutture piane, Ed. Pitagora

**Metodi didattici**

Durante le lezioni teoriche saranno discussi quali problemi di calcolo si incontrano nella progettazione meccanica di strutture semplici e complesse. Il corso sarà affiancato da esercitazioni alla lavagna e da esercitazioni di laboratorio. Le prime hanno lo scopo di ottenere soluzioni analitiche di riferimento a problemi più complessi. Quest'ultima attività sarà programmata in modo che lo studente possa realizzare automaticamente le soluzioni dei problemi delineati in forma teorica durante le lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame è orale, con una approfondita discussione sulle relazioni tecniche che gli studenti dovranno portare e riguardanti alcuni dei principali problemi incontrati durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni teoriche vengono svolte tramite lavagna luminosa. Le esercitazioni vengono svolte tramite lavagna normale e tramite computer, utilizzando software dedicato e programmi messi a disposizione dal docente.

**44717 - MODELLISTICA AMBIENTALE LS**

<b>Docente:</b>	ANTONIONI GIACOMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento intende fornire le conoscenze necessarie ad identificare e quantificare con modelli previsionali gli impatti ambientali delle attività industriali. In particolare si farà riferimento alla identificazione delle apparecchiature e delle operazioni industriali che sono sorgenti di contaminazione di aria, acqua e suolo nonché alla previsione quantitativa dell'entità delle sorgenti di emissione, alla distribuzione spazio-temporale della contaminazione dei mezzi che esse determinano ed ai possibili effetti sugli organismi.

**Programma / Contenuti**

Introduzione alla modellistica (tipologie di modelli, cenni di ecotossicologia).

Modelli di stima delle emissioni da categorie di sorgenti. Serbatoi di stoccaggio, operazioni di carico di prodotti petroliferi, scariche, depurazione acque di scarico, polveri "fuggitive": elementi descrittivi e costruttivi, fenomeni fisici coinvolti ed equazioni di base. Contenuti ed uso di software specifici: TANKS 4.1 e WATER9  
 Modelli previsionali per la contaminazione dei mezzi.

- Fenomeni di trasporto (avvezione, diffusione, dispersione, ...) e reazioni chimiche (cinetiche ed equilibri).
- Aria e fenomeni di inquinamento: la deposizione acida, acidità ed alcalinità, deposizione secca e umida, processi interfacciali aria-acqua e suolo. La deposizione dei metalli. Richiami di meteorologia. Contenuti ed uso di un software specifico: AERMOD.
- Acqua e fenomeni di inquinamento. Le sostanze organiche tossiche in laghi, fiumi ed estuari. Le reazioni redox, i metalli pesanti e la loro migrazione nel suolo. Richiami di un modello semplice: Streeter - Phelps. Equazioni di bilancio di un modello specifico ed uso degli strumenti: WASP (Water Quality Analysis and Simulation Program) e QUAL2K.
- Contaminazione delle acque sotterranee: richiami delle equazioni di trasporto in suolo e sottosuolo e uso di un modello semplice per il trasporto di inquinanti solubili ed insolubili.

### Testi / Bibliografia

J.L. Schnoor, *Environmental Modeling*, John Wiley & Sons, NY, 1996.

Environmental Protection Agency, *Air Emissions models for waste and wastewater*, documento n. EPA-453/R-94-080A.

European Community, Reference document on *Best Available Techniques on emissions from storage*, January 2005.

### Metodi didattici

Lezioni in aula ed esercitazioni in sala calcolo *in itinere* per ciascuno strumento illustrato.

Sono previsti un massimo di 9 esercitazioni da 3 ore ciascuna per familiarizzare con lo strumento e svolgere problemi con l'aiuto del docente, e quindi per svolgere il più possibile autonomamente un problema assegnato.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

È richiesta la presenza ad almeno il 70% delle esercitazioni pratiche al calcolatore di cui almeno una per ciascun argomento.

Prova pratica al calcolatore in cui è richiesto di risolvere autonomamente un esercizio assegnato.

### Strumenti a supporto della didattica

Copia diapositive presentate a lezione.

Files di input esemplificativi per i diversi software utilizzati.

## 57964 - MODELLISTICA DEI SISTEMI ELETTROMECCANICI L-A

<b>Docente:</b>	FILIPPETTI FIORENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

#### Finalità del corso

Il corso si propone di individuare i modelli delle tipologie di macchine elettriche maggiormente impiegate nel campo dell'automazione industriale.

**Programma / Contenuti****Programma***Introduzione*

Principi di conversione elettromeccanica dell'energia, meccanismi di generazione di forze e di coppie nelle macchine elettriche, bilanci energetici.

*Motori in c.c.*

Modello delle macchine in corrente continua. Caratteristiche meccaniche. Funzionamento da motore e da generatore. Tecniche di alimentazione. Convertitori statici per motori in corrente continua.

*Motori brushless*

Modello delle macchine sincrone isotrope ed anisotrope. Espressione della coppia. Funzionamento da motore e da generatore. Tecniche di alimentazione.

*Motori asincroni*

Modello delle macchine asincrone. Caratteristiche meccaniche. Funzionamento da motore e da generatore. Tecniche di alimentazione.

**Testi / Bibliografia**

A.E. FITZGERALD C. KINGSLEY JR. A. KUSKO: **MACCHINE ELETTRICHE**, FRANCO ANGELI ED. MILANO

F. CIAMPOLINI: **ELETTROTECNICA GENERALE**, PITAGORA ED. BOLOGNA  
APPUNTI INFORMALI DEL DOCENTE

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame comprende una prova scritta con integrazione orale sugli argomenti svolti durante le lezioni.

**44602 - MODELLISTICA DEI SISTEMI ELETTROMECCANICI LS  
(6 CFU)**

<b>Docente:</b>	TANI ANGELO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze metodologiche ed operative necessarie per la definizione di modelli matematici adatti per lo studio, il progetto ed il controllo dei sistemi elettromeccanici.

**Programma / Contenuti***Dinamica dei sistemi elettromeccanici.*

Equazioni differenziali dei sistemi elettromeccanici; studio della stabilità; metodi di soluzione approssimati; analisi alle piccole variazioni mediante linearizzazione; metodi di integrazione numerica; comportamento dinamico di sistemi di levitazione di tipo elettrodinamico ed elettromagnetico.

*Componenti complesse per lo studio di sistemi trifase.*

Definizione di componenti complesse ed omopolari; equazioni differenziali dei sistemi trifase in forma complessa; relazione fra componenti complesse e variabili d'asse  $d$  e  $q$ ; studio di sistemi in regime periodico mediante sviluppo in serie delle componenti complesse.

*Studio delle macchine elettriche mediante variabili complesse.*

Legame fra componenti complesse di corrente e armoniche spaziali di forza magnetomotrice al traferro; equazioni differenziali di macchina in forma complessa; espressione della coppia; stima dei parametri di macchina mediante misure a morsetti; modello dinamico delle macchine elettriche con perdite nel ferro;

modello dinamico delle macchine elettriche con saturazione magnetica; controllo diretto di coppia (D.T.C.) nelle macchine asincrone.

#### **Stima dei parametri e dello stato di un sistema elettromeccanico.**

Stima in linea dei parametri mediante metodo dei minimi quadrati; osservatori di stato di ordine pieno ed adattativi; teorema di Lyapunov.

#### **Controllori Fuzzy.**

Introduzione alla Fuzzy Logic; variabili linguistiche, fuzzy sets e funzioni di appartenenza; processo di inferenza; applicazione nella modellizzazione e nel controllo dei sistemi elettromeccanici.

#### **Reti neurali.**

Neuroni artificiali e funzioni di attivazione; reti neurali multistrato; istruzione della rete mediante algoritmo di back propagation; impiego delle reti neurali per la modellizzazione e il controllo dei sistemi elettromeccanici.

*Il corso è integrato da esercitazioni al computer.*

### **Testi / Bibliografia**

Sono disponibili file PDF (CD-Rom, Internet) e fotocopie delle diapositive di Power Point proiettate durante il corso.

### **Metodi didattici**

Le lezioni sono integrate con esercitazioni al computer in aula.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame finale orale.

### **Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni ed esercitazioni sono svolte con l'ausilio di PC e videoproiettore (Power Point, Fortran).

## **44598 - MODELLISTICA ED INGEGNERIA DEI MATERIALI ELETTRICI LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	FABIANI DAVIDE
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze avanzate (teoriche e pratiche) sulla ingegneria dei materiali e sistemi isolanti elettrici. Oggetto del corso sono la valutazione delle proprietà elettriche dei moderni sistemi isolanti (solidi e gassosi), includendo anche materiali innovativi come nanomateriali e superconduttori, lo studio del comportamento nel tempo (invecchiamento) e della rottura, le principali tecniche progettuali e sperimentali.

### **Programma / Contenuti**

- 1) Materiali elettrici innovativi.** Richiami sui principali materiali isolanti solidi e gassosi. Materiali nanostrutturati per varie applicazioni, dalle membrane per celle a combustibile ai conduttori. Materiali superconduttori.
- 2) Conduzione elettrica nei polimeri.** Richiami sulla conducibilità elettrica. Stati localizzati. Iniezione di cariche. Meccanismi di conduzione a bassi ed alti campi. Trappole e mobilità delle cariche. Accumulo di carica di spazio. Metodi sperimentali per la misura della corrente di conduzione e della carica di spazio.
- 3) Polarizzazione dielettrica nei polimeri.** Richiami sui tipi di polarizzazione e sulla costante dielettrica complessa. Risposta del dielettrico nel dominio del tempo. Risposta del dielettrico nel dominio della

frequenza. Trasformate di Kramers-Kronig e approssimazione di Hamon. Spettrometria dielettrica. Metodi sperimentali per la determinazione della costante dielettrica complessa.

4) **Meccanismi di invecchiamento e scarica negli isolanti elettrici.** Scarica negli isolanti gassosi per brevi e lunghe distanze. Scarica negli isolanti solidi: scarica per instabilità termica, scarica intrinseca. Invecchiamento in DC: effetto della carica di spazio. Invecchiamento in AC: scariche parziali. Fisica e fenomenologia delle scariche parziali. Treeing elettrico. Metodi sperimentali di misura delle scariche parziali. Water treeing.

5) **Fenomenologia e modellistica dell'invecchiamento.** Proprietà diagnostiche. Modelli di invecchiamento e di vita per sollecitazione singola e combinata. Modelli fenomenologici e parametrici. Passaggio dai modelli fenomenologici ai modelli chimico-fisici. Metodi per progettare esperimenti in presenza di più fattori di invecchiamento contemporaneamente applicati (esperimenti fattoriali frazionati). Prove di vita accelerate. Modelli di vita multivariabili. Modelli probabilistici. Applicazione di tecniche DOE (Design of Experiments) alle prove sui materiali e sui componenti elettrici.

6) **Introduzione alle tecniche di intelligenza artificiale** per la valutazione e la diagnostica dei sistemi isolanti elettrici.

### Testi / Bibliografia

All'inizio del corso il docente fornirà copie delle *slide* che verranno proiettate e discusse durante il corso. Eventuali testi o articoli scientifici per approfondimenti verranno suggeriti in seguito dal docente stesso.

### Metodi didattici

Il corso si compone di lezioni in aula ed esercitazioni in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale finale

### Strumenti a supporto della didattica

Le *slide* delle lezioni sono disponibili sul sito web del corso: [http://www.limat.ing.unibo.it/didattica/mod\\_ing\\_mat\\_clet\\_LS.htm](http://www.limat.ing.unibo.it/didattica/mod_ing_mat_clet_LS.htm)

## 44725 - MODELLISTICA IDROLOGICA LS

<b>Docente:</b>	TODINI EZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo formativo del corso di Modellistica Idrologica è quello di fornire agli studenti le conoscenze della logica che sta alla base della realizzazione dei modelli idrologici di bacino e di propagazione di piena e di permettere loro di effettuare la scelta del modello idrologico più adatto al problema da risolvere e di interpretarne correttamente i risultati.

### Programma / Contenuti

Il corso si propone di fornire agli studenti una visione avanzata sulla modellistica idrologica. Il corso illustrerà i seguenti temi:

- 1) Obiettivi della modellistica: progettuali, descrittivi, previsionali;
- 2) Tipologia dei modelli da adottare in funzione degli obiettivi: modelli a base fisica o modelli "data driven"; modelli distribuiti o modelli aggregati; modelli statistici o modelli strutturali complessi;
- 3) Modelli idrologici di formazione di piena e modelli idraulici per la propagazione di piena;
- 4) Analisi dei dati necessari alle diverse tipologie di modello: dai semplici dati di ingresso uscita fino alla dettagliata descrizione geomorfologica e di uso del suolo;

- 5) Metodologie di calibrazione dei modelli: dai metodi a tentativo ai metodi a massima verosimiglianza fino ai metodi multi-criterio;
- 6) Criteri di valutazione della qualità dei modelli: dai semplici indicatori di qualità del modello ai più raffinati indicatori sulla possibilità di decidere in funzione delle previsioni del modello (quali ad esempio il POD, il FAR e il ROC);
- 7) Incertezza associata alla struttura del modello adottato, alla qualità dei dati ed alla stima dei parametri;
- 8) Incertezza predittiva: ovvero la stima di quanto sia attendibile, ai fini decisionali, una previsione effettuata mediante un modello.

Agli studenti vengono forniti i programmi di calcolo di alcuni modelli idrologici ed un insieme di dati con cui effettuare i confronti dei risultati ottenibili.

### Testi / Bibliografia

- V. P. Singh, D. K. Frevert e S. P. Meyer (eds.), 2002. *Mathematical Models of Large Watershed Hydrology*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- Moissello, U., 1998. *Idrologia Tecnica*. La Goliardica Pavese. Pavia.
- Graf, W.H., 1998. *Fluvial Hydraulics – Flow and Transport Processes in Channels of Simple Geometry*. John Wiley and Sons.
- Eagleson, P.S., 1970. *Dynamic Hydrology*. McGraw-Hill.
- Serie di pubblicazioni specifiche delle tematiche trattate

### Metodi didattici

Lezioni frontali alla lavagna e con video-proiettore.

Esercitazioni da svolgere su proprio computer.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale scritto.

### Strumenti a supporto della didattica

Agli studenti, verranno forniti alcuni programmi di calcolo relativi a modelli idrologici per effettuare le calibrazioni e le verifiche mediante opportuni insiemi di dati.

## 44725 - MODELLISTICA IDROLOGICA LS

<b>Docente:</b>	MONTANARI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di trattare concetti avanzati per la messa a punto e l'applicazione di modelli idrologici. Saranno in particolare considerati modelli matematici di simulazione dei processi idrologici che concorrono alla formazione dei deflussi fluviali.

### Programma / Contenuti

Definizioni di base. Classificazione dei modelli idrologici. Tecniche di parametrizzazione. Processi idrologici che contribuiscono alla formazione dei deflussi fluviali. Modelli di intercettazione e infiltrazione. Modelli di propagazione dei deflussi lungo la rete idrografica. Modelli afflussi deflussi. Stima dell'incertezza di modelli idrologici.

### Testi / Bibliografia

Greppi, Idrologia, Hoepli editore

Brutsaert, Hydrology An introduction, Cambridge University Press

### Metodi didattici

Il corso prevede lezioni frontali e esercitazioni al calcolatore, con l'obiettivo di introdurre l'allievo all'utilizzo dei programmi applicativi che più frequentemente vengono utilizzati nella modellistica idrologica.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti a cura del docente messi a disposizione sulla pagina web personale

## 44707 - MOTO DEI FLUIDI E PROSPEZIONI NEL SOTTOSUOLO LS

<b>Docente:</b>	MESINI EZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Verranno forniti gli elementi necessari allo studio del moto monofase e polifase nei mezzi porosi, nelle rocce fratturate e porose fratturate, per l'analisi del trasporto degli inquinanti e alla gestione sostenibile degli acquiferi.

Verranno inoltre illustrati sia i metodi di prospezione del sottosuolo attraverso l'impiego di prove in situ, di misure geofisiche di pozzo, sia le tecniche per la valutazione delle formazioni ed analisi petrofisiche standard e speciali.

**N.B.** Si presuppone una conoscenza di base delle leggi del moto dell'acqua nei mezzi porosi (acquiferi freatici, confinati e parzialmente confinati: equazioni del moto, condizioni iniziali ed al contorno, parametri caratterizzanti il mezzo poroso e l'acqua).

### Programma / Contenuti

#### Parte Prima

1. Parametri caratterizzanti il mezzo ed i fluidi
2. Il moto monofase darciano di un fluido generico nei mezzi porosi.
3. Il moto polifase nei mezzi porosi, il moto nell'insaturo. Cenni sul moto non darciano.
4. Il trasporto degli inquinanti solubili in acqua.
5. Il moto degli NAPL's in falda.
6. Il moto nelle rocce fratturate e poroso-fratturate.
7. Metodi per la soluzione del moto nel sottosuolo: dal mezzo reale al modello concettuale ed al modello matematico (soluzioni analitiche, modelli numerici, modelli analogici).
8. Esempi di modelli.
9. Cenni sui pozzi per acqua e sulle misure in pozzo.

#### Parte Seconda

1. Cenni sulla prospezione geofisica in generale (metodi gravimetrici, magnetici, elettrici-elettromagnetici e sismici).
2. Log geofisici di pozzo per la ricerca di acqua e di idrocarburi.

3. Parametri petrofisici e loro relazioni con i parametri registrati da log (Formation Evaluation).
4. Log wireline e while drilling.
5. Log litologici, di resistività (elettrici ed induttivi).
6. Log di porosità acustici e nucleari.
7. Metodi interpretativi dei log e tarature con valori derivati da analisi dirette.

## Testi / Bibliografia

- Bear J., Bachmat Y. (1990): Introduction to Modelling of Transport Phenomena in Porous Media, Kluwer Academic Publ., Dordrecht, pp. 553.
- Bear J., Ching-Fu Tsang & De Marsily G.(ed.) (1993) Flow and Contaminant Transport in fractured Rock Academic Press, San Diego (CA).
- Berkowitz B. (1994) Modelling flow and contaminant transport in fractured media. In Corapcioglu (Editor). Advances in porous media, vol 2. Elsevier, Amsterdam.
- Cerbini G. (1992) Il manuale delle acque sotterranee. GEO-GRAPH s.n.c., Segrate.
- Chierici G.L. (1991): Principi di Ingegneria dei Giacimenti di Idrocarburi, vols. 1, 2, AGIP, Milano.
- Chiesa G. (1994) Idraulica delle acque di falda . Dario Flaccovio Ed., Palermo.
- Chiesa G. (1991) Pozzi per acqua, Hoepli, Milano.
- Di Molfetta Antonio(2002) Ingegneria degli acquiferi. Politeko, Torino.
- Kinzelbach - Groundwater modeling (Elsevier, 1986)
- van Golf-Ract T.D. (1982). Fundamentals of fractured reservoir engineering. Elsevier, Amsterdam.
- Walton W.C. (1996) Aquifer Test Analysis with WINDOWS Software. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Wilson D.J. (1995): Modeling of in situ techniques for treatment of contaminated soils, Technomic, Lancaster, pp.567.
- Helander D.P. Fundamentals of formation Evaluation Ogc Publications 1983.
- Mari J.L., Arens G., Chapelier D., Gaudiani P. (1999). Geophysics of reservoir and civil engineerig, Editions Technip, Paris, 438 pp.
- Telford W.M., Geldart L.P., Scheriff R.E. (1990). Applied Geophysics, Second edition, Cambridge University Press, 770 pp.
- Dresser Atlas (1982). Well Logging And Interpretation Techniques Dresser Atlas Industries.
- Schlumberger (1989) Log Interpretation Principles/Applications Houston.
- Macini P., Mesini E. (1998). Alla ricerca dell'energia. Metodi di indagine per la valutazione delle georisorse fluide. Clueb Bologna, 410 pp.

## Metodi didattici

Lezioni in aula; esercitazioni di laboratorio.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Mediante esame orale finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Laboratorio misure sui mezzi porosi; laboratorio informatico; supporti audiovisivi (cassette VHS, videoproiettore, Lavagna luminosa)

**57968 - MOTO DEI FLUIDI E TERMOCINETICA L**

<b>Docente:</b>	ZANCHINI ENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire le nozioni e le metodologie di base della fluidodinamica e della trasmissione del calore, finalizzate allo studio dei sistemi di conversione, trasferimento e controllo dell'energia.

**Programma / Contenuti****Fluidodinamica**

Definizioni elementari. Moto laminare e moto turbolento. Strato limite dinamico. Viscosità. Fluidi newtoniani e non newtoniani. Tensioni in un fluido in moto. Derivata locale e derivata sostanziale. Equazione di continuità. Equazione vettoriale di Navier. Moto laminare completamente sviluppato con densità costante entro un condotto piano parallelo o entro un tubo circolare. Moto di un fluido con densità costante intorno a un cilindro o a una sfera, coefficiente di trascinamento. Equazione integrale di bilancio dell'energia meccanica. Prevalenza. Perdite di carico. Fattore di attrito. Diagramma di Moody. Perdite di carico concentrate. Pressione effettiva. Misure di velocità e di portata.

**Conduzione termica**

Legge di Fourier. Equazione di Fourier. Casi semplici di conduzione stazionaria in geometria piana, cilindrica e sferica. Resistenza termica, resistenze termiche in serie e in parallelo. Cenno alla conduzione non stazionaria monodimensionale (equazione del calore). Esempio di conduzione stazionaria con generazione uniforme, in geometria cilindrica. Misura della conducibilità termica.

**Convezione termica**

Distinzione fra convezione forzata, naturale e mista. Equazioni fondamentali del moto non isoterma.

Approssimazione di Boussinesq. Coefficiente di convezione e numero di Nusselt (Nu).

Adimensionalizzazione delle equazioni. Numero di Reynolds (Re), numero di Grashof (Gr), numero di Prandtl (Pr). Relazione  $Nu = Nu(Re, Gr, Pr)$  in convezione mista. Strato limite termico. Convezione forzata: dipendenza  $Nu = Nu(Re, Pr)$ , casi particolari, esempi. Convezione naturale: dipendenza  $Nu = Nu(Gr, Pr)$ , casi particolari, esempi.

**Irraggiamento termico**

Definizioni. Cavità isoterma e corpo nero. Leggi di Kirchhoff, di Stefan Boltzmann, di Planck, del regresso di Wien, di Lambert. Corpo grigio. Scambi di energia per irraggiamento fra corpi neri e grigi. Fattori di forma. Cenno ai corpi non grigi. Coefficiente di irraggiamento.

**Problemi composti di scambio termico**

Coefficiente di adduzione. Resistenza termica globale e coefficiente globale di scambio termico. Esempi in geometria piana e in geometria cilindrica. Scambiatori di calore: diagrammi delle temperature e differenza di temperatura media logaritmica per scambiatori a tubi coassiali; altri tipi di scambiatori; differenza di temperatura efficace; efficienza di uno scambiatore; esempi di dimensionamento e verifica di scambiatori di calore.

**Testi / Bibliografia**

1) E. ZANCHINI: DISPENSA DI MOTO DEI FLUIDI E TERMOCINETICA L, PER INGEGNERIA ENERGETICA.

La dispensa è disponibile presso la Biblioteca della Facoltà di Ingegneria.

2) S. LAZZARI, B. PULVIRENTI, E. ROSSI DI SCHIO: "Esercizi risolti di Termodinamica, Moto dei Fluidi e Termocinetica" (Esculapio, Bologna, 2006)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento consiste in un esame orale, che comprende una domanda di teoria e lo svolgimento di un esercizio.

## 45247 - NEUTRONICA E PLASMI LS

<b>Docente:</b>	SUMINI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di:

- fornire gli elementi fondamentali necessari alla comprensione dei fenomeni fisici di base che caratterizzano la generazione di energia per via nucleare;
- fornire i principi fisici che caratterizzano il funzionamento di un reattore nucleare a fissione;
- introdurre gli elementi di fisica dei plasmi necessari per lo studio delle macchine per la fusione nucleare controllata.

### Programma / Contenuti

La *prima parte* del corso ha lo scopo di fornire agli studenti elementi di fisica atomica e nucleare, modelli per lo studio dell'interazione delle particelle con la materia, delle sezioni d'urto e delle sorgenti di neutroni. Nella *seconda parte* vengono studiate le equazioni di bilancio che consentono la modellizzazione della generazione, della diffusione e del rallentamento dei neutroni nei reattori nucleari a fissione: tecniche approssimate per la soluzione dell'equazione del trasporto per i neutroni, equazione di diffusione, reattori termici omogenei ed eterogenei, fattore di moltiplicazione, criticità, fattore di moltiplicazione effettivo, reattore termico con riflettore, introduzione alla cinetica dei reattori nucleari, tecniche numeriche per la soluzione dell'equazione di diffusione.

La *terza parte* ha lo scopo di introdurre ed analizzare alcuni fenomeni tipici del comportamento dinamico di un plasma. In particolare vengono analizzati gli aspetti più rilevanti della modellizzazione del comportamento di un plasma in un campo elettromagnetico. Moto di una carica elettrica in un campo e.m.. Funzione di distribuzione. Teoria delle orbite. Analisi delle varie approssimazioni per lo studio della funzione di distribuzione per un sistema di particelle cariche in un campo e.m.. Lunghezza di Debye. Equazione di Vlasov. Equazioni macroscopiche per una teoria a più fluidi. Fenomeni dissipativi. Coefficienti di trasporto. Resistività, coefficiente di diffusione, conducibilità termica. Propagazione di onde elettromagnetiche in un plasma. Condizioni fisiche per le reazioni termonucleari. Criterio di Lawson. Confronto fra vari tipi di sistemi proposti per il confinamento magnetico del plasma.

### Testi / Bibliografia

- G. Spiga, P. Vestrucci, A. Magnavacca, "Problemi di fisica del reattore nucleare", Pitagora, 1983;
- R. Balescu, "Transport processes in plasmas", vol. 1&2, North Holland, 1988;
- J.J. Duderstadt, W.R. Martin, "Transport theory", J. Wiley & Sons, 1979;
- G. Bell, S. Glassstone, "Nuclear reactor theory", Van Nostrand, 1970.

- 5) J.R. Lamarsh, "Introduction to nuclear reactor theory", Addison Wesley, 1975;  
 6) V. Boffi, "Fisica del reattore", Patron, 1974.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense del docente

## 45221 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA LS

<b>Docente:</b>	NALDI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire le basi per la comprensione del funzionamento dei sistemi di azionamento oleodinamici (che impiegano come fluido vettore energetico un liquido, prevalentemente oli idraulici o emulsioni acquose) e pneumatici (che utilizzano come fluido vettore l'aria). Tali sistemi sono ampiamente diffusi nel campo industriale e civile in alternativa o in abbinamento a sistemi di trasmissione della potenza per via meccanica od elettrica.

Nel corso sono illustrati i principi generali che portano alla scelta di impiegare un sistema di tipo oleodinamico o pneumatico, i principali schemi dei circuiti di azionamento impiegati per le diverse esigenze specifiche di ogni settore, le caratteristiche dei singoli componenti ed i criteri di scelta degli stessi.

### Programma / Contenuti

Introduzione al Corso. Applicazioni della oleodinamica e della pneumatica. Cenni storici. Richiami di Idrostatica e Idrodinamica. Proprietà dei fluidi.

#### Oleodinamica:

Pompe e motori oleodinamici: macchine volumetriche a ingranaggi, a pistoni e a palette.

Cilindri oleodinamici. Attuatori lineari e oscillanti.

Valvole di bloccaggio. Distributori a sede. Distributori a cassetto a 2 e 4 spigoli pilotanti. Distributori a cassetto a ricoprimento negativo e nullo.

Valvole di controllo pressione. Valvole di controllo portata. Valvole di comando proporzionale. Servovalvole

Accessori: Accumulatori idraulici, filtri, raccordi, tubazioni.

Centraline oleodinamiche. Azionamento con valvole direzionali in serie. Azionamento con valvole direzionali

in parallelo.

Collegamento distributori. Azionamento con bloccaggio doppio di un cilindro. Azionamento di cilindri in sequenza. Azionamento sincrono di cilindri. Azionamento con carico negativo.

#### Pneumatica:

Generalità. Produzione aria compressa: compressori volumetrici e dinamici. Depurazione, Attuatori

pneumatici. Valvole direzionali. Valvole di blocco, di pressione, di registrazione. Valvole speciali. Elementi di collegamento. Circuiti elementari.

Elementi di progettazione di circuiti oleodinamici e pneumatici. Cenni sulla Normativa.

### Testi / Bibliografia

Assofluid, Pneumatica e le sue applicazioni pratiche *Meccanizzare - automatizzare con la pneumatica*, Assofluid 2002

Bosca Giovanni, Impianti pneumatici. *Teoria e tecnica* Tecniche nuove, Milano, 88-7081-629-X, 1991

Chiappulini Ruggero, Comandi e servocomandi idraulici delle macchine utensili Etas/Kompass Milano 1967  
 Deppert Werner, Stoll K., Pneumatica nell'industria del legno (Ia), Tecniche nuove, Milano 88-85009-37-9, 1980

Deppert Werner, Stoll K., Comandi Pneumatici. *Introduzione ai principi fondamentali*2, Tecniche nuove Milano, 88-7081-025-9, 1977

Deppert Werner, Stoll K., Pneumatica applicata. *Meccanizzare - automatizzare con la pneumatica*, Tecniche nuove Milano, 88-7081-300-2, 1980

Deppert Werner, Stoll Kurt, Ridurre i costi con la pneumatica. *La "Low Cost Automation" dal punto di vista tecnico-economico. Esempi di soluzione di problemi pratici*, Tecniche nuove Milano, 88-7081-455-6, 1990

Ducos Claude, Oleoidraulica. Raccolta di schemi e di problemi, Tecniche nuove Milano, 88-7081-448-3, 1992

Faisandier Jacques, Meccanismi oleodinamici, Tecniche nuove Milano, 88-7081-005-4, 1982

Kauffman Jack, Corso fondamentale sui sistemi idraulici, Potenza Fluida Numero 43 Speciale, 1970

Minelli Giorgio, Cantore Giuseppe, Zarotti G. Luca, Appunti delle lezioni del corso di oleodinamica, Università di Bologna, Facoltà di ingegneria- Democenter, 1994

Nervegna Nicola, Oleodinamica e pneumatica vol. 1: *Sistemi*, Politeko, 2001

Nervegna Nicola, Oleodinamica e pneumatica vol. 2: *Componenti*, Politeko, 2001

Nervegna Nicola, Oleodinamica e pneumatica - *Esercitazioni*, Politeko, 2001

Speich H., Bucciarelli A, Oleodinamica (I), Principi-componenti-circuiti, Tecniche nuove Milano, 1971

Thoma J., Introduzione all'oleodinamica e ai sistemi oleodinamici3, Tecniche nuove Milano, 88-7081-101-8, 1983

Mannesmann-Rexroth, Manuale di oleodinamica (II) volume 1: *fondamenti e componenti oleodinamici ristampa 1990*, Mannesmann-Rexroth GmbH 0-8023-0619-8, 1990

Mannesmann-Rexroth, Manuale di oleodinamica (II) volume 2: *valvole proporzionali e servovalvole*, edizione rinnovata RI 00 291/10.91, Mannesmann-Rexroth GmbH, 0-8023-0266-4 (1989), 1991

Mannesmann-Rexroth Manuale di oleodinamica (II) volume 3: *progetto e realizzazione degli impianti oleodinamici*

edizione RI 00 281/03.89 Mannesmann-Rexroth GmbH, 0-8023-0266-4 (1989), 1991

Mannesmann-Rexroth, Manuale di oleodinamica (II) volume 4: *Tecnica e progetto delle valvole a cartuccia a 2 vie*, edizione RI 00 280/12.88, Mannesmann-Rexroth GmbH, 0-8023-0291-5 (1989), 1991

Mannesmann-Rexroth Manuale di pneumatica (II) volume 1: *Fondamenti di pneumatica*, edizione RI 00 296/10.90, Mannesmann-Rexroth GmbH, (1990), 1991

Zarotti G. Luca, Circuiti oleodinamici. *Nozioni e lineamenti introduttivi*, CEMOTER Quaderni tematici 1, 1997

Zarotti G. Luca, Fluidi oleodinamici. *Nozioni e lineamenti introduttivi*, CEMOTER Quaderni tematici 2, 1997

Zarotti G. Luca, Oleodinamica termica. *Nozioni e lineamenti introduttivi*, CEMOTER Quaderni tematici 6, 2000

Zarotti G. Luca, Trasmissioni idrostatiche. *Nozioni e lineamenti introduttivi*, CEMOTER Quaderni tematici 5, 1998

## Metodi didattici

1. Esposizione degli argomenti indicati nel programma mediante "gesso e lavagna"
2. Proiezione di presentazioni in formato Power Point (scaricabili dal sito docente)
3. Svolgimento di brevi esercitazioni numeriche in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Interrogazione orale sugli argomenti indicati nel programma.

Si richiede la conoscenza degli schemi dei circuiti e delle macchine trattate nel corso, lo svolgimento di brevi calcoli relativi alla determinazione delle caratteristiche di funzionamento, anche dal punto di vista numerico.

In alternativa è possibile presentare una breve relazione relativa allo studio di un circuito oleodinamico.

### Strumenti a supporto della didattica

Materiale didattico integrativo: Programma del corso e parte del materiale didattico scaricabile dal sito: <http://www.diem.ing.unibo.it/personale/naldi/>

## 11170 - ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

<b>Docente:</b>	COMANI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Premessa: la concorrenza imprenditoriale, la necessità da parte degli Enti Pubblici e degli investitori privati di ottimizzare l'impegno delle risorse investite nel processo edilizio e più in generale dell'industria delle costruzioni, la sempre maggiore domanda di qualità edilizia richiedono competenze professionali capaci di gestire le attività che consentono di attuare le scelte di progettazione e di gestire il processo operativo fino alla fase della gestione del prodotto edilizio o dell'industria delle costruzioni.

Obiettivi L'insegnamento si prefigge lo scopo di contribuire, nell'ambito dei Corsi di Laurea di Ingegneria Civile e Edile, a formare una figura culturale e professionale capace di pianificare, programmare e controllare le azioni tecniche e quelle economiche che consentono di razionalizzare il processo di produzione e l'impiego delle risorse economiche necessarie alla realizzazione delle scelte di progetto.

### Programma / Contenuti

Programma delle lezioni 1. I modelli operativi di processo edilizio e il ruolo degli operatori: committente, progettista, impresa di costruzione generale, imprese specialistiche, produttori di componenti, direttore dei lavori, collaudatore. Le imprese edili e dell'industria delle costruzioni: storia, organizzazione, figura giuridica, specializzazione, attività imprenditoriale. Lo studio dell'appalto. La definizione e i contenuti delle varie forme di appalto, i tipi di progetto, la documentazione del progetto esecutivo; Lo studio del progetto per la sua realizzazione; Lo studio delle norme relative alle autorizzazioni amministrative per l'esecuzione dei lavori, all'accettazione ed all'impiego dei materiali, a quelle per la sicurezza sul lavoro e sulla direzione dei lavori. 2. La progettazione operativa. Lo studio dei cicli di produzione: la classificazione delle partizioni di lavoro; la determinazione dei tempi e delle risorse necessarie; la scelta.; Il tipo e la logistica delle attrezzature: le macchine da cantiere con riferimento ai rendimenti, al costo di esercizio e manutenzione, agli ammortamenti. Il controllo della produzione e della qualità. La progettazione delle attività e delle risorse tecnico-finanziarie; Tipologia di cantieri edili e loro unità operative. 3. La sicurezza del cantiere La legislazione vigente relativa al benessere e alla sicurezza dei lavoratori nei cantieri edili. Ruolo e responsabilità degli operatori previsti dalla legislazione; Manuale e Piano della sicurezza; La normativa tecnica sulla sicurezza. 4. La progettazione economica. Preventivazione dei costi: costi diretti e indiretti di cantiere e di impresa; costi fissi e variabili, costi a consuntivo e a preventivo. Metodi di contabilizzazione dei costi nei contratti di appalto. Il parametro economico per la scelta delle macchine. La contabilità industriale Il controllo di gestione della commessa. 5. La programmazione delle partizioni di lavoro e delle risorse tecnico-finanziarie. Definizione e obiettivi della programmazione. Modelli di programmazione grafici e matematici: diagrammi a scaletta, GANTT, PERT, CPM. Ottimizzazione del rapporto tempo-costi. 6. Esecuzione e condotta dei lavori pubblici. Analisi della legislazione vigente; Gli strumenti per la contabilità delle opere pubbliche; La responsabilità degli operatori. Esercitazioni Le esercitazioni del Corso si svolgono attraverso visite a cantieri di opere edili e di

opere pubbliche con la partecipazione di imprenditori, direttori tecnici, addetti alla contabilità industriale, programmatori, collaudatori, direttori dei lavori.

### Testi / Bibliografia

C. COMANI LA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI PER L'INDUSTRIA BORDIGIANI  
BOLOGNA L. GALLETTI ELEMENTI DI ERGOTECNICA EDILE CLUP MILANO 1973 M. LA  
CAVA C. SOLLUSTRI PROGETTARE IL CANTIERE NIS ROMA 1991 G.B. ORMEA TECNICA E  
ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE UTET TORINO 1973 M. PICONE TECNOLOGIE DELLA  
PRODUZIONE EDILIZIA UTET TORINO 1984

### Metodi didattici

Oltre alle lezioni gli studenti svolgeranno nell'ambito del corso una esercitazione obbligatoria.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale. La votazione riportata nell'esercitazione verrà valutata ai fini della votazione finale.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense del corso disponibili nella pagina web docente nel sito:

<http://silab2.ing.unibo.it/nuovosito/Docenti/comani/comani.html>

## 17366 - ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E SICUREZZA L

**Docente:** BRAGADIN MARCO ALVISE

**Corso di Laurea:** 0445 - Ingegneria edile

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire le conoscenze dei fondamentali metodi e strumenti per la gestione della produzione in cantiere: modelli quantitativi per la programmazione dei tempi e dei costi, per la gestione operativa e il controllo; la progettazione operativa, l'ottimizzazione e la sicurezza del layout di cantiere.

### Programma / Contenuti

- 1. Il cantiere di costruzione di opere di ingegneria civile ed edile:** aspetti tecnologici e organizzativi.
- 2. Metodi quantitativi per la gestione della produzione:** Il programma dei lavori; i fondamentali metodi grafici (Gantt, LSM, istogrammi e curve sigmoidei). L'allocazione e il livellamento delle risorse. Modelli quantitativi: CPM, PDM e PERT. Il Time-Cost trade-off.
- 3. La gestione operativa ed il controllo.** La definizione degli obiettivi di commessa. Il controllo dei lavori: l'analisi degli scostamenti e le azioni correttive.
- 4. La progettazione operativa del cantiere.** Studio del progetto e analisi del contesto. Lo studio dei cicli fabbricativi, relazioni e dipendenze. La WBS, la PBS e l'OBS. I procedimenti fabbricativi. Il layout del cantiere: postazioni e connessioni. Il sistema logistico del cantiere. Lo studio per l'ottimizzazione del layout di cantiere.
- 5. La sicurezza in cantiere.** La prevenzione infortuni e tecnopatie in cantiere, principi fondamentali, evoluzione normativa e applicazione operativa. Le principali norme di sicurezza per le attività cantieristiche: layout di cantiere; opere provvisorie; sicurezza degli impianti e delle macchine di cantiere. Il sistema sicurezza, il documento di sicurezza aziendale, il PSC e il Fascicolo dell'opera, il POS. La redazione della scheda procedurale e di controllo.

### Testi / Bibliografia

Rigamonti G. "La gestione dei processi di intervento edilizio", UTET, Torino

- Lacava M. Solustri C. "Progetto e sicurezza del Cantiere", NIS, Roma 1996.
- Picone M. "Tecnologia della Produzione edilizia", Utet, 1984.
- Auteri A. Dibennardo U. Pasqua A. "Il cantiere edile" NIS Roma 1996.
- Amato R. Chiappi R. "Tecniche di project management" FrancoAngeli, Milano.
- Flores A., Conti M. "Manuale della sicurezza nel cantiere", Il sole 24 ore Pirola, Milano, 1998.
- Gottfried A., Trani M.L. (a cura di) "Il coordinatore per la sicurezza nelle costruzioni in fase di progettazione ed esecuzione" Maggioli, Rimini, 1997.
- Comani, C. "La progettazione degli edifici per l'industria", Bordigiani, Bologna.
- Zignoli V. "Costruzioni edili", Utet, Torino, 1974.

### Metodi didattici

Oltre alle lezioni gli studenti svolgeranno un tema di esercitazione che sarà valutato ai fini del superamento dell'esame.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale preceduto da prova scritta. La votazione riportata nelle esercitazioni verrà valutata per il conseguimento della votazione finale.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense fornite dal docente nel corso delle lezioni

## 42148 - ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE E DEI SISTEMI LOGISTICI (6 CFU)

<b>Docente:</b>	MARINI MAURO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Inquadrare i sistemi di produzione, evidenziare la connessione fra la produzione e le altre funzioni aziendali, acquisire strumenti per governare e gestire il sistema logistico-produttivo.

### Programma / Contenuti

#### *Concetti base*

Il servizio al Cliente.

Controllo, valore, qualità.

La gestione della variabile tempo nelle imprese.

Punto di disaccoppiamento.

Sistemi push e pull.

*Variabili che caratterizzano il funzionamento di un sistema produttivo.*

Definizione e discussione dei concetti di flessibilità, elasticità, capacità, produttività, lead time ecc.

Indicatori.

#### *Strategia aziendale e scelte nelle operations*

Il legame tra strategia e produzione

Obiettivi di efficacia e di efficienza

Le leve operative

Il coordinamento tra le decisioni

Sequenzialità o parallelismo degli obiettivi

Processo di pianificazione e controllo della produzione

L'incertezza: come si manifesta e quali sono gli strumenti per gestirla.

Struttura generale del processo di PCP: fasi, input ed output, orizzonte temporale gestito.

Previsione e gestione della domanda.

Pianificazione principale.

Pianificazione del flusso delle lavorazioni e delle scorte

Schedulazione.

Controllo avanzamento produzione.

*Modelli organizzativi e filosofia di produzione.*

Il modello occidentale

Il modello giapponese

*La gestione del sistema di fornitura*

Relazioni con i fornitori.

Outsourcing.

Politiche di approvvigionamento.

*La distribuzione dei prodotti*

Le scelte distributive.

La gestione del canale.

Gestione dei trasporti.

### Testi / Bibliografia

Chase, Aquilano, Operations Management nella produzione e nei servizi, McGraw-Hill

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Test multiple choice

## 41579 - OTTIMIZZAZIONE DELLE RISORSE LS

<b>Docente:</b>	TOTH PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza delle tecniche per la definizione di algoritmi euristici in grado di determinare, in tempi di calcolo limitati, soluzioni utilizzabili in pratica per problemi reali di ottimizzazione delle risorse.

Capacità di: definire algoritmi euristici efficaci per la soluzione di problemi reali di ottimizzazione delle risorse.

### Programma / Contenuti

Il modulo si propone di illustrare le tecniche più efficienti per la soluzione dei problemi decisionali complessi che si presentano nella ottimizzazione delle risorse, sia in ambito industriale che nei servizi. Particolare attenzione viene dedicata agli aspetti algoritmici e di implementazione. Vengono considerate alcune applicazioni reali delle tecniche proposte.

Il modulo sviluppa i seguenti argomenti: 1. Algoritmi euristici per problemi complessi di ottimizzazione: Algoritmi costruttivi ad una o più fasi. Algoritmi basati su tecniche di ottimizzazione. Algoritmi basati sul rilassamento Lagrangiano. Procedure di ricerca locale. 2. Algoritmi metaeuristici: 'simulated annealing', 'tabu search', algoritmi genetici, algoritmi ibridi. 3. Algoritmi per i problemi del circuito hamiltoniano a costo minimo (Travelling Salesman Problem), dell'itinerario di veicoli (Vehicle Routing Problem), della "copertura" a costo minimo (Set Covering) e della "colorazione" dei vertici di un grafo (Vertex Coloring

Problem). 4. Analisi sperimentale delle prestazioni degli algoritmi descritti. 5. Applicazioni: Problemi di instardamento ed i caricamento. Problemi di distribuzione di prodotti da un deposito ad un insieme di clienti. Problemi di trasporto di persone con ridotta capacità motoria. Problemi di determinazione dei turni del personale in aziende di trasporto pubblico.

Propedeuticità consigliate: corsi di base di Informatica e di Ricerca Operativa.

### Testi / Bibliografia

Testi di consultazione:

S. Martello, P. Toth, Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations, J. Wiley, 1990.

R.K. Ahuja, T.L. Magnanti, J.B. Orlin, Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications, Prentice Hall, 1993.

E.Aarts, J.K. Lenstra (a cura di), Local Search in Combinatorial Optimization, J.Wiley, 1997.

G. Gutin, A. Punnen (a cura di), The Traveling Salesman Problem and Its Variations, Kluwer, 2002.

P.Toth, D. Vigo (a cura di), The Vehicle Routing Problem, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, 2002.

C. Barnhart, G. Laporte (a cura di), Transportation, Handbooks in Operations Research and Management Science, North Holland, 2007.

### Metodi didattici

Il corso è tenuto in Inglese utilizzando un approccio di tipo "e-learning".

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta finale relativa alla definizione di algoritmi euristici.

Due esercizi facoltativi verranno proposti sulla AlmaChannel Platform. Il primo durante il corso, il secondo alla fine del corso. Tali esercizi possono sostituire la prova scritta finale.

Nella valutazione degli studenti si terrà conto della loro partecipazione attiva alle attività di "forum".

### Strumenti a supporto della didattica

Il materiale didattico, relativo a tutte le lezioni del corso, sarà disponibile sulla AlmaChannel Platform.

L'accesso è riservato agli studenti che si iscrivono al corso.

## 29185 - PHOTOCALYSIS: PROCESSES AND ENVIRONMENTAL APPLICATIONS M

**Corso di Laurea:**

0929 - Ingegneria chimica e di processo

**Mutuato da:**

30154 - PHOTOCATALYTIC PROCESSES AND ENVIRONMENTAL APPLICATIONS (vedi p. 845)

## 30154 - PHOTOCATALYTIC PROCESSES AND ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

**Docente:**

CAMERA RODA GIOVANNI

**Corso di Laurea:**

0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies

**Ciclo:**

2

**Crediti:**

3

## 49497 - PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI L (6CFU)

<b>Docente:</b>	RUPI FEDERICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso di Pianificazione dei Trasporti L ha l'obiettivo di fornire i principali fondamenti scientifici per la simulazione di un sistema di trasporto individuale: in particolare, una volta formulate le alternative progettuali, vengono forniti i fondamentali strumenti per la valutazione quantitativa degli effetti di ciascuna alternativa relativi agli utenti del sistema di trasporto.

**Programma / Contenuti***Generalità*

L'ingegneria dei sistemi di trasporto. Schema del processo di pianificazione. I livelli, gli obiettivi e gli strumenti di analisi della pianificazione dei trasporti. La struttura dei modelli per la simulazione dei sistemi di trasporto.

*Modellizzazione di un sistema di trasporto*

Dinamiche di un sistema di trasporto. Ipotesi di stazionarietà intraperiodale ed interperiodale. Le fasi di studio di un sistema di trasporto. La delimitazione dell'area di studio. La zonizzazione; l'individuazione dei centroidi.

Criteri di zonizzazione. Zone interne e zone esterne: esempi pratici di zonizzazione.

*L'offerta di trasporto.*

Modellizzazione del sistema di offerta. Richiami sulla teoria dei grafi e delle reti. Estrazione del grafo e classificazione funzionale delle strade. Metodi di rappresentazione di una intersezione stradale urbana. Le reti di trasporto stradali. Il costo generalizzato di trasporto. Il costo ed il flusso di un arco e di un itinerario. Funzioni di costo separabili e non separabili. I vincoli di capacità fisica delle reti di trasporto individuale. Livelli di dettaglio di un grafo. Esempi pratici: archi autostradali; archi extraurbani ad unica carreggiata ed una corsia per senso di marcia; archi urbani.

*La domanda di trasporto passeggeri.*

Richiami sui modelli di utilità casuale (Logit multinomiale). Il modello Logit gerarchizzato. Fattorializzazione dei modelli della domanda (scelta della destinazione e del modo di trasporto). I modelli di scelta del percorso per sistemi a servizio continuo. La stima diretta della domanda di trasporto. Tecniche di indagine: stima campionaria da campione casuale semplice; intervalli di confidenza e precisione della stima.

*L'interazione domanda-offerta nelle reti di trasporto individuale.*

Classificazione dei modelli di assegnazione. Rappresentazione del comportamento di scelta degli automobilisti. Equilibrio della rete. Principi di Wardrop. L'assegnazione deterministico nel caso di reti congestionate e domanda fissa. Modelli di equilibrio deterministico. Ottimo di sistema. Paradosso di Braess. Differenze tra DUE e SO.

*Il calcolo dei flussi nelle reti di trasporto individuale.*

Il calcolo del vettore di equilibrio nel caso di funzioni di costo separabili: l'algoritmo di Frank-Wolfe. Il calcolo del vettore di equilibrio nel caso di funzioni di costo non separabili: l'algoritmo di diagonalizzazione. Esempi applicativi. Calcolo indicatori MSE e RMSE. Indicatori di prestazione di una rete di trasporto individuale.

*L'uso dei conteggi di traffico per la stima della domanda di trasporto*

Il modello lineare di assegnazione: la matrice di assegnazione. Correzione di un esistente vettore di domanda. Il calcolo della matrice di assegnazione.

*Metodi di scelta fra progetti alternativi.*

Le criticità dell'ABC. L'analisi Multicriteria: la matrice di valutazione. I metodi non compensativi: il metodo Electre I. Esempi pratici di analisi multicriteria.

*Il piano urbano del traffico.*

Riferimenti normativi. Contenuti. Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei PUT. Obiettivi e strategie. Articolazione di un PUT.

### Testi / Bibliografia

- Paolo Ferrari, *Fondamenti di pianificazione dei Trasporti*, Pitagora Editrice, Bologna, 2001.
- Ennio Cascetta, *Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto*, ed. UTET, Torino, 1998.
- Marino de Luca, *Manuale di Pianificazione dei Trasporti*, FrancoAngeli, Milano, 2000
- Antonio Pratelli, *Ingegneria dei sistemi di trasporto. Esercizi ed esempi*, Pitagora Editrice, Bologna, 1998.
- Marino Lupi, dispense del corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti.
- Ennio Cascetta, Bruno Montella, *Metodologie per la redazione e la gestione dei piani urbani del traffico e della mobilità*, FrancoAngeli, Milano, 1998

### Modalità di verifica dell'apprendimento

*Esame*: orale

### Strumenti a supporto della didattica

Utilizzo dei più diffusi package software di simulazione dei sistemi di trasporto

## 44875 - PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI LS

<b>Docente:</b>	RUPI FEDERICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di Pianificazione dei Trasporti LS ha l'obiettivo di fornire i fondamenti scientifici per la simulazione di un sistema di trasporto individuale e collettivo: in particolare, una volta formulate le alternative progettuali, vengono forniti alcuni strumenti per la valutazione quantitativa degli effetti di ciascuna alternativa relativi agli utenti e ai non utenti del sistema di trasporto.

### Programma / Contenuti

Richiami sulle reti di trasporto individuale e sui vincoli di capacità fisica

Modelli di rappresentazione delle intersezioni in ambito urbano (semaforizzate; non semaforizzate; a rotatoria).

I vincoli di capacità ambientale nelle reti di trasporto: i modelli per la simulazione dell'inquinamento atmosferico da traffico stradale

L'assegnazione della domanda alle reti di trasporto individuale: modelli di equilibrio stocastico e relazione fra SUE e DUE

Il Road - Pricing

Le reti di trasporto collettivo a bassa e ad alta frequenza: reti diacroniche e reti sincroniche

L'assegnazione della domanda alle reti di trasporto collettivo ad elevata frequenza

Metodologie per la stima della domanda di trasporto: le indagini di Preferenze Rilevate (RP) e di Preferenze Dichiarate (SP)

I metodi di scelta tra progetti alternativi: i metodi compensativi e non compensativi dell'analisi multicriteria

La normativa e le direttive per i PUT

L'insegnamento è integrato da una esercitazione di gruppo che consiste nella redazione di un progetto della rete stradale di una porzione di area urbana. Tale esercitazione, il cui svolgimento è obbligatorio per poter sostenere l'esame, ha l'obiettivo di evidenziare i problemi pratici che si possono incontrare nella costruzione di un modello di rete stradale urbana, nel calcolo dei flussi sugli archi e nella valutazione delle emissioni atmosferiche.

**Testi / Bibliografia**

- Paolo Ferrari, *Fondamenti di pianificazione dei Trasporti*, Pitagora Editrice, Bologna, 2001.
- Ennio Cascetta, *Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto*, ed. UTET, Torino, 1998.
- Marino de Luca, *Manuale di Pianificazione dei Trasporti*, FrancoAngeli, Milano, 2000
- Antonio Pratelli, *Ingegneria dei sistemi di trasporto Esercizi ed esempi*, Pitagora Editrice, Bologna, 1998.
- Marino Lupi, dispense del corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale con discussione del progetto

**Strumenti a supporto della didattica**

Vengono forniti i principali software di simulazione dei sistemi di trasporto disponibili sul mercato.

**23868 - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE L**

<b>Docente:</b>	TONDELLI SIMONA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso ha per obiettivo lo sviluppo delle capacità di promuovere, orientare, realizzare e controllare le trasformazioni d'uso del suolo attraverso gli strumenti di pianificazione.

Il corso si sofferma in particolare sulla formazione e attuazione degli strumenti di pianificazione d'area vasta, con particolare attenzione alle più recenti finalità della pianificazione che vincolano l'attuazione delle trasformazioni del tessuto territoriale alla verifica della loro compatibilità/sostenibilità ambientale

**Programma / Contenuti**

Nel corso vengono affrontati i seguenti temi:

- richiami sull'evoluzione della legislazione urbanistica nazionale: livelli e strumenti di pianificazione. Gli obiettivi e i principi della legge 20/2000 dell'Emilia-Romagna "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"
- il processo di pianificazione; il rapporto fra gli strumenti di pianificazione generali e di settore;
- l'organizzazione delle basi descrittive per la conoscenza del territorio (l'importanza dell'inventario delle risorse territoriali). Introduzione alla tecnologia dei sistemi informativi geografici e loro applicazione per la risoluzione dei problemi di analisi spaziale nel campo della pianificazione urbanistica e territoriale.
- analisi e valutazione ambientale negli strumenti di pianificazione. Cenni sulle procedure di valutazione ambientale. VIA e VAS. Il ruolo degli indicatori ed i modelli (PSR e DPSIR) per il perseguimento della sostenibilità.
- attuazione degli strumenti di pianificazione nell'interazione fra settore pubblico e settore privato; perequazione urbanistica e perequazione territoriale.
- la rappresentazione del sistema territoriale attraverso l'integrazione di una concezione areale ed una concezione reticolare dello spazio. La formazione del sistema urbano: gerarchie e reti di città.
- gli ambiti specializzati per attività produttive. Strumenti di gestione ambientale delle imprese: EMAS, ISO 14000, IPPC, VIA. Dall'ecologia industriale all'istituzione delle aree produttive ecologicamente attrezzate.
- la rilevanza della tutela del territorio e della gestione delle risorse idriche (l'acqua come risorsa e come fattore di rischio per il sistema insediativo).
- la pianificazione del paesaggio. Il PTPR come strumento di salvaguardia delle aree di più rilevante interesse naturalistico, ambientale e storico-artistico.
- La pianificazione e gestione delle aree protette in Italia e in Emilia Romagna. Greenway e corridoi ecologici.

territorio e trasporti. Gli strumenti per il governo della mobilità: obiettivi e azioni. I modelli per la mobilità delle persone. Effetti della modifica della domanda di trasporto sull'uso delle risorse territoriali ed ambientali. Effetti strutturanti dell'organizzazione del trasporto sull'assetto del territorio.

### Testi / Bibliografia

Mercandino A. (2006) Urbanistica tecnica. Pianificazione generale. Il sole 24 ore  
 Monti C. (2000) *Elementi di urbanistica. Problemi e strumenti*. Clueb, Bologna  
 Salzano, E., (2001), *Elementi di urbanistica*. Laterza, Roma-Bari  
 Steiner, F. (2004), *Costruire il paesaggio. Un approccio ecologico alla pianificazione*. McGraw-Hill, Milano  
 I testi segnalati saranno integrati da materiale didattico fornito dal docente

### Metodi didattici

Le lezioni frontali saranno integrate dalla presentazione di casi concreti. E' inoltre previsto lo svolgimento di un'esercitazione in laboratorio per l'apprendimento delle nozioni di base per l'applicazione dei GIS alla pianificazione urbanistica e territoriale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso si svolgerà con un colloquio sugli argomenti discussi nella didattica frontale ed approfonditi attraverso il riferimento ai testi indicati in bibliografia. L'allievo inizierà il colloquio su un tema di propria scelta *preventivamente concordato* con il docente.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa

## 44708 - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE LS

<b>Docente:</b>	TONDELLI SIMONA
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso illustra i fondamenti teorici del processo di pianificazione e descrive i metodi, le tecniche e le procedure per la conoscenza e il governo delle dinamiche urbane e territoriali, soffermandosi in particolare sulla formazione degli strumenti di pianificazione d'area vasta e sulle più recenti finalità della pianificazione che vincolano l'attuazione delle trasformazioni del tessuto territoriale alla verifica della loro compatibilità/sostenibilità ambientale.

Gli allievi dovranno essere in grado di impostare il percorso metodologico per la costruzione dello strumento di pianificazione, in relazione al quadro legislativo esistente (nazionale/regionale), prestando particolare attenzione ai principi di sostenibilità, di sussidiarietà, di semplificazione delle procedure e di efficacia degli strumenti di pianificazione.

### Programma / Contenuti

Cenni introduttivi sull'oggetto, scopo e articolazioni della pianificazione urbanistica e territoriale.

Il quadro legislativo nazionale e regionale (con particolare riferimento a quello dell'Emilia Romagna). Il processo di pianificazione. Il rapporto fra gli strumenti di pianificazione generali e di settore. Livelli e strumenti della pianificazione urbanistica e territoriale.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale: obiettivi e contenuti.

Dal Piano Regolatore Generale ai piani urbanistici di nuova generazione: Piano strutturale comunale, Regolamento Urbanistico ed Edilizio e Piano Operativo Comunale. Gli strumenti attuativi del piano comunale.

L'attuazione degli strumenti di pianificazione nell'interazione fra settore pubblico e settore privato; perequazione urbanistica e perequazione territoriale.

L'organizzazione delle basi descrittive per la conoscenza del territorio (l'importanza dell'inventario delle risorse territoriali). Introduzione alla tecnologia dei sistemi informativi geografici e loro applicazione per la risoluzione dei problemi di analisi spaziale nel campo della pianificazione urbanistica e territoriale.

Analisi e valutazione ambientale negli strumenti di pianificazione: la Valutazione Ambientale Strategica. Il ruolo degli indicatori per il monitoraggio dei piani.

Gli ambiti specializzati per attività produttive: dall'ecologia industriale all'istituzione delle aree produttive ecologicamente attrezzate.

Tutela del territorio e gestione delle risorse idriche (l'acqua come risorsa e come fattore di rischio per il sistema insediativo).

La pianificazione e gestione delle aree protette in Italia e in Emilia Romagna. Greenway e corridoi ecologici. La pianificazione delle attività estrattive.

Territorio e trasporti. Effetti strutturanti dell'organizzazione del trasporto sull'assetto del territorio e sulle risorse ambientali, con riferimento in particolare alla qualità dell'aria.

### Testi / Bibliografia

Mercandino A. (2006) Urbanistica tecnica. Pianificazione generale. Il sole 24 ore

Monti C. (2000) *Elementi di urbanistica. Problemi e strumenti*. Clueb, Bologna

Salzano, E., (2001), *Elementi di urbanistica*. Laterza, Roma-Bari

Steiner, F. (2004), *Costruire il paesaggio. Un approccio ecologico alla pianificazione*. McGraw-Hill, Milano

I testi segnalati saranno integrati da materiale didattico fornito dal docente

### Metodi didattici

Durante le lezioni frontali saranno discusse le problematiche generali relative ai metodi ed agli strumenti della pianificazione territoriale; le lezioni saranno integrate dalla presentazione di casi concreti, anche attraverso seminari e workshop.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso si svolgerà con un colloquio sugli argomenti discussi nella didattica frontale ed approfonditi attraverso il riferimento ai testi indicati in bibliografia. L'allievo inizierà il colloquio su un tema di propria scelta *preventivamente concordato* con il docente.

### Strumenti a supporto della didattica

PC, videoproiettore, lavagna luminosa

## 44708 - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE LS

<b>Docente:</b>	SECONDINI PIERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende contribuire alla formazione dell'ingegnere civile, sviluppandone le capacità scientifiche e professionali che gli consentano di partecipare, con competenze specifiche, alla realizzazione degli strumenti di piano (complessivi e di settore) e di realizzarli con l'intento di migliorare la qualità della vita e la qualità dello spazio. Attraverso il corso si intende costruire un'attitudine critica e riflessiva degli allievi nei confronti dei problemi dell'organizzazione e del funzionamento del sistema urbano e territoriale, unitamente alla capacità di proporre soluzioni adeguate attraverso gli strumenti di pianificazione spaziale. I passaggi fondamentali di questo percorso sono: la conoscenza del sistema territoriale per l'evidenziazione delle

situazioni problematiche e le potenzialità dell'area di intervento; la previsione, per costruire scenari di sfondo alla creazione progettuale e per verificarne i requisiti di sostenibilità e di fattibilità sociale, economica e tecnica; la realizzazione di piani e (urbani/regionali) per dare forma e senso ai luoghi ed il coordinamento, da quello disciplinare, a quello istituzionale a quello procedurale, essenziali per l'efficace dispiegarsi dell'intervento di piano.

## Programma / Contenuti

Il corso si prefigge di approfondire il tema della pianificazione alla scala urbana e regionale secondo le procedure e le forme richieste dalla legislazione nazionale e regionale. L'articolazione di questo percorso didattico e di ricerca muove dal riconoscimento: • della centralità delle relazioni fra uomo, territorio ed ambiente per identificare gli effetti delle azioni dell'uomo sullo spazio fisico (naturale ed artificiale) • della natura processuale e strategica della pianificazione. I temi di discussione riguardano: che cos'è la pianificazione spaziale; la sua giustificazione e la sua legittimazione; gli aspetti etici; le basi teoriche; il ruolo della conoscenza condivisa per la pianificazione (descrizione ed interpretazione del funzionamento del sistema territoriale), i rapporti fra uso del suolo e trasporto (delle persone e delle merci); gli strumenti e le tecniche di pianificazione; i rapporti fra pubblico e privato nel governo delle trasformazioni territoriali; i soggetti della pianificazione; l'attuazione della pianificazione. I fondamenti teorici vengono integrati dalla discussione su metodi, tecniche e procedure utilizzabili per la realizzazione di strumenti di piano. L'importanza dell'interazione fra riflessione scientifica e pratiche di pianificazione viene sottolineata dall'analisi e dalla valutazione dei contenuti degli strumenti di pianificazione alle varie scale. Ulteriore attenzione è dedicata alle più recenti innovazioni della pianificazione: dalla sua articolazione nella componente strategica ed in quella attuativa alle sue relazioni con la questione della sostenibilità ambientale e territoriale.

## Testi / Bibliografia

- Cerda, I., (2005), *Théorie générale de l'Urbanisation*. Histoire & Collection, Paris
- Fusco Girard, L., E Nijkamp, P., (a cura di, 2003), *La valutazione per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*. Angeli, Milano
- Mazza, L., (2004), *Prove parziali di riforma urbanistica*. Angeli, Milano
- Morbelli, G., (2005), *Un'introduzione all'urbanistica*. Angeli, Milano
- Salzano, E., (1998), *Fondamenti di urbanistica. La storia e la norma*. Laterza,
- Steiner, F. (2004), *Costruire il paesaggio. Un approccio ecologico alla pianificazione*. McGraw-Hill, Milano

## Metodi didattici

Le lezioni frontali saranno integrate dalla presentazione di casi concreti attraverso seminari e workshop tenuti da docenti italiani e stranieri. Le attività di didattica assistita saranno organizzate sul tema della sostenibilità di piani urbanistici e territoriali (sarà programmato lo studio di un caso) e sull'addestramento all'utilizzo dei sistemi informativi territoriali

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso si svolgerà attraverso la discussione dei risultati dell'attività didattica assistita. La valutazione positiva dei risultati di questa attività consente allo studente lo svolgimento della seconda parte della verifica attraverso un colloquio sugli argomenti discussi nella didattica frontale, iniziando da un tema di approfondimento preventivamente concordato con il docente.

## Strumenti a supporto della didattica

Strumenti in uso alla docenza

## 45234 - PIASTRE E GUSCI LS

<b>Docente:</b>	UBERTINI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0455 - Ingegneria energetica 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le competenze per l'analisi e la progettazione di strutture a sviluppo superficiale. In particolare, vengono introdotte le diverse teorie impiegate per modellare piastre e gusci e vengono applicate alla risoluzione di problemi dell'ingegneria industriale. Enfasi viene posta sull'importanza concettuale di diverse approssimazioni e su come queste influenzino i risultati ottenuti in alcune classi di problemi.

**Programma / Contenuti**

- Piastre in regime membranale.
- La teoria classica delle piastre sottili inflesse.
- Piastre spesse inflesse ed effetti della deformabilità tagliente.
- Gusci assialsimmetrici in regime membranale e flessionale.
- Cenni a problemi di instabilità.
- Approcci numerici per l'analisi di piastre e gusci.
- Elementi finiti di piastra e guscio.

**Testi / Bibliografia**

- Lucidi e dispense
- L. Corradi Dell'Acqua, *Meccanica delle Strutture: Le Teorie Strutturali e il Metodo degli Elementi Finiti*, McGraw-Hill, Milano, 1992
- S. Timoshenko, S. Woinowsky-Krieger, *Theory of Plates and Shells*, 2a ed., McGraw-Hill, New York, 1959
- O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, *The Finite Element Method*, 5a ed., Butterworth-Heinemann, 2000

Durante lo svolgimento dell'insegnamento vengono indicati articoli su riviste, utili per l'approfondimento degli argomenti trattati.

**Metodi didattici**

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. L'insegnamento è integrato da esercitazioni in aula, con lo scopo di guidare gli studenti alla risoluzione di problemi specifici sulla base delle conoscenze acquisite a lezione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale. La prova verte su alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione e sviluppati nelle esercitazioni.

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa, il videoproiettore e il PC. L'insegnamento è integrato da esercitazioni al computer, presso il Laboratorio di Meccanica Computazionale ([www.lamc.ing.unibo.it](http://www.lamc.ing.unibo.it)).

## 30462 - POLYMERIC MATERIALS

<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Mutuato da:</b>	29198 - POLYMERIC MATERIALS M (vedi p. 853)

## 29198 - POLYMERIC MATERIALS M

<b>Docente:</b>	SACCANI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Inglese

**Programma / Contenuti**

Concetto di macromolecola e principali tipologie di classificazione delle macromolecole. Sintesi dei polimeri: considerazioni generali Correlazione fra struttura, peso molecolare e proprietà termiche. Proprietà meccaniche: viscoelasticità e dipendenza dalle variabili tempo-temperatura e frequenza. Proprietà dielettriche. Fenomeni di *crazing* e *aging* fisico. Processi di degradazione. Riciclo delle materie plastiche.

**Testi / Bibliografia**

Coleman M.M., Painter P.C. "Fundamentals of polymer Science" Technomic  
 Cowie J.M.G. "Chemistry and Physics of Modern Materials" CRC Press 3rd Edition  
 Petterson G. "Physical Chemistry of macromolecules" CRC Press  
 McCrum "Principles of Polymer engineering" Oxford Science Publications

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La valutazione consiste in un verifica non scritta da sostenere alla fine del Corso

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni frontali con utilizzo di diapositive e lucidi. Esperienze di laboratorio

## 57971 - PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA AMBIENTALE L

<b>Docente:</b>	SARTI GIULIO CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

esame orale

## 57971 - PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA AMBIENTALE L

<b>Docente:</b>	SANTARELLI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

fornire gli elementi di base per l'analisi dei fenomeni di inquinamento ambientale e per l'individuazione delle modalità di interventi diretti alla loro riduzione

## Programma / Contenuti

L'Insegnamento ha per oggetto lo studio del sistema ambiente con le metodologie dell'ingegneria chimica e di processo.

1. Considerazioni introduttive: l'ingegneria chimica ambientale.

2. Il sistema ambiente

2.1. L'ambiente, l'ecosistema e le sue componenti.

2.2. L'inquinamento ambientale 0. Generalità. 1. Conseguenze. 2. Costi.

2.3. Gli inquinanti ambientali 1. Tipi. 2. Proprietà. 3. Parametri caratteristici. 4. Effetti.

2.4. Le sorgenti inquinanti 1. Tipi. 2. Caratteristiche. 3. Effetti.

2.5. Il monitoraggio ambientale: 0. considerazioni di carattere generale. 1. monitoraggio delle emissioni. 2. monitoraggio della qualità ambientale.

3. Il processo di inquinamento ambientale

3.0. Generalità.

3.1. Concetti elementari di climatologia, meteorologia e idrologia.

3.2. il trasporto e la trasformazione degli inquinanti nell'ambiente: considerazioni di carattere generale e per specifici comparti ambientali.

4. Interventi contro l'inquinamento ambientale

4.1. Obiettivi (prevenzione, protezione, bonifica).

4.2. Modalità d'intervento (sulla sorgente, sull'emissione, sull'immissione, sul ricettore)

4.3. Gli standard di qualità dell'ambiente.

4.4. Il criterio della migliore tecnologia disponibile.

4.5. I fattori di emissione.

4.6. Gli indici di qualità dell'ambiente.

5. Norme per la tutela dell'ambiente dall'inquinamento

5.1. Le norme di carattere generale e le norme di settore.

5.2. Il ruolo della UE

5.3. Approccio integrato alla tutela dell'ambiente.

5.4. Cenni sui sistemi di gestione ambientale.

6. fondamenti dei processi per il trattamento di emissioni gassose

## Testi / Bibliografia

Sono messi a disposizione degli studenti gli appunti delle lezioni dove, per ogni argomento, è riportata la bibliografia essenziale.

Cooper C.D. Alley F. C.

*Air Pollution Control- a Design Approach*

2nd Ed. Waveland Press Inc., Prospect Heights 1994

Hemond H.F. Fechner-Levy E.J.

*Chemical Fate and Transport in the Environment*

Academic Press 2nd Ed. S. Diego 2000

Allen D.T. Shonnard D.R.

*Green Engineering- Environmental Conscious Design of Chemical Processes*

PRENTICE HALL PTR UPPER Saddle River 2002

Schnoor J.L.

*Environmental Modeling*

WILEY-INTERSCIENCE NEW YORK 1996

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame: consiste in una prova orale

**45167 - PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA LS**

<b>Docente:</b>	NEGRINI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone, nella prima parte, di completare la preparazione di base sulla tecnica elettrica, introducendo lo studio di circuiti e componenti elettrici ed elettronici di potenza caratteristici del funzionamento di diversi sistemi di produzione, conversione e di gestione dell'energia elettrica (con la necessità evidente di richiami relativi al funzionamento delle macchine asincrone e sincrone).

Nella seconda parte vengono illustrati: la produzione sostenibile di energia elettrica tramite l'integrazione di fonti rinnovabili nella rete elettrica; lo studio sarà concentrato sulla conversione dell'energia solare sia fotovoltaica che "termodinamica" e sui convertitori eolici; Elementi di economia dell'energia elettrica; Scenari a medio e lungo termine per l'energia elettrica in relazione all'ambiente (con particolare riferimento alle diverse forme di accumulo dell'energia e della economia all'idrogeno).

**Programma / Contenuti****Programma del corso:****1. Sistemi per il controllo e la gestione dell'Energia Elettrica**

- 1.1 conversione statica dell'energia elettrica (inverter, raddrizzatori, chopper, convertitori di frequenza);
- 1.2 circuiti elettronici di potenza per la produzione e trasmissione dell'energia elettrica in c.a. e c. continua;
- 1.3 interferenze elettromagnetiche: generazione e riduzione;
- 1.4 generazione distribuita e fonti di energia rinnovabili (RES).

**2. Conversione dell'energia solare in elettrica**

- 2.1 la radiazione solare;
- 2.2 conversione fotovoltaica (le celle solari: struttura elettronica dei semiconduttori; tecnologie realizzative);
- 2.3 struttura di un sistema fotovoltaico; moduli fotovoltaici e interconnessione; accumulo e controllo dell'energia
- 2.4 convertitori termoelettrici a concentrazione: convertitori parabolici a fuoco puntiforme e lineare, convertitori a torre centrale e campo di specchi;
- 2.5 aspetti economici ed ambientali;
- 2.6 dimensionamento di massima di un impianto fotovoltaico.
- 2.7 dimensionamento di massima di un impianto CSP

**3. Conversione dell'energia eolica in elettrica**

- 3.1 principali componenti di un generatore eolico on-shore e off-shore;
- 3.2 turbine ad asse orizzontale e verticale e struttura della piattaforma;
- 3.3 sistemi di generazione eolica con generatore asincrono e con generatore sincrono;
- 3.4 il trasferimento dell'energia alla rete elettrica con i sistemi HVAC ed HVDC;
- 3.5 impatto ambientale ed analisi dei costi.

**4. Elementi di economia dell'energia elettrica**

- 4.1 il costo ed il valore dell'energia rinnovabile: metodologie per la valutazione del costi di produzione; benefici ambientali e limiti tecnici;

- 4.2 criteri di valutazione di un economia dell'energia basata prevalentemente sulle fonti rinnovabili;
- 4.3 tecnologie del carbone "pulito";
- 4.4 l'economia dell'idrogeno;
- 4.5 sistemi di accumulo dell'energia elettrica e magnetica;
- 4.6 Risparmio energetico ed efficienza energetica nel settore elettrico;
- 4.7 scenari a medio ed a lungo termine per lo sviluppo dell'elettrificazione.

### Testi / Bibliografia

- I.E.A., World Energy Outlook 2007, OECD/IEA 2007.
- I.E.A., Energy technology perspectives 2008: scenarios and strategies to 2050. OECD/IEA 2008.
- I.E.A., Renewables for power generation – status & prospects, 2003 edition; I.E.A., Energy to 2050 – Scenarios for a sustainable future, 2003. disponibili all'indirizzo <http://www.iea.org/Textbase/publications/index.asp>
- Domenico Coiante, Le nuove fonti di energia rinnovabile, Franco Angeli Editore, 2005.
- Atti della Giornata di Studio EST 2007, Electrical Energy Storage Technologies 2007, Bologna, 8 Ottobre 2007, disponibili all'indirizzo <http://www.die.ing.unibo.it/pers/negrini/nome.htm>

### Metodi didattici

Lezione frontale in Aula; sono previste esercitazioni durante il corso. Facoltativi seminari per elaborazione tesine.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame si svolge esclusivamente mediante una prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Tutta la documentazione necessaria e sufficiente per superare l'esame viene distribuita durante le ore di lezione e di esercitazione.

## 44828 - PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTROCHIMICA LS

<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0455 - Ingegneria energetica
<b>Mutuato da:</b>	29180 - PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTROCHIMICA M (vedi p. 856)

## 29180 - PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTROCHIMICA M

<b>Docente:</b>	BANDINI SERENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire le conoscenze e le metodologie specialistiche di elettrochimica, con riferimento sia agli aspetti termodinamici e di trasporto sia ai principali settori applicativi costituiti da reattori elettrochimici, processi di separazione di soluzioni ioniche e fuel cells.

### Programma / Contenuti

Il corso si propone di illustrare gli aspetti fondamentali dell'elettrochimica finalizzata all'ingegneria di processo, con il duplice obiettivo di fornire i fondamenti teorici della disciplina e di discutere le applicazioni di maggior interesse ingegneristico nei settori della elettrochimica industriale, della produzione di energia e

delle tecnologie di separazione elettrochimiche e ad elettromembrane per la valorizzazione di risorse rinnovabili.

Nella prima parte del corso vengono introdotti i concetti fondamentali per la comprensione dei sistemi elettrochimici e si presentano gli elementi di base per il dimensionamento delle celle elettrolitiche. Nella seconda parte vengono esaminati i processi elettrochimici più rappresentativi nell'ambito dell'industria di processo, della produzione di energia, della protezione ambientale, delle tecnologie a membrane a scambio ionico.

Argomenti principali

#### 1. Fondamenti di elettrochimica.

Aspetti generali dei sistemi elettrochimici. Concetti di base: convenzioni, stechiometria delle reazioni elettrochimiche, leggi di Faraday, rendimenti di corrente.

Considerazioni generali sugli elettroliti. Mobilità, conducibilità e numeri di trasporto. Interazioni ione-ione: teoria di Debye-Huckel, coefficienti di attività. Interazioni ione-solvente: energia di idratazione. Potenziale chimico degli ioni in soluzione.

Equilibri liquido-vapore di sistemi contenenti elettroliti volatili.

Fenomeni di trasporto nelle soluzioni elettrolitiche; l'equazione di Nernst-Planck. Diffusività di ioni ed elettroliti. Termodinamica dei sistemi elettrochimici. Energetica elettrochimica. Semielementi galvanici.

Misure di FEM. Elettrocinetica. Interfase metallo-elettrolita: doppio strato elettrico, fenomeni elettrocinetici.

Sovratensioni. Equazione di Butler-Volmer; equazioni e diagramma di Tafel. Corrente limite.

#### 2. Reattori e impianti elettrochimici

Aspetti tecnici fondamentali e problematiche generali. Descrizione e classificazione dei reattori. Elementi di progetto: cinetica di reazione, voltaggio minimo di elettrolisi, equilibrio ad un elettrodo, reazioni secondarie, relazioni tensione-densità di corrente. Calcolo della tensione. Bilanci di materia ed energia nelle celle elettrochimiche. Reattori a flusso a pistone e a mescolamento. Configurazioni di celle industriali.

#### 3. Esempio e discussione dei principali processi elettrochimici

Processo cloro-soda (richiami e discussione). Elettrolisi dell'acqua. Processi idrometallurgici: estrazione e raffinazione di alluminio e rame, produzione elettrolitica dello zinco. Processi elettroorganici.

Processi per la protezione ambientale: trattamento reflui, recupero e rigenerazione reagenti, fotoelettrochimica.

Processi di separazione ad elettromembrane: Elettrodialisi.

#### 4. Generatori elettrochimici di energia

Discussione delle tecnologie disponibili per la produzione di energia con tecniche elettrochimiche.

Pile e batterie primarie e secondarie: caratteristiche e principi di funzionamento, problematiche relative allo smaltimento e recupero, miniaturizzazione. Utilizzazione di energia solare: i sistemi fotovoltaici. Celle a combustibile: caratteristiche e principi di funzionamento, analisi termodinamica, membrane e materiali, modellazione, prospettive future.

### Testi / Bibliografia

- G.Prentice, *Electrochemical Engineering Principles*, Prentice Hall, 1991
- J.M. Bockris, A.K.N.Reddy, *Modern Electrochemistry 1*, Plenum Press, 1998
- J.Newman, K.E.Thomas-Alyea, *Electrochemical Systems*, John Wiley & Sons, 2004
- R.A.Robinson, R.H.Stokes, *Electrolyte Solutions*, Dover Publications
- D.Pickett, *Electrochemical Reactor Design*, Elsevier Sci.
- T.Fahidy, *Principles of Electrochemical Reactor Analysis*, Elsevier
- D.Pletcher, F.C.Walsh, *Industrial Electrochemistry*, Kluwer, 2nd ed. 1990

### Metodi didattici

Lezioni frontali in aula

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova di esame orale: presentazione e discussione di una relazione di approfondimento su temi specifici del corso, da concordarsi con il docente.

**17487 - PRINCIPI E METODOLOGIE DELLA PROGETTAZIONE MECCANICA LS**

<b>Docente:</b>	FREDDI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire una struttura metodica per lo sviluppo del progetto concettuale e costruttivo di sistemi tecnici, assieme a strumenti di ottimizzazione, quali QFD, FMEA, FTA, DFM.

**Programma / Contenuti****PARTE I: Il progetto concettuale****1. Un metodo per progettare**

Cosa significa "Progettare" per un ingegnere

La piramide dei bisogni

Una metodologia per progettare

Sequenza delle fasi in una logica di iterazione

Linee guida per lo sviluppo del progetto

Un metodo generale suggerito dalle VDI 2222

Principali strumenti metodologici per ottimizzare la qualità del progetto

**2. Come organizzare l'informazione**

Dall'analisi del contesto alla stesura di una specifica tecnica

Individuazione di idee e pianificazione del prodotto

La chiarificazione del compito QFD

1.- Documentare l'ambiente

2.- Sintetizzare le esigenze (i diagrammi di affinità)

3.- Valutare l'importanza relativa dei requisiti: le matrici di interrelazione

4.- Dare una risposta tecnica alle esigenze

La matrice di relazione

Valutazione della importanza tecnica

5.- La casa della qualità

Analisi del significato delle singole matrici

La specifica tecnica

Una lista di controllo per la corretta stesura della specifica tecnica

Schema di "Revisione del Progetto"

*Analisi di casi*

**3. Dalle funzioni alle varianti concettuali**

L'analisi funzionale

Ricerca delle soluzioni

Progetto di attrezzature per la sperimentazione meccanica

Le fonti di informazione tecnica ("Memoria tecnico-scientifica")

*Analisi di casi*

Analisi funzionale astratta

Matrice morfologica

Confronto tra varianti concettuali

Matrici per il confronto delle tre varianti

Rateo tecnico e rateo economico

Diagramma di confronto

Confronto tra varianti con lo stesso rateo

Dai primi schizzi alla soluzione costruttiva definitiva

Il ruolo della sperimentazione

La costruzione dei prototipi

Principi di buona progettazione

Interazione tra l'Ingegneria e il disegno industriale

#### **4. Progettare per l'affidabilità**

Osservazione sul fattore di sicurezza

Richiami sulla affidabilità di un sistema tecnico

Affidabilità di una unità con rateo di guasti costante nel tempo

Rateo di guasti non costante nel tempo

Concetto di probabilità condizionata

Affidabilità di sistemi composti da più unità

Sistemi in serie

Sistemi in parallelo o ridondanti

Sistemi a struttura semplice

Tipi di alberi logici

L'albero dei guasti (FTA)

La FMEA (Analisi delle modalità di guasto e dei loro effetti)

Linee guida per lo svolgimento di una FMEA per un processo

#### **5. Come organizzare il progetto per la qualità dei prodotti**

Relazione della funzione di progettazione con le altre

Autovalutazione delle potenzialità dell'azienda

Evoluzione della cultura della qualità

I costi della qualità

Andamento del ciclo

Sfasamento tra decisioni e attivazione dei costi

Sfasamento tra apprendimento e modifiche progettuali

Schema sequenziale tradizionale

L'Ingegneria concorrente (o simultanea)

Composizione di un gruppo "guida"

Efficacia relativa dei diversi strumenti metodologici

Schema di impiego degli strumenti della qualità nei processi

Analisi comparativa degli strumenti

Esempio di analisi sull'efficacia degli strumenti

#### **PARTE II: Il progetto costruttivo**

##### **6. Regole e principi generali**

Le strategie

Le fasi

La procedura

Schema dettagliato del progetto costruttivo

Lista di controllo (per una corretta progettazione costruttiva)

Regole basilari per il progetto costruttivo

## Chiarezza

Esempi di chiarezza della funzione

## Semplicità

Esempio di semplicità della funzione

## Sicurezza

1- Sicurezza diretta (o intrinseca)

Progettazione a vita infinita

Progettazione a vita sicura (Safe-life)

Progettazione sicura a cedimento parziale (fail-safe)

Esempio di progettazione sicura a cedimento parziale

Progettazione ad accettazione di danno (damage-tolerance)

Esempio di progettazione "damage tolerant"

Progettazione con ridondanza

Esempio di progettazione con ridondanza

Il principio di separazione dei compiti

Esempio di aumento della sicurezza

2- Sicurezza indiretta (o esterna)

Esempio di sicurezza indiretta

Sistemi protettivi multipli o sistemi protettivi multiprincipio

Esempio di sicurezza indiretta con sistema multiprincipio

3- Sicurezza connessa con il dimensionamento

4- Sicurezza negli aspetti ergonomici

Requisiti minimi di sicurezza industriale

Altri aspetti della sicurezza

Principi di progettazione costruttiva

Principi di corretta trasmissione delle forze

1- Controllo della regolarità delle linee di flusso delle tensioni

2.- Controllo del percorso delle forze

3.- Corretto accoppiamento delle deformazioni

4.- Bilanciamento delle forze

Principi di divisione dei compiti

1.- Tra funzioni distinte.

2.- Tra funzioni identiche

Principi di autosostegno

1.- L'autorinforzo

2.- L'autobilanciamento

3.- L'autoprotezione

Principi di instabilità programmata

Considerare le dilatazioni termiche

Considerare i transitori termici

Progettare in presenza di scorrimento viscoso e di rilassamento

Il concetto di temperatura critica

Curve tensione-temperatura

Andamento del modulo elastico in funzione della temperatura

Lo scorrimento viscoso

- 1.- Scorrimento a temperatura ambiente
  - 2.- Scorrimento a temperature inferiori alla critica
  - 3.- Scorrimento oltre la temperatura critica
- Il rilassamento  
Accorgimenti di progettazione con scorrimento viscoso e rilassamento

Progettare seguendo le normative

## 7. Progettare per la produzione

Introduzione

Relazione tra il progetto e la produzione

Metodi di fabbricazione

- 1.- Metodo di fabbricazione per parti
- 2.- Metodo di costruzione integrale
- 3.- Metodo di fabbricazione composta
- 4.- Metodo di fabbricazione per blocchi

Progettazione della forma corretta dei componenti

Progetto di forma per il processo di formatura primario

Progetto di forma per il processo di formatura secondario

Progetto della forma con collegamenti

La scelta dei materiali e dei semilavorati

Suggerimenti per ridurre i costi

Valutazione dei costi

Struttura dei costi

La distribuzione dei costi per un generatore sincrono

Costi comparativi di barre d'acciaio

Costi comparativi di collegamenti a vite

Costi dei cuscinetti

Tempi di produzione

Fasi di produzione di un motore elettrico

## 8. Progettare famiglie di prodotti

Le serie dimensionali

Vantaggi e svantaggi

Leggi di similitudine

Caso 1: Conservare invarianti le deformazioni elastiche dovute a forze agenti costanti

Caso 2: Conservare invarianti le sollecitazioni che derivano da forze di inerzia e da forze statiche

Caso 3: Conservare invarianti le forze di inerzia

Caso 4: Conservare invarianti le forze gravitazionali e le forze statiche

Caso 5: Conservare invarianti le forze di inerzia e le forze di attrito (in liquidi e gas)

## 9. Progettare il montaggio

Linee guida

Criteri generali di assemblaggio

Riduzione del numero totale delle parti

Minimo uso di elementi di bloccaggio separati

Individuare un componente di riferimento (su cui montare gli altri)

Controllare il numero dei riposizionamenti

- Verificare l'efficienza della sequenza
- Criteri di presentazione delle parti
- Criteri di manipolazione delle parti
- Accoppiamento delle parti

Lista di controllo

#### **Bibliografia essenziale**

Dispense del Corso:

Volume I : A. Freddi: *Imparare a progettare* (Pitagora Editrice 2004)

Volume II: A. Freddi, D. Crocchio: *Il progetto costruttivo*.

#### **Altri testi utili**

1. G. Pahl e W. Beitz: *Konstruktion Lehre*, Springer Verlag, Berlin, 2003
2. Versione in inglese: *Engineering Design, a Systematic Approach*, Springer Verlag 1997.
3. D.G. Ullman: *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill, Inc. N.Y. 1992.
4. W. Lidwell, K. Holden, J. Butler: *Universal principles of design*, Rockport Publi. 2003
5. K. T. Ulrich, S.D. Eppinger : *Progettazione e sviluppo di prodotto*. Ed. it. a cura di G. Nicoletto, McGraw-Hill, Milano, 2001.

### **Testi / Bibliografia**

#### **Altri testi utili**

1. G. Pahl e W. Beitz: *Konstruktion Lehre*, Springer Verlag, Berlin, 2003
2. Versione in inglese: *Engineering Design, a Systematic Approach*, Springer Verlag 1997.
3. D.G. Ullman: *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill, Inc. N.Y. 1992.
4. W. Lidwell, K. Holden, J. Butler: *Universal principles of design*, Rockport Publi. 2003
5. K. T. Ulrich, S.D. Eppinger : *Progettazione e sviluppo di prodotto*. Ed. it. a cura di G. Nicoletto, McGraw-Hill, Milano, 2001.

### **Metodi didattici**

1. Lezioni frontali
2. Esercitazioni in gruppi di 6-7 persone che si collegano con Aziende industriali per lo sviluppo di un progetto, su un tema definito collegialmente tra un tutore dell'Azienda e il Docente.
3. Sviluppo di disegni di piccoli complessivi ad eventuale integrazione dei disegni relativi al progetto principale.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

a) Prova scritta su tre temi:

1. Soluzione di un problema teorico-numerico
2. Trattazione di un aspetto della progettazione
3. Disegno a mano libera di una soluzione progettuale

b) Orale sulla discussione del progetto svolto e di integrazione sulla teoria della progettazione

c) Esame dei disegni sviluppati a latere del progetto principale

d) esame di eventuali ricerche libere svolte dal candidato su argomenti inerenti il Corso.

### **Strumenti a supporto della didattica**

#### **Bibliografia essenziale**

Dispense del Corso:

Volume I : A. Freddi: *Imparare a progettare* (Pitagora Editrice 2004)

Volume II: A. Freddi, D. Crocchio: *Il progetto costruttivo*.

## 49321 - PROCESSI DELL'INDUSTRIA ALIMENTARE L-A

<b>Docente:</b>	CABONI MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Finalità del corso:

Fornire gli strumenti per comprendere i processi di trasformazione degli alimenti, fornire le conoscenze per comprendere il binomio processo-prodotto. Comprensione della complementarità delle nozioni fornite in altre aree per la gestione del processo e l'ottimizzazione della qualità di un alimento.

**Programma / Contenuti**

Criteri di qualità delle materie prime e loro composizione. Glucidi, lipidi e protidi: funzioni, caratteristiche ed alterazioni. Composizione del latte. La qualità igienica e il risanamento del latte. Tecnologia di pastorizzazione e sterilizzazione alta e bassa, confezionamento e conservazione. Yogurt, definizione e tecnologia di produzione. La crema: affioramento e centrifugazione; classificazione delle creme. Composizione del burro e processo di burrificazione continuo e discontinuo. La coagulazione acida e presamica delle caseine. Il formaggio, definizione classificazione e composizione. Tecnologia di produzione del Parmigiano Reggiano, della mozzarella e dello stracchino. Produzione continua di formaggio, ultrafiltrazione e termizzazione.

Le materie prime oleaginose, caratteristiche compositive e qualitative. Gli antiossidanti naturali e sintetici. Classificazione degli oli vegetali; olio di oliva: composizione, caratteristiche e tecnologie di estrazione. Oli di semi Tecnologia di estrazione e di raffinazione. Le Margarine. L'industria enologica: caratteristiche compositive e qualitative dell'uva. Composizione e caratteristiche qualitative del vino. I principali schemi di vinificazione in bianco e in rosso. Cenni sull'industria della birra: qualità delle materie prime, schemi di birrificazione, qualità del prodotto finito.

**Testi / Bibliografia**

appunti delle lezioni

P.Capelli, Vannucchi V., *Chimica degli Alimenti. Trasformazione e Conservazione*, Zanichelli, Bologna, 2005.

**Metodi didattici**

lezioni frontali con l'ausilio di materiale multimediale

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

esame scritto

**Strumenti a supporto della didattica**

materiale multimediale

## 49322 - PROCESSI DELL'INDUSTRIA ALIMENTARE L-B

<b>Docente:</b>	PINNAVAIA GIANGAETANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire una visione generale delle tecnologie di trasformazione e conservazione degli alimenti, attraverso: a) l'acquisizione di una conoscenza sui processi delle industrie alimentari; b) l'apprendimento delle metodologie di gestione delle attrezzature e dei processi, c) la conoscenza delle caratteristiche delle materie prime e dei prodotti finiti.

**Programma / Contenuti**

Caratteristiche generali dell'industria alimentare. Cicli di lavorazione ed aspetti chimici, fisici e tecnologici dei seguenti processi e prodotti: industria saccarifera, dell'amido e derivati, del pane, della pasta e dei prodotti da forno, delle conserve animali e vegetali, dei prodotti di IV e V gamma. Snacks e cereali da prima colazione. Caffè, cacao, tè.

**Testi / Bibliografia**

Appunti delle lezioni e materiale bibliografico fornito dal docente durante il corso

*P. Cappelli, V. Vannucchi*, Chimica degli alimenti – Conservazione e trasformazioni, Zanichelli, Bologna, 2000.

**Metodi didattici**

Lezioni frontali teoriche ed esercitazioni

Seminari

Visite guidate ad aziende del settore

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante lo svolgimento del corso sono previste due valutazioni, una intermedia e una a fine corso consistenti in test scritti. Una ulteriore prova (recupero) è prevista per coloro che avendo affrontato tutte le prove, hanno fatto registrare una valutazione insufficiente nella media degli accertamenti.

Per coloro che non affrontano le prove di accertamento è prevista una valutazione finale, consistente in un test scritto e nella elaborazione di una relazione su un tema concordato con il docente.

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiale fornito dal docente e disponibile su siti internet, segnalati dallo stesso

**29165 - PROCESSI DI SEPARAZIONE A MEMBRANA E BIOREATTORI M**

<b>Docente:</b>	GOSTOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire gli elementi fondamentali relativi ai processi ed alle metodologie di separazione a membrana con particolare riferimento alle applicazioni all'industria alimentare ed ai processi ambientali. Il corso vuole inoltre fornire le conoscenze di base per la realizzazione su scala industriale di processi biotecnologici relativamente ai bioreattori e alle tecniche di recupero dei prodotti. Illustrare le peculiarità dell'impiantistica biotecnologica rispetto ad altri settori dell'industria di processo.

**Programma / Contenuti****Bioreattori:**

1. Richiami di Biochimica e Microbiologia. 2. Cinetica enzimatica, inibizione, effetto della temperatura e del pH, denaturazione. 3. Crescita microbica fase di latenza, crescita esponenziale ecc., rese di crescita, cinetica di Monod. 4. Chemostato, metabolismo endogeno, non perfetta miscelazione, crescita di organismi filamentosi, chemostato con riciclo di cellule, competizione in chemostato, cenno alle popolazioni miste. 5.

Esempi di Processi industriali di fermentazione. 6. Tecnologie di fermentazione: preparazione dei terreni e bilanci di massa, sviluppo dell'inoculo, tipi di reattori usati (discontinui e continui, agitati, air lift ecc). 7. Miscelazione ed aerazione dei fermentatori: tipi di agitatori, potenza dissipata, trasporto di materia gas-liquido ( $k_L a$  e sua misura), criteri di scale-up, reologia dei mosti di fermentazione. 8. Sterilizzazione dei terreni di coltura: cinetica di disattivazione di cellule e spore, sterilizzazione in discontinuo e in continuo, pastorizzazione, sterilizzazione dell'aria, clearing in place.

#### Membrane:

1. Processi di separazione: rilevanza nella biotecnologia, nell'industria chimica e nel trattamento degli effluenti. 2. Processi di separazione a membrana: classificazione in base alla forza spingente, descrizione sommaria e impiego dei vari processi (micro- ultra- e nano-filtrazione, osmosi inversa, separazione miscele gassose, dialisi, trasporto facilitato, elettrodialisi, pervaporazione, contattori a membrana). 3. Membrane porose: punto di bolla e pressione di penetrazione. 4. Pressione osmotica, attività dell'acqua, legge di Van't Hoff. 5. Preparazione delle membrane: Membrane asimmetriche (inversione di fase), membrane composite, membrane porose. 6. Moduli: descrizione e impiego dei vari tipi di modulo (plate & frame, tubolari, capillari, fibre cave, a spirale). 7. Trasporto di materia attraverso la membrana, modello soluzione diffusione. Cenno ad altri modelli. 8. Polarizzazione della concentrazione nell'osmosi inversa: Modello del film. 9. Calcolo di un modulo di osmosi inversa, effetto delle condizioni operative sul recupero. 10 Nanofiltrazione. 11. Ultrafiltrazione: modello del gel, applicazioni, diafiltrazione. 12 Separazione di miscele gassose: generalità e applicazioni tipiche (recupero idrogeno, separazione CO<sub>2</sub>/metano, aria arricchita e azoto). 13. Pervaporazione e vapour permeation: principi ed applicazioni tipiche. 14. Contattori a membrana. 15. Processi emergenti. 16. Reattori biologici a membrane.

#### Testi / Bibliografia

1. Appunti del docente
2. Michael L. Shuler M.L., Kargi F. *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*. Second Edition Prentice Hall), 2002.
3. Blanch H.W., Clark D. S., *Biochemical engineering*, M. Dekker 1997.
4. Bailey J.E., Ollis D.F., *Biochemical Engineering Fundamentals*, McGraw-Hill, 1986
5. Cheryan M., *Ultrafiltration and microfiltration handbook*, Technomic, 1998
6. Rautenbach R., Albert R., *Membrane processes*, John Wiley 1989
7. Winston Ho W.S., Sirkar K.K., *Membrane Handboob*, Van Nostrand Reinhold, 1992

## 49774 - PROCESSI DI SEPARAZIONE A MEMBRANA L

<b>Docente:</b>	GOSTOLI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenze delle tecnologie a membrana e delle applicazioni.

#### Programma / Contenuti

1. Processi di separazione: rilevanza nella biotecnologia, nell'industria chimica e nel trattamento degli effluenti.
2. Processi di separazione a membrana: classificazione in base alla forza spingente, descrizione sommaria e impiego dei vari processi (micro- ultra- e nano-filtrazione, osmosi inversa, separazione miscele gassose, dialisi, trasporto facilitato, elettrodialisi, pervaporazione, contattori a membrana).

3. Membrane porose: punto di bolla e pressione di penetrazione.
4. Pressione osmotica, attività dell'acqua, legge di Van't Hoff.
5. Preparazione delle membrane: Membrane asimmetriche (inversione di fase), membrane composite, membrane porose.
6. Moduli: descrizione e impiego dei vari tipi di modulo (plate & frame, tubolari, capillari, fibre cave, a spirale).
7. Trasporto di materia attraverso la membrana, modello soluzione diffusione. Cenno ad altri modelli.
8. Polarizzazione della concentrazione nell'osmosi inversa: Modello del film.
9. Calcolo di un modulo di osmosi inversa, effetto delle condizioni operative sul recupero.
- 10 Nanofiltrazione.
11. Ultrafiltrazione: modello del gel, applicazioni, diafiltrazione.
- 12 Separazione di miscele gassose: generalità e applicazioni tipiche (recupero idrogeno, separazione CO<sub>2</sub>/metano, aria arricchita e azoto).
13. Pervaporazione e vapour permeation: principi ed applicazioni tipiche.
14. Contattori a membrana.
15. Processi emergenti

### Testi / Bibliografia

1. Appunti del docente
2. Cheryan M., Ultrafiltration and microfiltration handbook, Technomic, 1998
3. Rautenbach R., Albert R., Membrane processes, John Wiley 1989
4. Winston Ho W.S., Sirkar K.K., Membrane Handboob, Van Nostrand Reinhold, 1992

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## 45227 - PROCESSI E METODI DI FABBRICAZIONE PER LO SVILUPPO DEL PRODOTTO LS

<b>Docente:</b>	TANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 54895 - PROCESSI E TECNICHE DI DATA MINING LS (6 CFU)

<b>Docente:</b>	SARTORI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano/Inglese

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivi formativi:

- Fornire una visione d'insieme delle principali problematiche legate all'analisi di dati in contesti aziendali al fine di scoprire nuove relazioni e informazioni utili per decisioni strategiche.
- Conoscere le componenti dell'intero processo di scoperta, che comprende la definizione degli obiettivi, la raccolta e selezione di dati, la preparazione e il filtraggio, le tecniche e gli algoritmi di data mining.

Abilità da conseguire:

- Sapere impostare un processo di scoperta di conoscenza in uno specifico contesto aziendale.
- Sapere selezionare le tecniche più opportune per risolvere un problema di scoperta.
- Sapere applicare tecniche ed algoritmi, sapere interpretare e presentare i risultati.

Il corso è rivolto a studenti con buone conoscenze di base nell'ambito dei sistemi informativi e delle basi di dati.

### Programma / Contenuti

processo di scoperta della conoscenza

- definizione degli obiettivi
- selezione delle sorgenti dati
- filtraggio, riconciliazione e trasformazione dei dati
- data mining
- validazione e visualizzazione dei risultati

tecniche di data mining

- classificazione con alberi di decisione e reti neurali
- regole associative
- clustering/segmentazione
- analisi di casi di studio
- esempi di utilizzo di sistemi commerciali di data mining
- architetture di sistemi con componenti di data mining
- standardizzazione di informazioni del data mining, PMML

### Testi / Bibliografia

Han, Kamber, 'Data Mining - Concepts and Techniques', Morgan Kaufmann, San Francisco

### Metodi didattici

Il corso si svolge prevalentemente con attività didattica in aula. Vengono anche proposti casi di studio e indicati strumenti gratuitamente disponibili da utilizzare individualmente.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'apprendimento viene verificato con un esame orale finale. Viene richiesta la presentazione di un progetto svolto su indicazione del docente.

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti dalle lezioni, forniti dal docente. Esercitazioni di laboratorio con strumenti open-source

## 42240 - PRODUZIONE DEGLI IDROCARBURI L

<b>Docente:</b>	MESINI EZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Acquisire una conoscenza, da un lato delle problematiche relative alla coltivazione dei giacimenti di idrocarburi ed alle misure in pozzo, dall'altro delle tecniche di produzione e trasporto degli idrocarburi liquidi e gassosi.

## Programma / Contenuti

### Parte prima

Nozioni elementari sulla naftogenesi e migrazione dei giacimenti di idrocarburi, sulla pressione e temperatura di giacimento. *Formation Evaluation*: obiettivi e metodologie impiegate. Cenni alle analisi petrofisiche su carote: analisi standard (porosità, permeabilità, saturazione in acqua residua, fattore di resistività della formazione) e cenni alle analisi speciali (pressione capillare, permeabilità relative, bagnabilità). Log geofisici di pozzo: generalità sulle tecniche impiegate per la valutazione degli idrocarburi in posto, log wireline e while drilling. Parametri petrofisici e loro relazioni con i parametri fisici della formazione. Log litologici, di resistività (macro e micro) ed induttivi. Log di porosità acustici e nucleari. Meccanismi di drenaggio. Classificazione dei giacimenti. Comportamento di fase e volumetrico dei greggi, dei gas a condensato e dei gas secchi. Metodo di calcolo dei parametri termodinamici. Rocce serbatoio: caratteristiche petrofisiche e di trasporto. Risorse e riserve. Definizione delle riserve e loro calcolo con il metodo volumetrico. Giacimenti di gas. Giacimenti di olio sottosaturo. Giacimenti di olio saturo a volume costante, con ingresso d'acqua, con cappa di gas.

### Parte seconda.

Il completamento dei pozzi: completamento a foro scoperto ed a foro rivestito, prevenzione dell'ingresso delle sabbie, tubing, packer ed altre attrezzature. Cenni alla produzione dei fluidi di strato: pozzi ed erogazione spontanea, pompe ad astine, gas-lift. La manutenzione del pozzo: operazione di stimolazione per acidificazione e fratturazione, dissabbiamento. Trattamenti in campo del gas: caratteristiche del gas naturale, gli idrati e la loro prevenzione; impianti di disidratazione, cenni sulla desolfurazione e sul degasolinaggio. Trattamento in campo dell'olio: caratteristiche dei greggi, impianti di stabilizzazione, emulsioni e loro trattamento. Il trasporto degli idrocarburi, aspetti tecnici ed economici. Il moto dell'olio e del gas nelle condotte. Il trasporto dei greggi molto viscosi. Il moto polifasico nelle condotte. Le condotte: calcolo statico, la corrosione, la protezione catodica, il rivestimento, gli inibitori. Stazioni di compressione: pompe e compressori, dispositivi di misura. Cenni alla progettazione di oleodotti e metanodotti. Cenni allo stoccaggio di gas nel sottosuolo ed alla liquefazione del gas naturale.

## Testi / Bibliografia

- HELANDER D.P. FUNDAMENTALS OF FORMATION EVALUATION OGCI PUBLICATIONS 1983
- DRESSER ATLAS WELL LOGGING AND INTERPRETATION TECHNIQUES DRESSER ATLAS INDUSTRIES 1982
- SCHLUMBERGER LOG INTERPRETATION PRINCIPLES/APPLICATIONS HOUSTON 1989
- CHIERICI G.L. COMPORTAMENTO VOLUMETRICO E DI FASE DEGLI IDROCARBURI NEI GIACIMENTI GIUFFRÈ EDITORE MILANO 1962
- MACINI P. MESINI E. ALLA RICERCA DELL'ENERGIA. METODI DI INDAGINE PER LA VALUTAZIONE DELLE GEORISORSE FLUIDE CLUEB BOLOGNA 1998
- CHILINGAR G.V. ROBERTSON J.O. KUMAR S. (EDS.) SURFACE OPERATIONS IN PETROLEUM PRODUCTION I AND II ELSEVIER AMSTERDAM 1989
- CHIERICI G.L. PRINCIPI DI INGEGNERIA DEI GIACIMENTI PETROLIFERI MILANO 1989

- DAKE L.P. FUNDAMENTALS OF RESERVOIR ENGINEERING AMSTERDAM 1978
- CRAFT B.C. HAWKINS M.F. PETROLEUM RESERVOIR ENGINEERING ENGLEWOOD CLIFFS 1959

### Metodi didattici

Lezioni, in aula, di introduzione ed approfondimento dei temi del corso. Analisi critica, discussione e confronto delle problematiche relative ai giacimenti di idrocarburi ed alle tecniche di produzione e trasporto degli idrocarburi liquidi.

Esercitazioni, in aula, di analisi critica di problemi reali e ricerca di soluzioni.

Esercitazioni in laboratorio relative sia alle analisi petrolifische su carote (analisi standard e cenni alle analisi speciali), sia agli attrezzi impiegati per le misure di log in pozzo.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale

### Strumenti a supporto della didattica

- Cassette VHS
- Videoproiettore
- PC
- lavagna luminosa
- laboratori 'Mezzi porosi'

## 41541 - PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA I

<b>Docente:</b>	BORGHETTI ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica 0049 - Ingegneria gestionale 0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso riguarda la produzione di energia elettrica dalle diverse fonti primarie di energia e si propone di fornire le conoscenze di base riguardanti l'esercizio ed il controllo della produzione in un mercato elettrico liberalizzato. Il corso prende anche in considerazione la produzione da fonti rinnovabili.

### Programma / Contenuti

Caratteristiche tecniche della produzione di energia elettrica e condizioni di funzionamento ammissibili degli alternatori.

Mercato dell'energia elettrica e programmazione della produzione.

Vincoli sulla produzione dovuti alle caratteristiche della rete di trasmissione e sicurezza del sistema elettrico contro i rischi di blackout.

Regolazione dell'equilibrio fra produzione e carico, con scambi fra reti interconnesse.

La produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

### Testi / Bibliografia

Per l'approfondimento di singoli argomenti si consigliano i seguenti testi:

- Allen J. Wood, B. Wollemborg, "Power generation, operation and control", John Wiley & Sons, 1996
- D.S. Kirschen, G. Strbac, " Fundamentals of Power System Economics", John Wiley & Sons, 2004

- M.R. Patel: 'Wind and Solar Power Systems', CRC Press, 1999 (disponibile in <http://www.engnetbase.com/>)

### Metodi didattici

Il corso comprende lezioni, esercitazioni in aula ed al computer.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale è orale e riguarda anche il contenuto delle esercitazioni.

## 29155 - PROGETTAZIONE DI APPARECCHIATURE E IMPIANTI M

<b>Docente:</b>	COZZANI VALERIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti necessari a sviluppare il dimensionamento termofluidodinamico e la progettazione di massima delle principali apparecchiature dell'industria chimica, quali scambiatori di calore, reattori agitati, colonne a piatti, colonne a riempimento, nonché gli elementi di base e gli strumenti conoscitivi per la progettazione di impianti chimici e per lo sviluppo dei documenti di progetto.

### Programma / Contenuti

- 1) Introduzione alla progettazione di base. Sintesi di processo e progettazione di impianto. Elementi di un impianto di processo: utilities, apparecchiature, stoccaggi. Documenti progettuali. Sintesi dei documenti di progetto. Specifiche costruttive. Procedure logiche di dimensionamento e verifica di apparecchiature di processo.
- 2) Vincoli di progettazione. Variabili di progetto e utilizzo dei gradi di libertà nella progettazione. Tipologie di vincoli progettuali. Caratteristiche dei servizi di stabilimento. Vincoli esterni. Normative sulle emissioni e sulla sicurezza.
- 3) Apparecchiature per lo scambio termico in assenza di cambiamento di fase. Descrizione dei principali tipi di scambiatori di calore e criteri di scelta. Standard costruttivi. Dimensionamento di scambiatori di calore liquido/liquido in assenza di cambiamento di fase: scambiatori a fascio tubiero e a piastre.
- 4) Apparecchiature per lo scambio termico in presenza di cambiamento di fase. Richiami sul fenomeno della condensazione e sulla teoria di Nusselt. Descrizione delle principali apparecchiature per la condensazione. Dimensionamento di condensatori di vapori puri. Condensatori di vapori in presenza di incondensabili. Condensatori di vapori misti. Condensatori/sottoraffreddatori e condensatori/desurriscaldatori. Condensatori a ricadere. Richiami sul fenomeno dell'evaporazione. Descrizione dei principali tipi di evaporatori e criteri di scelta. Dimensionamento di evaporatori a singolo stadio e di reboiler di fondo colonna.
- 5) Apparecchiature per lo scambio di materia gas/liquido. Richiami sulle operazioni di scambio di materia. Descrizione dei principali tipi di apparecchiature e criteri di scelta. Colonne a piatti: particolari costruttivi, fluidodinamica dei piatti, definizioni di rendimento dei piatti e loro correlazione. Colonne a riempimento: grado di vuoto e area superficiale, tipologie e caratteristiche dei riempimenti random e strutturati, regimi di funzionamento, perdite di carico. Confronto tra colonne a piatti e colonne a riempimento.
- 6) Apparecchiature per l'assorbimento e lo stripping. Richiami sulle operazioni di assorbimento e stripping. Descrizione dei principali tipi di apparecchiature e criteri di scelta. Dimensionamento delle colonne di assorbimento a piatti. Dimensionamento delle colonne di assorbimento a riempimento: metodo delle unità di trasporto.

7) Apparecchiature per la distillazione. Richiami sugli equilibri liquido-vapore in sistemi multicomponente. Flash adiabatico. Distillazione differenziale. Rettifica. Distillazione continua. Dimensionamento delle colonne di distillazione.

### Testi / Bibliografia

D. Kern: "Process heat transfer", Mc Graw - Hill

R.E. Treybal: "Mass transfer operations", Mc Graw - Hill

J.M. Coulson, J.F. Richardson: "Chemical Engineering", Pergamon Press (vol. 1, 2 e 6)

J.D. Seader, E.J. Henley: "Separation process principles", J.Wiley

Per le parti la cui trattazione non è compresa in tali opere, si può far riferimento a schemi, appunti e diagrammi di calcolo forniti dal docente.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta.

Prova orale.

## 54790 - PROGETTAZIONE DI SISTEMI DI TRASPORTO LS

<b>Docente:</b>	MICUCCI ALFONSO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo formativo è fornire gli elementi di base per la progettazione funzionale dei sistemi di trasporto basati su veicoli terrestri stradali e ferroviari, con particolare focalizzazione sull'architettura dell'elemento mobile.

Gli studenti acquisiranno una preparazione che, integrata con le nozioni degli altri corsi del settore, consentirà loro di pianificare ed organizzare un sistema di trasporto tenendo anche conto delle prestazioni meccaniche delle unità mobili. Apprenderanno, inoltre, concetti fondamentali per poter interagire con produttori e fornitori di unità mobili.

### Programma / Contenuti

- **Generalità.** Definizione di sistema di trasporto. Prestazioni dei veicoli terrestri. Progettazione funzionale e sistemica di un veicolo da trasporto.
- Richiami di meccanica della locomozione. Equazione del moto. Resistenze al moto. Sperimentazione su modelli. Diagramma di trazione. Caratteristica meccanica.
- Propulsione. Studio del sistema propulsivo in generale. Componenti del sistema di trazione dei veicoli terrestri. Caratteristica meccanica ideale. Stabilità propulsiva. Scelta del motore.
- Motori termici. Principi generali di funzionamento. Rendimento, coppia e potenza del motore a stantuffo e del motore a turbina e loro confronto. Cenni sui motori a combustione esterna. Motori alternativi a combustione interna; cicli teorici e reali, confronto fra i vari tipi di motore e particolari problemi per l'impiego nei veicoli terrestri: regolazione, inversione del moto, avviamento, freno motore, sovralimentazione, inquinamento. Cenni sul motore Wankel. Cenni sulle turbine a gas e loro utilizzazione negli autoveicoli. Curve caratteristiche dei vari tipi di motore.
- Motori elettrici. Principi generali di funzionamento. Equazioni caratteristiche, rendimento, limiti di potenza. Motori a collettore. Motore asincrono. Motore sincro. Motore lineare. Curve caratteristiche dei vari tipi di motore. Regolazione classica ed elettronica. Motori a corrente ondulata. Cenni sui rotabili policorrente. Cenni sulla frenatura elettrica. Autoveicoli con motore elettrico.

- Trasmissione. Inquadramento generale. Componenti della trasmissione: giunti meccanici (elastico, cardanico, omocinetico, a frizione); giunto idraulico; ruotismi (differenziale, riduttori); modulatori (cambio meccanico e convertitore idraulico). Trasmissioni modulanti per veicoli stradali e ferroviari: meccaniche, idrodinamiche, idrostatiche, elettriche, miste. Confronto tra i vari tipi di trasmissione.
- Ruota. Caratteristiche della ruota pneumatica e della ruota ferroviaria. Aderenza. Cenni sulla sperimentazione.
- Frenatura. Generalità. Curve di aderenza. Correttori di frenata. Spazio di frenatura. Dispositivi di frenatura dei veicoli stradali e ferroviari. Calcoli elementari relativi all'impianto di frenatura.
- Sterzata. Sterzata cinematica: fascia d'ingombro dei veicoli stradali a due o più assi. Sterzata dinamica: condizione di sovrasterzata e sottosterzata; velocità critica. Dispositivi di sterzata degli autoveicoli.
- Sistemi terrestri non convenzionali. Cenni sui veicoli a cuscino d'aria ed a sustentazione magnetica.
- Esercitazioni. Progettazione funzionale del sistema di trazione (motore, trasmissione, ruote motrici) di veicoli stradali (autovetture, autocarri, autobus, autoveicoli elettrici). Progettazione dell'impianto di frenatura e di sterzata di un veicolo stradale. Progettazione di un sistema continuo.

### Testi / Bibliografia

Sono disponibili gli appunti completi del corso all'indirizzo

[http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id\\_autore=&id\\_insegnamento=769&aa=2006&RIL=A-Z&IDCDS=22#bottom](http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id_autore=&id_insegnamento=769&aa=2006&RIL=A-Z&IDCDS=22#bottom)

Per approfondimenti: G. Genta, Meccanica dell'Autoveicolo; Evaristo Principe, Nozioni sui veicoli FS per viaggiatori; Evaristo Principe, Nozioni sui veicoli FS per trasporto merci; A. Orlandi, Meccanica dei Trasporti.

### Metodi didattici

Gli argomenti vengono sviluppati non solamente sul piano teorico ma anche, e soprattutto, su quello pratico progettuale mediante didattica frontale, esercitazioni in aula e visite presso centri di produzione e manutenzione.

Completano il percorso due seminari specialistici, rispettivamente sulle tecniche di analisi delle patologie della circolazione e sui sistemi di trasporto per aree a bassa densità insediativa.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orale, con presentazione e discussione delle esercitazioni svolte. Costituiscono soglia di sufficienza la padronanza delle nozioni inerenti la caratteristica propulsiva ideale, le caratteristiche meccaniche interne delle varie tipologie di motori esaminati e le modalità di adattamento al caso concreto.

In linea di massima è possibile sostenere l'esame, oltre che nelle date prestabilite, ogni mercoledì ricadente all'interno delle sessioni, previo appuntamento via e-mail ( [alfonso.micucci@unibo.it](mailto:alfonso.micucci@unibo.it) ) il lunedì immediatamente precedente.

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori.

## 17440 - PROGETTAZIONE INTEGRALE L

<b>Docente:</b>	FINI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

## 08078 - PROGETTAZIONE URBANISTICA

<b>Docente:</b>	CORLAITA ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

## Conoscenze e abilità da conseguire

## Obiettivi del corso:

Il corso tende a fornire la strumentazione metodologica adeguata per la definizione degli elementi qualitativi della forma urbana, procedendo alla redazione di un progetto spazio - temporale a scala appropriata di morfologie e aggregazioni edilizie, nelle proprie articolazioni di qualità insediativa ed ambientale. A tali articolazioni si affianca e costituisce elemento di controllo e verifica il sistema delle procedure di attuazione e fattibilità, di tipo economico - sociali e politico - gestionali.

## Programma / Contenuti

**Argomenti trattati:** lezioni teoriche riguardanti le nozioni fondative di interpretazione del tessuto urbano nello spazio e nel tempo. Luogo e informazione, forma ed elemento, rappresentazione e percezione, tracciato e storia dei nuclei. La forma della città, attraverso queste caratteristiche duali, si mostra in una pluralità di valenze interpretative di natura semantica, formale, regolativa e funzionale. Si cercheranno di isolare i requisiti di prestazione del progetto, attraverso un processo di analisi qualitative e quantitative degli strumenti tecnici e normativi disponibili, delle forme d'uso e della consistenza d'ordine e di assetto dei manufatti.

## Testi / Bibliografia

- Alexander, Christopher, *Una nuova teoria del disegno urbano*, Gangemi, Roma, 1997.  
 Amheim, Rudolf, *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, nuova ed., Milano, 1982.  
 Amheim, Rudolf, *La dinamica della forma architettonica*, Feltrinelli, Milano, 1981.  
 Aymonino, Carlo, *Il significato delle città*, Marsilio, Padova - Venezia, 1998 (ed or 1967).  
 Bacon, *Design of cities*, Thames and Hudson, Londra, 1967.  
 Cerasi, Maurice, *La lettura dell'ambiente*, Clup, Milano, 1973.  
 Cerdà, Ildefonso, *Teoria generale dell'urbanizzazione*, Jaca Book, Milano, 1985.  
 Chemayeff, Serge, Alexander, Christopher, *Spazio di relazione e spazio privato*, Il sagggiatore, Milano, 1968.  
 Cullen, Gordon, *Il paesaggio urbano*, Calderini, Bologna, 1976.  
 De Rubertis, Roberto, *Progetto e percezione*, Officina, Roma, 1971.  
 Gregotti, Vittorio, *Il territorio dell'architettura*, Feltrinelli, Milano, 1966.  
 Hertzberger, Herman, *Lezioni di architettura*, Laterza, Roma-Bari, 1996.  
 Kopp, Anatole, *Città e rivoluzione*, Feltrinelli, Milano, 1972.  
 Lynch, Kevin, *Il senso del territorio*, Il sagggiatore, Milano 1981.  
 Lynch, Kevin, *Progettare la città*, Etas, Milano, 1990.  
 Maggiora, Giuliano, *Architettura come linguaggio*, Medicea, Firenze, 1978.  
 Maggiora, Giuliano, *Architettura come forma simbolica*, Alinea, Firenze, 1996.  
 Marcolli, Attilio, *Teoria del campo*, vol.1, Sansoni, Firenze, 1973.  
 Meier, Richard L., *Teoria della comunicazione e struttura urbana*, Il Saggiatore, Milano, 1969.  
 Norberg Schulz, Christian, *Architettura: linguaggio, presenza e luogo*, Skira, Milano, 1996.  
 Quaroni, Ludovico, *La città fisica*, Laterza, Bari, 1981.  
 Quaroni, Ludovico, *Progettare un edificio*, Mazzotta, Milano, 1978.  
 Rossi, Aldo, *L'architettura della città*, CittàStudi, Milano, 1995 (ed. or. 1966).  
 Secchi, Bernardo, *Un progetto per l'urbanistica*, Einaudi, Torino, 1989.  
 Sitte, Camillo, *L'arte di costruire le città*, Jaca book, 1981 (ed. or. 1889).  
 Venturi, Robert, *Complessità e contraddizioni in architettura*, Dedalo, Bari, 1981 (ed. or. 1966).

## Metodi didattici

### Organizzazione del corso:

- 1) verrà svolta una fase teorico -culturale che illustri i contenuti sopra enunciati, integrata con la presentazione e l'analisi comparativa delle formazioni urbanistiche del XX sec., attraverso le esperienze esemplari, spiegate cercando di fornire le necessarie coordinate storico - crüche e tecnico -realizzative (20 ore). Verrà svolta in parallelo una analisi storico -evolutiva della forma urbana della città di Bologna.
- 2) esercitazioni monografiche obbligatorie, che introducano alla lettura critica di casi concreti, per poterne ricavare i presupposti e le giustificazioni tecniche e culturali (10 ore).
- 3) lezioni di natura seminariale durante le quali vengono illustrate e dibattute criticamente le più recenti e significative esperienze di progettazione urbana e di trasformazione ambientale e territoriale, alle diversescala di intervento (20 ore).
- 4) al termine della parte (2) del corso verrà assegnata una area del Piano strutturale dell'area di Bologna, oggetto di una esperienza progettuale guidata, giustificata ambientalmente e verificata economicamente.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

**Modalità d'esame:** il giudizio d'esame verrà dalla sintesi di tre momenti di verifica

- valutazione delle esercitazioni monografiche (punto 2).
- discussione della proposta progettuale (punto 4).
- accertamento della lettura e discussione critica di 2 libri sui temi del corso, da scegliersi a discrezione del candidato nell'ambito dell'elenco di testi fondativi della cultura urbanistica contemporanea forniti dalla docenza (i libri assegnati sono tutti disponibili presso la biblioteca del dipartimento, eventuali proposte alternative da parte dello studente saranno prese in considerazione, purché concordate in anticipo con i responsabili del corso).

## Strumenti a supporto della didattica

Oltre al ciclo di lezioni teoriche, verrà svolta una serie di esercitazioni didattiche, allo scopo di permettere all'allievo l'approfondimento di alcuni temi ed esperienze significative del progetto urbano. Successivamente a questa fase si procederà alla simulazione di un progetto urbanistico nell'ambito del Piano strutturale bolognese. Tutto il materiale riguardante queste fasi del corso (schede, cartografia, programmi funzionali) verrà presentato su supporto multimediale e successivamente reso disponibile all'allievo in tale formato.

## 44883 - PROGETTI DI STRUTTURE LS

<b>Docente:</b>	SAVOIA MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Metodi avanzati per l'analisi e la progettazione strutturale.

Criteri di progetto per sistemi strutturali complessi, con particolare riguardo alle strutture civili in calcestruzzo armato.

Tecniche costruttive e materiali avanzati per nuove strutture e consolidamento di strutture esistenti.

## Programma / Contenuti

1. Strutture di controventamento degli edifici

Generalità. Controventi per strutture in calcestruzzo armato, in acciaio. Influenza della deformabilità degli orizzontamenti. Ripartizione delle azioni orizzontali tra più elementi di irrigidimento deformabili a flessione. Ripartizione delle azioni tra pareti di controvento e telai. Pareti con aperture. Modalità di crisi delle pareti di

controvento soggette ad azioni orizzontali. Criteri di verifica e dettagli costruttivi. Sistemi spaziali di controvento, effetti torsionali.

## 2. Lastre caricate nel piano

Relazioni generali della teoria dell'elasticità. Stati piani di tensione e deformazione. Metodi semplificati di calcolo. Travi parete in c.a.: pareti in stadio non fessurato, fessurato e comportamento a collasso; travi parete a più campi. Criteri di dimensionamento e dettagli costruttivi. Carichi appesi.

## 3. Lastre inflesse

Teoria di Kirchhoff per le lastre inflesse: equazione di Lagrange e condizioni al contorno, taglio di Kirchhoff. Lastre appoggiate ed incastrate sul contorno. Lastre in c.a.: criteri di dimensionamento e dettagli costruttivi. Solai a fungo: calcolo approssimato delle sollecitazioni, regole di dimensionamento e dettagli costruttivi; punzonamento.

## 4. Lastre cilindriche

Generalità. Esempi di tipologie strutturali modellabili come lastre cilindriche. Criteri di calcolo a volta-trave. Tegoli prefabbricati di copertura. Dettagli costruttivi. Le membrane cilindriche a direttrice poligonale (volte scatolari): metodo di Ehlers. Elementi con spessore sottile in c.a.: esperienze di Valraven; regola delle cuciture; calcolo delle armature in presenza di stati coattivi e/o precompressione. Tubi cilindrici. Tubi con appoggio continuo e appoggio su selle. Indicazioni e particolari costruttivi.

## 5. Duttilità delle strutture in c.a.

Formule di verifica e di progetto di sezioni pressoinflesse agli stati limite ultimi (ripasso). Diagrammi momento-curvatura e schematizzazioni a bilatera e trilatera. Duttilità delle sezioni inflesse. Cerniera plastica e rotazione plastica ammissibile per elementi inflessi in c.a., criteri dell'Eurocodice EC2. Influenza dello sforzo normale. Esempi. Duttilità sezionale e duttilità strutturale.

## 6. Stati limite di servizio per travi in c.a.

Evoluzione del quadro fessurativo per elementi tesi in c.a. Diagramma momento-curvatura in fase fessurata. Calcolo apertura di fessura e frecce di travi in fase fessurata. Formule approssimate e prescrizioni normative. Deformazioni differite nel calcestruzzo (ritiro e viscosità). Teoria della viscoelasticità lineare. Funzioni di viscosità e di rilassamento. Il fenomeno dell'invecchiamento, modelli CEB, ACI e Normativa italiana. Metodi algebrizzati (metodi EM, MS, AAEM). Problemi di strutture sensibili alle deformazioni differite. Principi della viscoelasticità lineare. Esempi numerici.

## 7. Analisi a collasso delle strutture

Definizione di cerniera plastica e massima rotazione in fase plastica in elementi in acciaio ed in c.a. Analisi limite di strutture intelaiate, teoremi dell'analisi limite, Metodo della delimitazione bilaterale di Greenberg-Prager, analisi incrementale per strutture in acciaio (ripasso). Analisi incrementale con controllo delle rotazioni richieste per strutture in c.a.. Metodi di calcolo basati sulla redistribuzione dei momenti. Influenza dello sforzo normale. Esempi.

## 8. Instabilità delle strutture metalliche

Generalità. Instabilità in campo elastico: sensibilità alle imperfezioni (ripasso). Matrice di rigidità geometrica per strutture piane. Instabilità in regime elasto-plastico di strutture in acciaio. Il concetto di asta reale e di imperfezione equivalente.

## 9. Instabilità di pilastri in c.a.

Il metodo della colonna modello. Il metodo dello stato di equilibrio. Diagrammi di interazione M-N in presenza di effetti del II ordine. Effetti delle deformazioni differite. Esempi di applicazione alle strutture prefabbricate. Le Norme Tecniche CNR 10025. Plinti a pozzetto per pilastri prefabbricati: criteri di dimensionamento e prescrizioni costruttive.

## 10. Metodi computazionali per il calcolo delle strutture

Metodi variazionali e applicazione alla teoria delle strutture (ripasso). Metodi numerici di approssimazione (serie di Fourier, metodo di Ritz) (ripasso). Il metodo degli elementi finiti. Elementi finiti tipo *truss*, tipo *beam*, elementi finiti per problemi piani di elasticità (CST, LST, lagrangiani, etc.). Elementi finiti per lastre

inflexe. Elementi finiti in problemi di dinamica. Algoritmi di calcolo per problemi non lineari (rigidezza secante, Newton-Raphson, etc).

11. Rinforzo di elementi in c.a. con materiali compositi (seminario didattico)

Tecniche di rinforzo di elementi in c.a. con materiali compositi. Rinforzo di travi a flessione, taglio, fasciatura di pilastri. Modalità di crisi, il problema della delaminazione. Criteri di dimensionamento. Il Documento Tecnico CNR DT 200/2004. Esempi di applicazione.

## Testi / Bibliografia

Dispensa del corso (in corso di stesura).

Pozzati P. e Ceccoli C., *Teoria e Tecnica delle strutture*, ed. UTET, Torino, vol. II (1977).

Belluzzi O., *Scienza delle costruzioni*, ed. Zanichelli, Bologna, voll. II e III.

Leonhardt F., *c.a. e c.a.p.: calcolo di progetto e tecniche costruttive*. Edizioni Tecniche, Milano, voll. I-III, 1977.

Migliacci A., *Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.*, Masson Italia Ed., Milano, 1977.

Migliacci A., *Progetti di strutture*, Tamburini, Milano, 1968.

Cosenza E. e Greco C., *Il calcolo delle deformazioni nelle strutture in cemento armato*. CUEN, Napoli, 1996.

## Metodi didattici

Nelle lezioni saranno trattate le problematiche generali riguardando le diverse modellazioni o problematiche strutturali (lastre piane, curve, instabilità, etc.), per poi approfondire alcuni temi, in particolare riguardanti le strutture in calcestruzzo armato. Saranno infine mostrati e discussi particolari costruttivi significativi. Nelle lezioni saranno discussi criticamente gli approcci ai vari problemi trattati raccomandati dalle normative nazionali ed internazionali. Le lezioni saranno affiancate da esercitazioni nelle quali saranno mostrati alcuni progetti di strutture e discussi gli aspetti più rilevanti. Saranno tenuti anche alcuni seminari didattici riguardanti temi di particolare approfondimento.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame sarà generalmente orale e volto ad accertare la conoscenza dello studente degli argomenti teorici trattati, nonché la capacità di applicare tali concetti a problemi applicative.

## Strumenti a supporto della didattica

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore

# 41584 - PROGETTO DI CIRCUITI A RADIOFREQUENZA LS

<b>Docente:</b>	MASOTTI DIEGO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza dei principi di funzionamento e delle tecniche di progetto dei circuiti e sottosistemi a radiofrequenza per i moderni sistemi di telecomunicazioni, con particolare riferimento ai sistemi radiomobili. Abilità ad applicare queste tecniche alle metodologie di simulazione e progetto assistiti da elaboratore (CAD).

## Programma / Contenuti

Il front-end ed i suoi blocchi funzionali fondamentali: architetture tipiche dei front-end per ricetrasmittitori portatili.

Circuiti non lineari: serie di Volterra; principali fenomeni non lineari: generazione di frequenze, saturazione, distorsione per intermodulazione, trasferimento di modulazione; tipiche strutture dello spettro.

Metodo del Bilanciamento Armonico: formulazione piecewise e nodale; schema generale del metodo; risoluzione del sistema: metodo di Newton-Raphson.

Funzioni di rete per circuiti non lineari.

Elaborazione non lineare di segnali a modulazione digitale: metodo del Bilanciamento Armonico a fasori tempo-varianti.

Progetto deterministico: dai progetti empirici allo sviluppo del CAD; progetto mediante analisi ripetute; specifiche e maschere; ottimizzazione e relativi algoritmi; progetto a banda stretta e a banda larga.

Progetto statistico: grandezze aleatorie che influiscono sulle prestazioni di un circuito; costo di un circuito realizzato; concetto di resa di produzione; centraggio della resa; progetto statistico mediante ottimizzazione della resa.

Amplificatori ai piccoli segnali: guadagno, stabilità, rumore; CAD.

Amplificatori ai grandi segnali: classi di funzionamento; effetti non lineari; CAD.

Convertitori di frequenza: bilanciati, a reiezione di immagine, a banda laterale soppressa; CAD.

Oscillatori: condizioni di innesco e condizioni di oscillazione; CAD.

Esercitazioni di laboratorio: illustrazione dell'uso di programmi di CAD commerciali; problemi di analisi e progetto risolti mediante programmi commerciali di CAD.

### Testi / Bibliografia

Fotocopie dei lucidi delle lezioni.

George D. Vendelin, Anthony M. Pavio, Ulrich R. Rhode, 'Microwave circuit design using linear and nonlinear techniques', John Wiley & Sons.

Stephen A. Maas, 'Nonlinear microwave circuits', Artech House.

### Metodi didattici

Nelle lezioni vengono trattati i principi di funzionamento dei circuiti non lineari che costituiscono i moderni sottosistemi a radiofrequenza (amplificatori, convertitori di frequenza e oscillatori) con particolare attenzione alle problematiche legate all'utilizzo di simulatori circuitali commerciali per l'analisi e/o il progetto dei suddetti circuiti.

Le esercitazioni di laboratorio sono intese a familiarizzare lo studente con i principali strumenti di CAD attualmente in uso nei laboratori di ricerca e sviluppo dell'industria del settore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orientato ad appurare la comprensione, da parte dello studente, del comportamento non lineare dei moderni circuiti a radiofrequenza.

### Strumenti a supporto della didattica

Per la totalità del corso sono disponibili dispense prodotte dal docente

## 58538 - PROGETTO DI CIRCUITI ANALOGICI L-A (6 CFU)

<b>Docente:</b>	MASETTI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 35035 - PROGETTO DI CIRCUITI ANALOGICI LS

<b>Docente:</b>	GNUDI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso fornisce le conoscenze per la progettazione e l'analisi dei fondamentali blocchi analogici integrati, quali amplificatori operazionali, comparatori, circuiti di sample-and-hold, filtri a condensatori commutati, convertitori A/D e D/A e filtri tempo-continui.

## Programma / Contenuti

- Cenni ai modelli compatti di transistori MOS utilizzati durante le esercitazioni.
- Cenni ai problemi di layout dei circuiti analogici. Problemi di match dei transistori MOS e dei condensatori causati da imperfezioni del processo di fabbricazione e tecniche per contrastarne l'effetto.
- Amplificatori operazionali avanzati. Schemi completamente differenziali, stabilizzazione della tensione di modo comune d'uscita, schemi con reazione in corrente.
- Comparatori e loro parametri caratteristici, tecniche di cancellazione dell'offset e di riduzione dell'iniezione di carica, comparatori a più stadi, comparatori latch.
- Circuiti di sample and hold, tecniche per la compensazione dell'iniezione di carica, analisi di alcuni schemi significativi.
- Generatori di tensione di riferimento a band-gap.
- Filtri a condensatori commutati. Richiami sui segnali tempo-discreti e sulle trasformate  $z$ , integratori ed influenza delle capacità parassite, esempi di filtri del primo e del secondo ordine, rumore nei circuiti a condensatori commutati ed esempi applicativi.
- Filtri tempo-continui. Filtri a transconduttanza e capacità, schemi di transduttori lineari a BJT ed a MOSFET con transistori saturi od in zona triodo, filtri a MOSFET-C a due ed a tre transistori, compensazione della risposta del filtro al variare della temperatura e dei parametri di processo.
- Esercitazioni di progetto di blocchi funzionali tramite strumenti CAD.

## Testi / Bibliografia

1. D.A. JOHNS, K. MARTIN, 'ANALOG INTEGRATED CIRCUIT DESIGN', WILEY 1997

## Metodi didattici

Oltre alle lezioni in aula, il corso prevede esercitazioni nel laboratorio LAB1 del DEIS, saletta workstation, orientate al progetto di blocchi circuitali con strumenti CAD professionali di analisi e sintesi.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Orale, con domande sugli argomenti del corso ed eventuale discussione del progetto svolto.

## Strumenti a supporto della didattica

Vedi sito docente sotto menzionato.

## 44891 - PROGETTO DI PONTI LS

<b>Docente:</b>	MERLI MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Si approfondiranno i problemi relativi alla progettazione delle strutture da ponte, con particolare riferimento alla individuazione dei meccanismi resistenti, alle azioni, ai metodi di calcolo, ai criteri di dimensionamento delle strutture di impalcato, sottostrutture e dispositivi accessori. Saranno redatti elaborati progettuali.

**Programma / Contenuti**

- Criteri di classificazione dei ponti; richiamo di questioni statiche di base; excursus storico sulla realizzazione dei ponti
- Illustrazione della normativa sui ponti e delle azioni agenti; modelli per l'analisi dei fenomeni viscosi
- Teoria delle linee di influenza e della lastra ortotropa
- Le lastre di impalcato (solette in c.a., impalcato metallici a lastra ortotropa)
- Criteri di ripartizione dei carichi negli impalcato (metodo di Courbon-Albenga, metodo di Massonnet, applicazione della teoria delle volte scatolari)
- Criteri di calcolo e dimensionamento delle strutture portanti degli impalcato (travi in c.a.p., travi metalliche con soletta collaborante, travi a cassone, travi reticolari)
- Indagini analitiche sulle strutture ad arco
- Problematica progettuale dei ponti in zona sismica

Il corso è corredato da esercitazioni in cui vengono trattati gli aspetti progettuali e di dimensionamento degli impalcato a travata e delle relative sottostrutture; è previsto lo sviluppo di applicazioni numeriche e grafiche.

**58539 - PROGETTO DI SISTEMI ELETTRONICI L-A (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	GUERRIERI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica 0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

Il modulo analizza i problemi che debbono essere risolti quando si intraprende il progetto di sistemi elettronici realizzati su schede. In particolare, si considerano importanti fattori di tipo fisico, relativi alla dissipazione di calore, elettrico, concernenti la distribuzione di segnale, alimentazione e clock ed infine logico, quando si passi alla scelta dei componenti più opportuni per realizzare tutte quelle funzionalità non convenientemente disponibili nei circuiti integrati commercialmente reperibili.

Elementi del modulo

- La progettazione logica su scheda. Gli FPGA: analisi di architetture significative.
- Linguaggi di progetto hardware applicati a FPGA: il VHDL.
- La realizzazione fisica di sistemi digitali ad elevate prestazioni. Il problema del packaging e la rimozione di calore.
- Gestione del segnale elettrico su package e scheda. Modelli distribuiti e a parametri concentrati di pin e linee di trasmissione su scheda.
- I rimbalzi di segnale e le tecniche per ridurli. La modulazione incrociata del segnale.
- La distribuzione del clock e delle alimentazioni.
- Problemi elettrici relativi al progetto di bus. La metastabilità nei bus asincroni. Esercitazioni Programmazione in VHDL applicata a FPGA Sintesi di FPGA Progetto di schede usando software CAD

**Testi / Bibliografia**

H.B. BAKOGLU CIRCUITS INTERCONNECTIONS AND PACKAGING FOR VLSI ADDISON-WESLEY 1990 S. HALL G. HALL J. MCCALL HIGH-SPEED DIGITAL SYSTEM DESIGN WILEY 2000

Materiale distribuito dal docente.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

- 1) Progetto in VHDL
- 2) Esame orale

## 44893 - PROGETTO DI STRUTTURE DI FONDAZIONE LS

<b>Docente:</b>	BENEDETTI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## 44890 - PROGETTO IN ZONA SISMICA LS

<b>Docente:</b>	CECCOLI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

La materia è molto complessa e il corso si prefigge di fornire:

- (1) gli strumenti essenziali per la corretta progettazione delle strutture in zona sismica;
- (2) le conoscenze fondamentali per la realizzazione di adeguati dettagli costruttivi;
- (3) le necessarie competenze per l'esame critico delle normative vigenti.

Il programma verrà anche modificato in relazione alle richieste degli stessi studenti.

### Programma / Contenuti

Il concetto di progettazione prestazionale (Performance Based Design) e richiami di valutazione della sicurezza.

Elementi di sismologia.

Richiami di dinamica lineare e non lineare.

La duttilità strutturale.

L'input sismico. L'influenza del terreno.

Spettri elastici e spettri di progetto.

La normativa.

Criteri di progettazione.

Progettazione di strutture di calcestruzzo armato.

Progettazione di strutture di acciaio.

Cenni alle strutture di muratura e legno.

Metodi non tradizionali di protezione sismica (isolamento alla base, dissipatori viscosi, elastoplastici, ...).

### Testi / Bibliografia

Chopra, A.K., "Dynamics of Structures. Theory and applications to earthquake engineering." Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995.

Clough, R.W. and Penzien, J., "Dynamics of Structures", 2nd edition - McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series, New York, 1993.

Castellani, A., "Calcolo di strutture in zona sismica", Masson Italia Editori, Milano, 1977.

Paulay, T. and Priestley, M.J.N., "Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings", John Wiley & Sons, New York, 1992.

Hart, G.C. and Wong, K., "Structural Dynamics for Structural Engineers", John Wiley & Sons, New York, 2000.

Soong, T.T. and Dargush, G.F., "Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering", John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, England, 1997.

### Metodi didattici

Lezioni frontali con prevalente impiego della lavagna.

Esercitazioni: esempi ed esercizi di applicazione delle più rilevanti regole normative.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti forniti dal docente.

Fotocopie di documentazioni tecniche.

## 17938 - PROPAGAZIONE L-A

<b>Docente:</b>	BASSI PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo scopo del corso è quello di illustrare i principi della propagazione dei campi elettromagnetici nello spazio per applicarli al dimensionamento di un sistema di trasmissione in spazio libero, dopo aver introdotto, con riferimento a casi semplici, le caratteristiche principali delle antenne.

### Programma / Contenuti

- **Teorie per lo studio dei campi elettromagnetici**
- *Teoria vettoriale*
  - Principi fondamentali. Relazioni costitutive dei mezzi materiali.
  - Teoremi (formulazione nel dominio del tempo) di Poynting e di unicità.
  - Polarizzazione. Grandezze sinusoidali e vettori complessi rappresentativi.
  - Formulazione della teoria in regime armonico. Teoremi di Poynting, di unicità, di equivalenza, di reciprocità.
  - Discontinuità e correnti superficiali. Conduttore elettrico e magnetico perfetto. Principio di dualità.
  - Propagazione in mezzi omogenei: Equazione di Helmholtz.
  - Soluzione dell'equazione di Helmholtz in assenza di sorgenti. Onde piane e loro classificazione.
  - Presenza di discontinuità. Riflessione e rifrazione. Riflessione e rifrazione totale.
  - Mezzi stratificati.
  - Propagazione di fasci di onde piane. Approssimazione parabolica.
- *Teoria scalare*
- *Teoria geometrica*
  - L'equazione dei raggi.
  - Cammino ottico.
  - Riflessione e rifrazione attraverso il principio di Fermat.
  - Limiti all'applicabilità della teoria: ellissoide di Fresnel.
- **Antenne**

Soluzione delle equazioni di Maxwell in presenza di sorgenti. Potenziali vettore e scalare. Metodo della funzione di Green.

Antenne: caratteristiche generali.

L'elemento di corrente. Campo irradiato da un elemento di corrente. Approssimazioni per campo vicino e campo a grande distanza.

Momento equivalente di un'antenna.

Grandezze caratteristiche delle antenne: intensità di radiazione, funzione di radiazione, direttività e guadagno. Area efficace.

Antenne composite e schiere.

- **Dimensionamento di un collegamento**

La formula di Friis.

L'equazione del RADAR.

## Testi / Bibliografia

**Libro di testo** : Paolo Bassi, Lara Scolari, Rossella Zoli, "Propagazione di onde elettromagnetiche", CLUEB 2006, [http://www.clueb.com/servlet/SchedaArticolo?cat\\_id=2645](http://www.clueb.com/servlet/SchedaArticolo?cat_id=2645)

**Altro materiale** : nei siti <http://elearning.ing.unibo.it> e <http://pbassi.deis.unibo.it/>

Avvisi\_agli\_studenti.htm (accesso ristretto agli studenti del corso)

## Metodi didattici

Nelle lezioni vengono illustrati i principi fondamentali alla base della propagazione dei campi elettromagnetici nello spazio e le caratteristiche principali delle antenne utilizzate per trasmettere e ricevere i segnali.

Le esercitazioni (in aula o in laboratorio, tramite uso di software dedicato) servono ad illustrare esempi di applicazione della parte teorica enunciata a lezione. In particolare, lo svolgimento di esercizi dà concretezza ai principi generali traducendoli in applicazioni di interesse pratico.

Alla fine del corso lo studente conoscerà i principi generali dell'elettromagnetismo, le caratteristiche principali dei vari modelli sviluppati per lo studio della propagazione di campi elettromagnetici ed i loro limiti applicativi, in modo tale da poter sempre valutare criticamente sia la scelta del modello più adatto che la precisione dei risultati da esso ottenibili e sarà in grado di applicarli a situazioni concrete.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame si articola in una prova scritta ed in una orale.

La prova scritta consiste in due prove parziali (una a metà e l'altra alla fine del corso) o un'unica prova (alla fine del corso).

Il superamento della prova scritta ammette alla prova orale (immediatamente successiva), che conclude l'esame.

La parte scritta dell'esame tende all'accertamento della capacità acquisita da parte dello studente di applicare i principi generali alla soluzione di problemi concreti.

La parte orale tende a verificare la conoscenza dei principi teorici e la capacità dello studente di discuterli con proprietà di linguaggio.

## Strumenti a supporto della didattica

Pcomputer Computer con software dedicato.

## 17938 - PROPAGAZIONE L-A

<b>Docente:</b>	LIPPARINI ALESSANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Sviluppo di una solida comprensione di carattere scientifico-metodologico dei principi di base che governano la propagazione del campo elettromagnetico sia libera che guidata. Conoscenza dei fenomeni di irradiazione nello spazio libero e di ricezione di segnali radio. Conoscenza delle caratteristiche dei principali mezzi trasmissivi e del loro impiego nei sistemi di telecomunicazione e nei circuiti integrati operanti a frequenze elevate. Capacità di eseguire un dimensionamento di massima di una tratta radio, come di un collegamento su portante fisico.

## Programma / Contenuti

Postulati di definizione del campo elettromagnetico. Sorgenti del campo e utilizzatori. Equazioni di Maxwell nel dominio dei tempi e relazioni costitutive del mezzo. Equazioni della divergenza. Equazioni delle onde. Teoremi di Poynting e di unicità formulati nel dominio dei tempi.

Campi elettromagnetici sinusoidali. Grandezze vettoriali sinusoidali e loro rappresentazione tramite vettori complessi. Polarizzazione. Campo elettromagnetico complesso. Equazioni di Maxwell nel dominio delle frequenze. Equazioni di Helmholtz.

Condizioni di continuità del campo attraverso una superficie di discontinuità dei parametri costitutivi. Correnti superficiali e lineari. Conduttore elettrico perfetto. Teorema di dualità e sue applicazioni: conduttore magnetico perfetto.

Teoremi fondamentali nel dominio delle frequenze. Teorema di Poynting. Teorema di unicità. Cavità risonanti. Teorema di equivalenza. Teoremi di Thévenin e di Norton. Teorema di reciprocità. Reti elettriche reciproche.

Propagazione nei mezzi normali omogenei privi di sorgenti. Costante di propagazione intrinseca. Buon dielettrico e buon conduttore. Onde piane come particolari soluzioni delle equazioni di Helmholtz. Onde piane trasversali elettromagnetiche (TEM) uniformi, onde dissociate e onde evanescenti. Riflessione e rifrazione delle onde piane. Legge di Snell. Riflessione totale. Ottica geometrica.

Integrazione delle equazioni di Maxwell in presenza di sorgenti del campo con l'ausilio dei potenziali vettoriali e scalari. Integrazione dell'equazione di Helmholtz non omogenea con il metodo della funzione di Green. Espressioni generali del campo elettromagnetico. Interpretazione fisica dei potenziali.

Sorgenti elementari. Campo irradiato da un elemento di corrente. Campo vicino e a grande distanza di una sorgente elementare. Sorgente estesa. Momento equivalente. Campo a grande distanza di una sorgente estesa. Grandezze caratteristiche della radiazione: intensità di radiazione, direttività, guadagno e funzione di radiazione. Problema della ricezione. Area efficace. Formula di trasmissione. Progetto di massima di un radiocollegamento.

Propagazione libera e guidata. Strutture cilindriche e modi. Modi trasversali elettromagnetici (TEM).

Rappresentazione circuitale della propagazione TEM in una linea di trasmissione ordinaria: tensione, corrente, capacità, impedenza e ammettenza caratteristiche. Adattamento: impedenza e riflettenza di carico, potenza ceduta al carico. Modi trasversali magnetici (TM) e trasversali elettrici (TE). Effetto di taglio.

## Testi / Bibliografia

Vittorio Rizzoli, 'Lezioni di campi elettromagnetici', Esculapio-Progetto Leonardo, 1998

Vittorio Rizzoli e Alessandro Lipparini, 'Propagazione elettromagnetica guidata', Esculapio-Progetto Leonardo, 2002.

## Metodi didattici

Nelle lezioni vengono sviluppati gli aspetti generali della propagazione del campo elettromagnetico e le metodologie di studio dell'irradiazione e della ricezione di onde radio in spazio libero e della trasmissione di onde guidate. Vengono anche tenute esercitazioni dedicate alla risoluzione di esercizi relativi ad un collegamento sia radio sia su portante fisico e all'analisi delle proprietà specifiche dei principali mezzi trasmissivi.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Colloquio orientato ad appurare la comprensione da parte dello studente dei principi generali della propagazione elettromagnetica e delle metodologie di analisi della trasmissione di onde nello spazio libero e mediante strutture guidanti. Risoluzione di esercizi relativi ad un collegamento radio o su portante fisico.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sono disponibili due testi in cui è sviluppata in dettaglio la materia svolta nel Corso.

**35037 - PROPAGAZIONE LS-A**

<b>Docente:</b>	FALCIASECCA GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Consentire la comprensione dei fenomeni alla base della propagazione libera e guidata delle onde elettromagnetiche e del loro impiego per la realizzazione di sistemi di telecomunicazioni.

Alla fine del corso lo studente sarà in grado di progettare l'aspetto elettromagnetico dei sistemi radio come il GSM la TV digitale ecc.

**Programma / Contenuti**

Introduzione storica. Diverse accezioni di mobilità e loro ottenimento nei diversi sistemi d'area. Propagazione ideale e reale: modalità di propagazione anomale (ionosferica, troposcatter) e analisi delle fonti di differenziazione tra ambiente reale e ideale. Effetto dell'atmosfera, con cenni sulla ottica geometrica. Effetto dell'ellissoide terrestre e della riflessione del terreno. Effetto degli ostacoli con cenni di teoria geometrica della diffrazione e ottica fisica. Applicazione ai ponti radio terrestri e satellitari. Analisi a banda stretta della distribuzione di campo e.m.: formule per il calcolo dell'attenuazione nei sistemi d'area nelle varie situazioni macrocellulari, microcellulari, indoor ecc. Effetto dei cammini multipli a banda stretta. Calcolo della copertura di una cella per il GSM. Calcolo della copertura per sistemi radiotelevisivi. Elementi di compatibilità elettromagnetica nei sistemi d'area: distribuzione e pianificazione delle frequenze sul territorio. Schemi di copertura con antenne direttive. Macrodiversità. Analisi dell'interferenza e dell'efficienza spettrale per sistemi a canalizzazione ortogonale. Impatto ambientale dei sistemi radio sul territorio e sua minimizzazione. Il radar primario: calcoli di potenza e di range. Cenni sui radioaiuti basati sulle proprietà delle antenne.

**Metodi didattici**

Le lezioni vengono svolte con l'ausilio di lavagna luminosa o di presentazioni in Power Point. E' gradita l'interazione con gli studenti tramite domande ed interventi. Nei complementi vengono illustrate le particolarità applicative più rilevanti per i vari argomenti.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una domanda scritta che prevede la risoluzione di un semplice esercizio numerico. Si prosegue poi con la parte orale. Non c'è selezione rigida in base allo scritto ma il risultato di questo condiziona il giudizio finale.

**Strumenti a supporto della didattica**

L'ausilio fondamentale è costituito dalle dispense redatte dal docente che saranno rese disponibili in copisteria di facoltà. Nel sito del docente sono disponibili complementi ed esercizi d'esame.

Nel corso delle lezioni verranno indicati testi ed altro materiale utile per approfondimenti.

**35038 - PROPAGAZIONE LS-B**

<b>Docente:</b>	FALCIASECCA GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire gli elementi per impostare il problema della ottimizzazione dell'uso dello spettro nelle reti di telecomunicazioni radio e radiomobili tenendo conto delle reali caratteristiche dell'ambiente in cui si opera e della situazione interferenziale..

Alla fine del corso lo studente sarà in grado di comprendere come si giunge alla definizione di uno standard radio e di effettuare i relativi progetti.

**Programma / Contenuti**

Canale tempo variante e affetto da cammini multipli: caratterizzazione a banda larga. Statistica del canale radiomobile: la ipotesi Gaussian Wide Sense Stationary Uncorrelated Channel. Esempi in particolare per il GSM. Diversità implicita e ottenuta con tecniche aggiuntive come Frequency Hopping, Interleaving ecc. La sezione r.f. del GSM: descrizione e motivazione delle scelte. Schema architetturale di un sistema GSM.. Tipi di handover e loro gestione. La rappresentazione generale del segnale radio. La progettazione ottimale del sistema radio in base alle specifiche e alle risorse disponibili. Chiave di canale e di informazione. Generalità sul problema della decodifica del contenuto informativo. I codici come chiavi di canale e di informazione. Il CDMA: esempi. Cenno sull'UMTS. Pianificazione per schemi CDMA: efficienza spettrale. Cenni sulla teoria dell'informazione e uso di teorema di Shannon per identificare i limiti ultimi per l'accesso e la codifica. La precisione nel RADAR. Altri sistemi di telerilevamento. Architettura e prestazioni del GPS.

**Testi / Bibliografia**

Vedi Propagazione LS-A

**Metodi didattici**

Vedi Propagazione LS-A

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Vedi Propagazione LS-A

**Strumenti a supporto della didattica**

Vedi Propagazione LS-A

**57977 - PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI L**

<b>Docente:</b>	MOSTACCI DOMIZIANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Approfondimenti delle applicazioni dell'ingegneria delle radiazioni al settore industriale, biologico-biomedico, sanitario, con riferimento anche alle tecniche di misura e alle normative di radioprotezione in vigore.

**Programma / Contenuti**

I. La radioattività; Generalità sui nuclei; Le reazioni nucleari indotte: cinematica della reazione; Q della reazione, reazioni endo ed esotermiche, soglie; sezioni d'urto; Reazioni nucleari spontanee: radioattività;

tipologie di radiazioni e loro origine; decadimento radioattivo: tipi di decadimento e di radiazioni emesse; attività; Leggi del decadimento radioattivo, fluttuazioni statistiche; Famiglie radioattive naturali; II. Interazione delle radiazioni con la materia Modalità di interazione delle particelle con la materia, principali approssimazioni; perdita di energia delle radiazioni, Stopping Power, Range, Straggling; Specificità della radiazione beta, Bremsstrahlung, energia critica, scattering coulombiano multiplo, backscattering; Modalità di interazione tra i fotoni e la materia, effetto fotoelettrico, effetto Compton, produzione di coppie; attenuazione di fasci di fotoni; L'interazione dei neutroni, rallentamento, moderazione, diffusione. III. Fondamenti di dosimetria e misure Dosimetria esterna: apparecchiature per la misura dei campi di radiazioni principali grandezze usate nella dosimetria esterna apparecchiature per la valutazione delle dosi esterne metodi di monitoraggio delle dosi assorbite dall'esterno Elementi di dosimetria interna: contaminazioni interne da sostanze radioattive cinetica e analisi compartimentale principali grandezze usate nella dosimetria interna panoramica sui metodi (MIRD e ICRP) per la determinazione della dose equivalente impegnata, con cenni sui metodi Montecarlo e sui fantocci apparecchiature per la valutazione delle dosi interne metodi di monitoraggio delle dosi assorbite dall'interno IV. Aspetti normativi della Radioprotezione Il D.Lgs. 230/95 s.m.i. (e successive modifiche ed integrazioni); norme amministrative e norme di buona tecnica; aspetti penali. Quantità fisiche di interesse, loro definizione legali e definizioni legali delle loro unità di misura. Principali prescrizioni per la detenzione, l'utilizzo, il trasporto etc. delle sorgenti di radiazione. Limiti di dose per le varie categorie di lavoratori e per le persone del pubblico. V. Aspetti applicativi della Radioprotezione: sorveglianza fisica Utilizzo pratico dei coefficienti di dose per inalazione e per ingestione: valutazione delle dosi interne ed esterne per la sorveglianza fisica di radioprotezione. Calcolo pratico di schermaggi per X e per gamma; criteri di schermaggio per neutroni. Assolvimento pratico degli obblighi inerenti la sorveglianza fisica di radioprotezione.

### Testi / Bibliografia

APPUNTI DEL DOCENTE; M. PELLICIONI: FONDAMENTI FISICI DELLA RADIOPROTEZIONE ED. PITAGORA BOLOGNA 1998; H. CEMBER & H. CEMBER: INTRODUCTION TO HEALTH PHYSICS, 3A EDIZIONE, ED. MCGRAW-HILL PROFESSIONAL 1996

### Metodi didattici

lezioni teoriche, esercitazioni, conferenze di esperti, visite guidate.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove in itinere. Esame orale. Lo studente dovrà dimostrare di aver ben compreso i principi fondamentali trattati e dovrà saperli applicare a semplici problemi pratici.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi, videoproiettore, conferenze

## 54957 - PROTOCOLLI DI GESTIONE DEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA LS

<b>Docente:</b>	MORO DAVIDE
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo scopo del corso è di avviare gli studenti alle problematiche di gestione e controllo dei motori a combustione interna. La prima parte del corso è rivolta allo sviluppo di un codice zerodimensionale per la determinazione

delle principali grandezze termodinamiche nei principali volumi rappresentativi del motore e alla sua sintesi in un codice in tempo reale ai valori medi.

Quindi nella seconda parte del corso verranno presentate una serie di strategie di controlli presenti nella centralina di un motore ad accensione comandata (controllo lambda in stazionario e transitorio, cruise control, controllo del minimo, ecc....).

## Programma / Contenuti

La modellizzazione del comportamento ciclico del motore. Schema di riferimento e elementi principali.

Obiettivo del modello: ottenere gli andamenti delle principali grandezze motoristiche in funzione dell'angolo di manovella nell'ambito del ciclo motore. Suddivisione del motore in volumi e connessioni. Gli strumenti fisici per la modellizzazione: il bilancio di massa e il bilancio di energia per un generico volume; la determinazione della portata tra due generici volumi. Il bilancio di massa in condizioni non stazionarie. Il bilancio dell'energia in condizioni non stazionarie.

Necessità di realizzare la simulazione nel dominio angolare e non temporale: effetto della velocità di rotazione e semplicità per il controllo della fasatura delle valvole e della fase di combustione

La trasformazione del bilancio di massa dal dominio dei tempi continui a quello dei tempi discreti (esigenza della simulazione sul computer). Passaggio dal dominio del tempo a quello angolare (angoli di manovella).

La modellizzazione della fase di combustione mediante il modello di rilascio del calore di Wiebe. La modellizzazione degli scambi di calore alle pareti mediante il modello di Annan. Considerazioni per adattare il modello al dominio angolare discreto. La determinazione della portata in massa tra due volumi. Caso del corpo farfallato: determinazione della relazione analitica e sua implementazione nel modello. Considerazioni per definire la direzione del flusso e presenza del blocco sonico. Modifiche alla modellizzazione per evitare le oscillazioni di pressione a causa di problemi numerici.

Modello di simulazione motore a quattro cilindri: presentazione del modello e simulazione in condizioni stazionarie a farfalla aperta.

Simulazione di un transitorio di farfalla nel motore a benzina

La mappatura di un motore a benzina. Simulazioni in stazionario sul campo di funzionamento farfalla - velocità del motore.

Introduzione ai sistemi alfa-N, speed-density per la determinazione della massa d'aria realmente intrappolata nei singoli cilindri attraverso, rispettivamente, la mappatura dei rendimenti volumetrici assoluto e relativo.

L'esportazione della mappatura dei rendimenti volumetrici relativi ed assoluti dal motore di sviluppo sugli n motori simili: esigenze del controllo fine in retroazione sul titolo. La sonda lambda, sua architettura e funzionamento. I diversi tipi di sonde: EGO, HEGO e UEGO. Metodologie di determinazione sperimentale della mappatura dei rendimenti volumetrici assoluto e relativo.

Ottenimento delle mappature del motore ad accensione comandata in simulazione: andamento della pressione nel collettore d'aspirazione, della coppia indicata, del rendimento volumetrico relativo ed assoluto in funzione della velocità di rotazione e della posizione della farfalla.

Analisi delle mappature ricavate e loro interpretazione fisica.

Il ruolo della sonda lambda sul controllo del titolo della miscela aria benzina. Analisi della formazione della miscela: posizione angolare per il calcolo della durata d'iniezione in centralina, posizionamento della fase di iniezione nel ciclo, fase di aspirazione della miscela.

Legame tra la miscela intrappolata nel cilindro e i gas di scarico che lambiscono la sonda lambda: diluizione e trasporto dell'informazione del rapporto di miscela.

Sviluppo di un simulatore per analizzare il contributo della sonda lambda in condizioni stazionarie in ambiente Simulink.

Il ruolo della sonda lambda nel controllo del titolo: architettura del controllo ed analisi della prestazione del sistema in presenza di un errore sistematico della centralina del titolo in condizioni stazionarie.

- Il ruolo del film fluido nella fase di iniezione in un motore a benzina. Il modello di Aquino e determinazione delle equazioni che lo descrivono. L'algoritmo per la compensazione del fenomeno del film fluido.
- Implementazione del modello in simulink e simulazioni per la comprensione fisica del fenomeno.
- Il problema del controllo del titolo in condizioni transitorie. Sviluppo di un simulatore ai valori medi del comportamento della dinamica dell'aria in un motore a benzina.
- Integrazione del modello con il modello del controllo effettuato dalla sonda lambda: esempi di transitori di apertura e chiusura farfalla per comprendere la fisica del fenomeno.
- Il cruise control: la dinamica semplificata del motopropulsore e sviluppo del controllo della velocità di crociera.
- Il controllo del minimo: sistemi con intervento solo sulla parte aria e sistemi misti aria/anticipo. Sviluppo del modello in Simulink e simulazioni.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale

### Strumenti a supporto della didattica

Per una parte degli argomenti trattati saranno distribuite delle dispense.

Inoltre verranno distribuite le procedure in ambiente matlab e simulink dei codici presentati a lezione.

## 35075 - QUALITÀ DELL'ENERGIA ELETTRICA I

<b>Docente:</b>	MAZZANTI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo del corso è **fornire gli elementi di base per lo studio e l'analisi dei problemi relativi alla Qualità dell'Energia Elettrica (QdE)**, che sono di crescente rilievo ed attualità, anche a seguito della Liberalizzazione del Mercato dell'Energia Elettrica nel nostro Paese.

Vi sono diversi soggetti ed attori coinvolti nelle problematiche relative alla QdE, ovvero:

- a) **gli enti distributori dell'energia elettrica**, che per soddisfare i clienti devono garantire una QdE adeguata alle loro esigenze;
- b) **gli utenti finali** (industrie, consorzi, privati), potenzialmente danneggiati da una scarsa QdE;
- c) **gli enti regolatori** del Mercato Elettrico (AEEG) ed emanatori di normative tecniche (CEI, CENELEC, IEC), che hanno il compito di stabilire le regole relative ai livelli minimi di QdE **per le diverse applicazioni, e gli accorgimenti di buona tecnica necessari per conseguirli;**
- d) **i produttori di apparecchiature elettriche, che devono soddisfare le prescrizioni normative relative a emissione, immunità e compatibilità dei dispositivi elettrici.**

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consenta loro di conoscere ed affrontare le problematiche relative alla QdE, viste nell'ottica dei diversi attori precedentemente individuati.

In particolare, verranno analizzati i più comuni disturbi che penalizzano la QdE, esaminandone le cause più comuni e gli accorgimenti tecnici atti a limitarne gli effetti.

Agli studenti verranno inoltre forniti gli elementi per l'analisi dei guasti (frequente causa delle interruzioni e, in genere, di eventi avversi alla QdE) di componenti e sistemi riparabili e non riparabili, mediante i concetti di Affidabilità, Disponibilità ed Indisponibilità, integrati con applicazioni pratiche ai comuni sistemi di distribuzione dell'energia elettrica di tipo radiale.

Particolare rilievo assumeranno anche l'analisi delle principali disposizioni normative e regolatorie che si occupano di QdE, ovvero le delibere dell'AEEG e le norme tecniche CEI EN 50 160 e CEI EN 61000-2-4.

**Programma / Contenuti**

- 1) Disturbi alla Qualità dell'Energia Elettrica (QdE):
  - i) interruzioni;
  - ii) buchi di tensione;
  - iii) transitori;
  - iv) armoniche (trattazione teorica, filtri passivi, cenni ai filtri attivi);
  - v) flicker (forni ad arco, flickermetro, SVC).
- 2) analisi dei guasti di componenti e sistemi non riparabili e riparabili:
  - Affidabilità;
  - Disponibilità;
  - Indisponibilità;
  - catene di Markov;
  - analisi combinatoria;
  - applicazioni pratiche ai comuni sistemi di distribuzione dell'energia elettrica di tipo radiale.
- 3) Analisi delle principali disposizioni normative e regolatorie che si occupano di QdE (delibere dell'AEEG e norme tecniche CEI EN 50 160 e CEI EN 61000-2-4).
- 4) Generalità sul Mercato dell'Energia Elettrica.
- 5) Esercitazioni in aula e/o in laboratorio.

**Testi / Bibliografia**

Per un approfondimento di alcuni argomenti trattati nel corso si rimanda a:

- 1) C.Sankaran, "Power Quality", CRC Press, Boca Raton, 2002.
- 2) R.C.Dugan, M.F.McGranagh, H.W. Beaty, "Electrical Power Systems Quality", McGraw Hill, New York, 1996.
- 3) G.T.Heydt, "Electrical Power Quality", Stars in a Circle, Indiana, 1991.
- 4) M.H.J. Bollen, "Understanding Power Quality Problems", IEEE Press, New York, 2000.

**Metodi didattici**

- Lezioni teoriche in aula
- Esercitazioni in aula e/o in laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale (due domande sul programma a scelta del docente)

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense del corso fornite dal Docente

**44823 - QUALITÀ E CERTIFICAZIONE NELL'INDUSTRIA DI PROCESSO LS**

<b>Docente:</b>	SPADONI GIGLIOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

1.conoscere i fondamenti dei sistemi di gestione di QUALITÀ, AMBIENTE e SICUREZZA attraverso i principi generali delle certificazioni di riferimento secondo la VISION 2000, la serie ISO14000, il regolamento EMAS, la serie Ohsas 18000); 2.Approfondire alcune norme tecniche di particolare interesse per l'industria di processo (Pressure Equipment Directive, Safety Integrity Levels). 3)Testare le nozioni acquisite attraverso riflessioni ed approfondimenti su casi di studio.

**Programma / Contenuti**

Introduzione: il quadro delle norme per la certificazione di qualità, i sistemi di gestione sicurezza, qualità e ambiente.

Norme tecniche e loro validità: generalità e specificità delle norme trattate.

Sistema per la Qualità: obiettivi, definizioni di base, procedura dalle norme tecniche di riferimento.

Sistemi di gestione Ambientale e di Sicurezza: obiettivi, normative di riferimento, contenuti di massima, applicazioni con riferimento a SGS per incidenti rilevanti e per ambienti di lavoro, SGA per stabilimenti produttivi e servizi.

Casi di studio..... Sistema Integrato qualità, sicurezza, ambiente . Le certificazioni.

Pressure Equipment Directive: principi generali e campo di applicazione. Attrezzature soggette: esempi.

Recepimento italiano. Conformità e comitato "attrezzature a pressione. Attrezzature a pressione:

classificazione e tabelle di valutazione della conformità. Aspetti di progettazione e fabbricazione. Safety

Integrity Levels: sistemi di sicurezza per gli impianti di processo: caratteristiche funzionali dei dispositivi elettrici/elettronici. Classificazione di sicurezza e criteri di modifica.

**Testi / Bibliografia**

Vedi norme tecniche e norme di legge citate.

**Metodi didattici**

Lezioni teoriche in aula. Presentazione di casi di studio attraverso seminari specifici.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento consiste in un breve colloquio orale sui temi esposti a lezione.

**Strumenti a supporto della didattica**

Copie di lucidi fornite dal docente.

**45257 - RADIOPROTEZIONE LS**

<b>Docente:</b>	SUMINI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire elementi avanzati tali da consentire agli studenti di affrontare le problematiche radioprotezionistiche derivanti dalle applicazioni delle tecnologie nucleari

**Programma / Contenuti**

- radioattività e processi di decadimento
- ionizzazione
- trasmutazioni indotte da neutroni
- irraggiamento
- problemi di attivazione
- fissione
- generazione e scattering di raggi X e gamma, sorgenti
- attenuazione
- schermi
- effetti delle radiazioni ionizzanti
- unità di misura
- efficacia biologica
- fenomeni a soglia

- dose e dose/rate
- monitoraggio delle radiazioni
- tecniche di decontaminazione
- gestione dei materiali radioattivi
- valutazione dell'impatto ambientale di inquinanti radioattivi

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

esame scritto e orale

#### Strumenti a supporto della didattica

dispense del docente

## 44818 - REATTORISTICA CHIMICA LS

<b>Docente:</b>	CAMERA RODA GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

**Analisi cinetica:** determinazione dei parametri cinetici che determinano la velocità di reazione.

**Progettazione di reattori chimici.**

**Capacità di analisi del funzionamento di reattori.**

**Scelta del tipo di reattore ed ottimizzazione dello stesso.**

#### Programma / Contenuti

Definizione di **velocità di reazione** e di altre grandezze correlate.

**Reattori ideali:** richiami sui modelli fluidodinamica e sui bilanci di materia, di energia e di quantità di moto.

Reattori isotermitici ed adiabatici. Cenni sui metodi di integrazione numerica delle equazioni di bilancio.

**Analisi cinetica.** Metodo integrale e differenziale. L'effetto della temperatura sulla costante cinetica. Il problema della regressione di dati sperimentali.

**Reattore batch.** Ottimizzazione della produttività.

**Reattore PFR.** Profili di composizione, temperature e pressione lungo il reattore. Calcolo del volume del reattore.

**Reattore CSTR.** Minimizzazione del volume totale per un numero definito di CSTR in serie. Determinazione della temperatura di funzionamento.

**Confronto tra reattore batch, reattore PFR e reattore CSTR** in base al volume di reazione, alla produttività, alle condizioni operative ed ad altri criteri.

Valutazione della **variazione di densità** per reazioni in fase gassosa.

Definizione di **conversione, resa e selettività**. Scelta della configurazione ottimale del sistema reagente nel caso di reazioni parallele e consecutive. Analisi della migliore soluzione per alcuni schemi di reazione più complessi. Influenza della temperatura.

Effetto della temperatura, della pressione e della presenza di inerti sulla resa di **reazioni reversibili**.

Individuazione del percorso ottimale di reazione per reazioni reversibili.

**Reattori con ricircolo.** Il caso di ricircolo con semplice partitore o con separazione dei reagenti dai prodotti.

Individuazione del rapporto di ricircolo ottimale per alcuni casi. Reazioni autocatalitiche.

**Reazioni catalitiche eterogenee:** definizione del fattore di efficienza per catalizzatori porosi e discussione del suo significato ed utilizzo.

Breve analisi sulle cause di **deviazione** dei reattori dal comportamento ideale.

Diversi **esempi** e casi riguardanti gli argomenti trattati vengono presentati durante il corso.

### Testi / Bibliografia

J.M.Smith, *Chemical Engineering Kinetics*, 2nd edition, McGraw Hill, 1970.

G.F.Froment e K.B.Bischoff, *Chemical Reactor Analysis and Design*, John Wiley and Sons, New York, 1979.

O.Levenspiel, *Ingegneria delle reazioni chimiche*, Casa editrice ambrosiana, Milano, 1978. (This the italian translation of the original English version of this book).

K.G.Denbigh e J.C.R.Turner, *Teoria dei reattori chimici, Principi generali*, Etas Libri, Milano, 1978. (This the italian translation of the original English version of this book).

### Metodi didattici

Illustrazione dell'applicazione pratica dei metodi di progetto e di analisi presentati per via teorica.

Verranno presentati numerosi esempi di soluzione di tipici problemi di reattoristica anche attraverso l'utilizzo del calcolatore.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale. Il candidato durante la prova dovrà dimostrare, rispondendo alle domande rivolte, il grado di conoscenza nel settore e la capacità di affrontare problematiche riguardanti gli argomenti affrontati durante il corso. Verrà anche valutata la correttezza e l'organizzazione della presentazione che il candidato saprà fornire nell'illustrare le tematiche trattate durante la prova.

Nella prova orale la valutazione potranno essere prese in considerazione, su indicazione del candidato, anche i risultati di prove scritte "parziali" che saranno tenute durante il periodo di svolgimento dell'insegnamento e di relazioni prodotte su argomenti trattati nel corso.

### Strumenti a supporto della didattica

--

## 11375 - RECUPERO E CONSERVAZIONE DEGLI EDIFICI

<b>Docente:</b>	BOIARDI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

## 17442 - RECUPERO E CONSERVAZIONE DEGLI EDIFICI L

<b>Docente:</b>	GALLI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Programma / Contenuti

**PROGRAMMA DEL CORSO** La finalità del Corso è di fornire gli strumenti concettuali ed operativi per la progettazione tecnologica del recupero nell'ambito di un inquadramento storico-culturale, normativo e legislativo in cui si è sviluppata la disciplina al fine di esplicitare il momento tecnico del progetto e l'esecutività del medesimo in un'ottica di sintesi con le diverse componenti dell'architettura. Nello specifico il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: 1. Introduzione sulle problematiche del recupero e della

manutenzione. Definizioni di restauro, recupero, manutenzione, conservazione, ripristino, ristrutturazione. Dalla questione del metodo dell'intervento sul costruito nel '700, dalle origini della manualistica del settore alla elaborazione di una teoria del restauro. Dal restauro dei monumenti archeologici al recupero e manutenzione dei centri storici e alla riqualificazione delle zone di più recente edificazione soggette a degrado fisico, tecnologico, funzionale. 2. Fondamenti storici e riferimenti teorici della tecnologia del restauro. Le origini della manualistica del recupero (Gallacini, Masi, Valadier, Zabaglia .....). I restauri archeologici durante il neoclassicismo. Violet le Duc e il progetto di restauro come scienza. Sviluppo della manualistica PER il recupero nella Francia del secondo '800. Il filologismo da Boito a Giovanni, il ritorno al metodo e classificazione dei tipi di restauro. I manuali del consolidamento. Il restauro critico e conservativo. Carte del restauro e l'uso dei materiali industriali. Carta di Gubbio ed il recupero dei centri storici. Attuali orientamenti della manualistica del recupero. 3. Elementi di progettazione; lettura, tecnologia, progetto. - Richiami di analisi morfologica e tipologica del contesto costruito e dell'organismo edilizio. - Differenti concezioni costruttive degli organismi edilizi storici e di sistemi edilizi industriali. Logica del materiale e logica della produzione. Rapporti fra analisi sistemica e analisi tipologica di tipo strutturale. - La conoscenza scientifica dell'edificio. Metodologia per il rilievo sistematico dell'organizzazione costruttiva, tecniche di rappresentazione storiche e in relazione alle diverse componenti funzionale, costruttiva, formale e ambientale. - Analisi del degrado e dello stato di conservazione Patologia edilizia, diagnosi e terapia. Cause del degrado e sue manifestazioni. Interazione terreno-sistema costruttivo, interazione fattori ambientali - organismo edilizio, interazione sistema costruttivo-organismo edilizio. Il rilievo sistematico dei tipi di degrado e tecniche di rappresentazione. - Il progetto di miglioramento e/o adeguamento Il progetto di intervento in un'ottica coerente e finalizzata al processo storico-costruttivo dell'organismo edilizio: miglioramento e non sempre adeguamento. Teoria delle prestazioni applicate al recupero: valutazione del potenziale tecnologico e funzionale. - Classificazione degli interventi: intervento circoscritto, intervento complessivo; interventi di conservazione, di integrazione (rigenerazione, completamento), di sostituzione (ripristino, rivisitazione). - Requisiti di compatibilità, reversibilità, riconoscibilità e minimo intervento. Criteri per la determinazione delle tecniche compatibili. 4. Tecniche di recupero. - Interventi sull'ossatura portante dell'organismo edilizio. Metodologie e tecniche di consolidamento delle ossature murarie e delle fondazioni in rapporto alle cause generatrici il degrado. Restauro e consolidamento delle ossature lignee: tecnologia del materiale, tecniche storiche e tecniche innovative. - Interventi sull'involucro dell'organismo edilizio. - Umidità. Teoria generale, analisi, strumenti e tecniche per il risanamento. - L'intonaco. Differenti tipi di intonaco, antiche tecniche, tecniche di ripristino localizzate o globali. Il riuso delle calce naturali. - I materiali lapidei. Tecniche di fissaggio, di protezione, conservazione, consolidamento. I formulati chimici e loro classificazione in rapporto allo specifico utilizzo e alle prestazioni fornite. 5. Esercitazioni. Le esercitazioni consistono nell'analisi costruttiva, del degrado e rilievo di un edificio storico. Nello specifico verrà esaminato il complesso di S. Domenico in Cesena. 6. Seminari. Durante il corso verranno svolti seminari di studio tematici con la collaborazione di figure professionali altamente specializzate e saranno effettuate visite a cantieri di particolari rilevanza.

### Testi / Bibliografia

C. Galli, "Tecnologia e progetto nel recupero. Manuali storici e nuovi profili", Ed. Kappa, Roma 1997. C. Ceschi, "Teoria e storia del restauro", Ed. Bulzoni, Roma 1970. C. Galli, "Precorsi storici e normativi delle vigenti leggi sul recupero", in *Presenza Tecnica*, n.6 dicembre 1986. L.Caleca, A. De vecchi, "Tecnologie di consolidamento delle strutture murarie" Ed. Flaccovio, Palermo 1983. I. P. Rocchi, "Manuale del consolidamento", Ed. DEI, Roma 1991. Massari, G. Massari, "Risanamento igienico dei locali umidi", Ed. Hoepli, Milano 1981. L. Lazzarini, M. Laurenzi Tabasso, "Il restauro della pietra", Ed. CEDAM, Padova, 1986. G. Carbonara, "Atlante di restauro architettonico", U.T.E.T. Torino 2004. Gli argomenti trattati nel corso delle lezioni sono tracciati nelle dispense depositate presso la segreteria

## 44824 - REOLOGIA LS

<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Mutuato da:</b>	29199 - RHEOLOGY M (vedi p. 909)

## 09362 - RESTAURO ARCHITETTONICO

<b>Docente:</b>	GALLI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

**Programma / Contenuti****1.1) Obiettivi**

Obiettivo del corso è fornire gli strumenti concettuali utili all'elaborazione del progetto di restauro, quale momento di dialogo e sintesi interdisciplinare, in cui convergono giudizio storico-critico e capacità tecnico-scientifiche. Tale obiettivo viene perseguito fornendo un panorama generale della storia del restauro e un quadro teorico di riferimento della disciplina; illustrando ed educando alla comprensione delle specificità architettoniche, tecniche, costruttive e culturali degli edifici; delineando gli strumenti essenziali per un corretto approccio progettuale ed operativo sull'edilizia storica (tecniche di rilievo, d'indagine storica e costruttiva, lettura cronologica, lettura e diagnosi dei fenomeni di degrado e dissesto, metodi di intervento conservativo, cenni di normativa).

**1.2) Didattica**

La didattica si articola in lezioni ex-cathedra e in esercitazioni pratiche e puntuali verifiche periodiche.

**1.2.1) Argomenti delle lezioni:**

1. Problemi generali: definizioni, terminologia di base, campi di applicazione, finalità del restauro (come atto culturale per la salvaguardia dei valori storico-artistici del manufatto e per facilitarne la lettura), tutela e valorizzazione.
2. Fondamenti teorici e storici del restauro. Gli attuali sviluppi concettuali e metodologici.
3. Rapporto fra restauro e discipline specialistiche ad esso collegate.
4. Rapporto fra scelte tecniche e rispetto storico del monumento.
5. Caratteristiche costruttive dell'edilizia storica: i materiali tradizionali, gli apparecchi murari, le strutture lignee, gli impianti, le finiture, ecc.
6. Degrado delle strutture e dei materiali: cause e processi; tecniche d'intervento.
7. I materiali moderni e il restauro.
8. Il programma di conservazione; il progetto di restauro.
9. Norme generali per il restauro dei monumenti; legislazione e carte del restauro.

**1.2.2) Esercitazioni**

Le esercitazioni sono articolate in due momenti. Nel primo, introduttivo, sono forniti gli strumenti tecnici necessari per lo sviluppo del progetto, che sarà trattato durante il "Laboratorio progettuale di restauro architettonico". Nel secondo, più squisitamente tecnico-operativo, verrà esercitata un'azione di supporto alla elaborazione ed alla verifica del progetto. In specie, nella prima fase saranno affrontati i temi della conoscenza del monumento finalizzata al restauro, del rilievo, nel duplice aspetto di rilevamento e restituzione grafica, delle indagini tematiche, (studio della geometria e delle dimensioni, studio modulare e proporzionale, metrologico, indagine sull'apparecchiatura muraria, analisi comparativa, indagine costruttiva) del degrado e del progetto di restauro declinato nella sua istanza conservativa.

**Testi / Bibliografia**

Per lo studio del monumento architettonico:

- G. CARBONARA: "Restauro dei monumenti. Guida agli elaborati grafici", Napoli, Liguori, 1990;
- D. FIORANI: "Restauro Architettonico e strumento informatico. Guida agli elaborati grafici", Napoli, Liguori, 2004.

Per un inquadramento teorico della disciplina:

- C. BRANDI, "Teoria del restauro", Giulio Einaudi Ed., Torino 1977.
- G. CARBONARA: "Avvicinamento al restauro. Teoria, storia, monumenti", Napoli, Liguori, 1997;
- B. PAOLO TORSELLO: "Che cos'è il restauro? Nove studiosi a confronto", Venezia, Marsilio, 2005

Per un profilo storico generale:

- C. CESCHI, "Teoria e storia del restauro", Bulzoni, 1970.
- M. P. SETTE: "Profilo storico" in "Trattato di restauro architettonico", a cura di G. Carbonara, Torino, UTET, 1996, vol. I, pp. 109 - 299;

Per il degrado e le tecniche di intervento:

- G. TORRACA, "Lezioni di scienza e tecnologia dei materiali per il restauro dei monumenti", Roma, Scuola di Specializzazione in restauro dei monumenti, 2002;
- M. L. TABASSO, "Il restauro della pietra", Padova, CEDAM, 1986;
- B. PAOLO TORSELLO, P. MUSSO: "Tecniche di restauro", Torino, UTET, 2003;
- G. CARBONARA, (diretto da), "Atlante di Restauro Architettonico", Torino, UTET, 2004;
- S. MASTRODICASA, "Dissesti statici delle strutture edilizie : diagnosi, consolidamento, istituzioni teoriche, applicazioni pratiche", Milano, Hoepli, 1993.

Per un orientamento utile alle esercitazioni:

- L. MARINO, "Indicazioni per un progetto di restauro", Firenze, Alinea, 2006.
- D. FIORANI: "Restauro Architettonico e strumento informatico. Guida agli elaborati grafici", Napoli, Liguori, 2004.

Per ogni tema considerato e per approfondimenti:

- G. CARBONARA, "Trattato di Restauro Architettonico", Torino, UTET, 1996-2001;
- B. PAOLO TORSELLO, P. MUSSO: "Tecniche di restauro", Torino, UTET, 2003;
- G. CARBONARA, (diretto da), "Atlante di Restauro Architettonico", Torino, UTET, 2004;
- riviste del settore ( ANAGKH, Arkos, Art e Dossier, Bollettino d'Arte, Bollettino del Centro di Studi per la storia dell'architettura, Bollettino Ingegneri, Critica d'Arte, I Beni Culturali, Kermes, Materiali e strutture, Monumentum, Paesaggio Urbano, Palladio, Il progetto di restauro, Recuperare, Recupero & Conservazione, Recuperare l'Edilizia, Restauro, Restauro e Città, Ricerche di Storia dell'Arte, Storia architettura, Superfici, TeMa)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dei risultati raggiunti dagli studenti sarà condotta:

- durante il corso, mediante verifiche parziali sugli argomenti trattati a lezione e nella bibliografia di base;
- a fine corso mediante la discussione del progetto conclusivo, il cui svolgimento sarà stato materia di continua revisione durante le esercitazioni e il Laboratorio Progettuale.

Per coloro che non abbiano eseguito le verifiche parziali durante il corso, si rende necessario superare una prova scritta individuale in cui saranno discussi i nodi critici e tecnici della disciplina, per accedere, poi, alla presentazione del progetto.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono a disposizione degli studenti, per l'aiuto all'esecuzione del rilevamento geometrico, **n.4 distanziometri laser "Leica DISTO"** di facile uso e gestione, che possono essere richiesti in prestito ai titolari del "Laboratorio progettuale" previa presentazione di fotocopia di documento di riconoscimento.

Sono anche disponibili **cordelle metriche** di diversa lunghezza (20-50 m).

Inoltre durante le esercitazioni e le revisioni, per agevolare gli studenti, potrà essere utilizzata l'**aula 0.4**, nei modi e nelle forme da concordare compatibilmente con gli altri corsi. Tale aula sarà comunque sempre a disposizione negli orari destinati al "Laboratorio Progettuale di restauro architettonico".

## 41518 - RETI DI CALCOLATORI I

<b>Docente:</b>	SCALAS MARIA RITA
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

I temi affrontati nel corso riguarderanno Internet e le tecnologie Web. Il fine che il corso si propone è di introdurre le principali tematiche legate allo sviluppo della rete e dei servizi in rete. Particolare accento verrà messo sui protocolli e sui linguaggi legati allo sviluppo di applicazioni statiche e dinamiche.

### Programma / Contenuti

- 1) Lo sviluppo di Internet e le principali nozioni che permettono di capire come funziona e quali sono le principali applicazioni.
- 2) Introduzione al World Wide Web, browser e server web, protocolli HTTP e HTTPS.
- 3) Quali sono gli strumenti per creare pagine Web. Elementi di:  
HTML,  
CSS,  
Javascript,  
per lo sviluppo di semplici applicazioni.
- 3) Principali nozioni di XML.
- 4) Discussione di progetti che gli studenti potranno realizzare in gruppi.

### Testi / Bibliografia

I testi verranno suggeriti all'inizio del corso.

Saranno disponibili anche i lucidi presentati in aula con il portatile.

### Metodi didattici

La prima parte delle lezioni sarà tradizionale con l'ausilio del portatile, la seconda parte coinvolgerà gli studenti che dovranno scegliere e discutere progetti autonomi di singoli o di piccoli gruppi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La procedura d'esame consisterà nella presentazione e discussione dei progetti realizzati dagli studenti, con anche alcune domande orali di livello più teorico sugli argomenti del corso.

Gli argomenti dei progetti potranno poi essere ulteriormente sviluppati dagli studenti che lo desiderano, per poter essere successivamente presentati come tesi di laurea.

## 17931 - RETI DI CALCOLATORI L-A

<b>Docente:</b>	CORRADI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica 0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Si raccomanda agli studenti il prerequisito di una buona conoscenza degli elementi e degli strumenti operativi sia dei sistemi WinXX sia dei sistemi UNIX.

*Si assume la conoscenza degli elementi di Sistemi Operativi.*

Il corso affronta alcuni dei temi connessi con i sistemi in rete, delineando le più comuni soluzioni con l'obiettivo di acquisire conoscenza delle strategie, di analizzare i problemi, e di fornire una buona conoscenza operativa di strumenti e progetti.

**Programma / Contenuti****1. Generalità e Concetti di Base Generalità dei sistemi distribuiti**

- inquadramento generale e definizioni di base
- sistemi distribuiti decentralizzati ed eterogenei
- necessità di standardizzazione delle soluzioni (ISO/OSI ed Internet)

Si presentano alcuni modelli caratteristici, come

- modelli a memoria condivisa ed a scambio di messaggi
- modello di interazione cliente/servitore
- affidabilità dei sistemi e modelli di guasto
- modelli di connessione, di replicazione, ecc.

**2. Ambienti Standard**

Standardizzazione

Organizzazione a livelli ISO OSI

- livello di trasporto e di rete
- livelli applicativi: sessione, presentazione, e applicazione

Alcune applicazioni standard distribuite

**3. Protocolli TCP/IP TCP/IP e protocolli**

I protocolli della suite TCP/IP: livelli di rete e di trasporto

Applicazioni comuni per:

- servizi sincroni: terminale remoto virtuale, trasferimento di file,
- servizi asincroni: mail, news, e altri

Alcuni strumenti a larga diffusione in ambiente UNIX e Windows ai diversi livelli

**4. Alcuni strumenti di riferimento**

Socket e relative primitive Socket in C (per UNIX) e in Java

Esempi di interazione in sistemi UNIX e collegamenti con TCP/IP

Alcune applicazioni cliente servitore

Chiamate di Procedura Remota o RPC

RMI, operazioni remote in Java

**5. Sistemi Operativi Distribuiti e servizi**

Sistemi operativi distribuiti

Naming delle risorse

Granularità dei processi e loro interazione

Gestione delle risorse

File system

Alcuni problemi e possibili soluzioni

Sistemi di nomi e DNS

Soluzioni per evitare congestione ed evoluzione dei protocolli.

**Testi / Bibliografia**

G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg: 'Distributed Systems: concepts and Design', quarta edizione, Addison-Wesley, 2005.

M.L. Liu: 'Distributed Computing', Addison-Wesley, 2003.

J.F. Kurose, K.W. Ross: 'Internet e Reti', McGraw-Hill, 2001 (tradotto nel 2001 da 'Computer Networking: a Top-Down Approach Featuring the Internet', 2001).

A.S. Tanenbaum: 'Computer Networks', Prentice-Hall, 1988 (tradotto in 'Reti di Calcolatori', Jackson).

D. Reilly, M. Reilly: 'Java Network Programming and Distributed Computing', Addison-Wesley, 2002.

**Metodi didattici**

Le esercitazioni durante il corso sono svolte con la stessa modalità del progetto finale

*Lo studente è responsabile delle proprie risorse di calcolo e del materiale che ha a disposizione per lo svolgimento delle prove: in particolare si richiede la consegna preliminare durante le esercitazioni degli schemi di programma (template di soluzione) come base per il lavoro sui singoli sottoprogetti.**Qualunque tentativo di copiare verrà perseguito e punito.*URL: [lia.deis.unibo.it/Courses/RetiLA](http://lia.deis.unibo.it/Courses/RetiLA)**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Gli esami consistono di

- una prova scritta preliminare svolta come un progetto in laboratorio con tempo limitato e qualunque materiale di supporto
- una prova orale successiva

La consegna dei template di progetto è preliminare alla prima prova.

**Strumenti a supporto della didattica**

In aula si usano lucidi e discussioni di piccoli progetti.

Sito web del corso ad URL: [lia.deis.unibo.it/Courses/RetiLA](http://lia.deis.unibo.it/Courses/RetiLA)*In laboratorio sono presenti strumenti di sviluppo e di supporto alla esecuzione dei progetti.*

Gli studenti sono invitati a familiarizzare con questi o altri strumenti di uso personale.

**41575 - RETI DI CALCOLATORI LS****Docente:**

CORRADI ANTONIO

**Corso di Laurea:**

0234 - Ingegneria informatica

0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni

0233 - Ingegneria elettronica

**Ciclo:**

2

**Crediti:**

6

## Conoscenze e abilità da conseguire

*Il corso assume una buona conoscenza dei sistemi in rete e dei sistemi distribuiti, oltre che dei più comuni protocolli di interconnessione.*

Il corso affronta in modo approfondito le problematiche poste dal progetto dei servizi e risolte dalle infrastrutture di supporto per sistemi distribuiti eterogenei anche ad elevate dimensioni.

Si intendono, da una parte, esaminare alcune metodologie e tecnologie particolarmente significative a livello di modello, e, dall'altra, analizzare alcune delle proposte di standard, di nuove soluzioni, di nuove direzioni di evoluzione, per ampliare le capacità progettuali degli studenti.

## Programma / Contenuti

### Modelli generali

- Generalità sui sistemi distribuiti eterogenei e loro proprietà di maggiore interesse.
- Modelli di comunicazione e di sincronizzazione evoluti.
- Modelli di mobilità e di bilanciamento del carico.
- Modelli di replicazione e loro applicabilità.
- Supporto alla affidabilità delle soluzioni: ipotesi di guasto, protocolli per la tolleranza ai guasti.
- Modelli di gruppo.
- Operazioni di supporto e semantiche conseguenti.

### Sistemi per la qualità dei servizio (QoS) offerta e garantita.

- Organizzazione di nomi di supporto a servizi per sistemi di dimensione globale.
- Sistemi e servizi dipendenti dal contesto.
- Classificazione di applicazioni significative per QoS.
- Modelli di soluzione parallela e indicatori di parallelizzazione.

### Middleware di supporto a servizi distribuiti

Caratteristiche dei middleware: classificazioni e proprietà.

- Esempi di middleware ad elevata diffusione (CORBA, COM DCOM, .NET, alcuni MOM).
- Criteri e metodologie di progetto di middleware.
- Alcune considerazioni di modelli diversi di supporto: Web services e evoluzioni recenti.

### Oltre i protocolli Internet standard

- Standardizzazione di soluzioni per servizi con QoS: Sistemi Integrati e Differenziati.
- Evoluzioni dei protocolli di Internet per QoS: RSVP, RTP e RTCP, ...
- Progetto dei router e di gestione delle risorse.
- Sistemi multimediali a flusso continuo di informazioni e in sistemi di dimensioni globali.
- Protocolli di multicast e di gestione di gruppo.
- Protocolli e supporto a sistemi wireless.

### Nuove direzioni di soluzione allo stato dell'arte

Si considerano delle nuove direzioni di evoluzione:

- Sistemi ad elevata mobilità
- Sistemi che permettano operazioni disconnesse
- Sistemi con forte condivisione delle risorse di trasmissione e basati su multicast dinamico

- Sistemi multilivello ad elevata riconfigurabilità
- Sistemi di nomi innovativi e globali
- Sistemi di gestione di dispositivi eterogenei.

I nuovi scenari di utilizzo sono considerati dal punto di vista delle caratteristiche dei middleware di supporto.

### Testi / Bibliografia

- G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg: "Distributed Systems: concepts and Design", Addison-Wesley, (quarta edizione) 2005.
- A.S. Tanenebaum, M. v. Steen "Distributed Systems: Principles and Paradigms", Prentice-Hall, (seconda edizione) 2007.
- M.L. Liu, "Distributed Computing", Addison-Wesley, 2003.
- D.L. Galli: "Distributed Operating Systems: Concepts and Practice", Prentice-Hall, 2000.
- L. Peterson, B. Davic, "Computer Networks, A Systems Approach", Seconda edizione, Morgan Kaufmann, 2000, tradotto in "Reti di Calcolatori", Zanichelli, 1999.
- V.K. Garg, "Elements of Distributed Computing", Wiley, 2002.
- J. Siegel, "CORBA 3: Fundamentals and Program-ming", (seconda edizione), OMG Press, Wiley, 2000.
- J. Siegel, "Pure CORBA: a code-intensive reference", (seconda edizione), SAMS Publishing, 2002.
- D. Rogerson: "Inside COM", Mondadori Informatica, 1997.
- J. Löwy, "Programming .NET Components", O'Reilly, 2003.
- F. Halsall, "Multimedia Communications", Addison-Wesley, 2001.
- D.A. Chappel, T. Jewell, "Java Web Services", O'Reilly, 2002.
- E. Newcomer, "Understanding Web Services", Independent Technology Guides, Addison-Wesley, 2002.

### Metodi didattici

*Il corso intende mantenere spazio per la discussione comune nell'ambito della classe su alcuni dei temi affrontati durante il corso.*

Durante il corso vengono anche organizzati alcuni seminari su temi correlati a quelli del corso.

I seminari sono presentati sia da esperti accademici, sia da rappresentanti del mondo industriale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Il superamento dell'esame è articolato su due prove fortemente integrate:

- un progetto su un tema scelto dallo studente tra quelli rilevanti per il corso;
- una presentazione del progetto e una prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Uso di lucidi e di discussioni in classe.

Molte indicazioni di materiale di approfondimento.

Sito web del corso.

URL: [lia.deis.unibo.it/Courses/RetiLS](http://lia.deis.unibo.it/Courses/RetiLS)

Si consigliano inoltre una serie di articoli sui diversi argomenti del corso.

## 17928 - RETI DI TELECOMUNICAZIONI L-A

<b>Docente:</b>	CORAZZA GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di studiare i principi di funzionamento delle moderne reti di telecomunicazioni, con particolare riguardo alle reti di calcolatori.

**Programma / Contenuti****Introduzione alle reti di telecomunicazioni**

Reti e servizi tradizionali. Telegrafo, telefono, radiocomunicazioni.

Fattori di evoluzione per le reti di telecomunicazioni. Telematica, evoluzione verso la rete ISDN.

Caratteristiche della rete di telecomunicazioni nello scenario tradizionale: utenza e suo sviluppo, mercato, gestori, monopoli; standardizzazione internazionale, ITU.

Evoluzione verso una rete a larga banda. Modi di trasferimento, Tecnica ATM.

Cambiamenti di scenario: liberalizzazione, nuovi gestori, importanza dei servizi radiomobili e di Internet.

Possibili scenari futuri.

**Reti di calcolatori**

Primi esempi di reti di calcolatori in ambito informatico e in ambito ITU; rete ARPANET.

Architetture per reti di calcolatori, stratificazione, modello di riferimento ISO - OSI a 7 strati. Terminologia ISO - OSI, funzioni svolte nei vari strati del modello. Altri modelli di stratificazione.

**Problemi di teletraffico**

Sistemi soggetti a traffico, definizione di traffico, Erlang.

Teorema di Little.

Sistemi di code, notazione di Kendall, processi degli arrivi, processi dei servizi.

Il traffico nei sistemi di code, sistemi con coda nulla e sistemi con coda infinita.

**Problemi dello strato fisico**

Funzionalità per un protocollo dello strato fisico. Reti punto-punto e punto-multipunto.

Standard EIA/TIA RS 232. Scenario, modem, DTE, DCE. Caratteristiche meccaniche elettriche funzionali e procedurali. Evoluzioni dello standard: RS 422, 423, 449.

Standard di strato fisico in ambito ITU-T. Raccomandazioni V24, X21 e X21bis.

Modems moderni per la rete telefonica, connettore RJ11. Collegamenti x-DSL.

Standard USB per porte seriali.

**Problemi dello strato di linea.**

Compiti e funzionalità dello strato di linea.

Problematiche di sincronismo, protocolli asincroni per terminali a carttere.

Esempio di protocollo di linea: protocollo HDLC. Formato della trama, procedura di dialogo. Recupero dell'errore. Protocollo a finestra scorrevole. Controllo di flusso.

Rivelazione di errore. Codici per la rivelazione di errore. Bit di parità. Codici polinomiali e loro capacità di rivelazione.

Efficienza dei protocolli di linea. Calcolo dell'efficienza in assenza ed in presenza di errori di trasmissione.

**Reti in area locale**

Problematiche e scelte per le reti in area locale. Scelta della topologia. Topologie punto multipunto. Protocolli per l'accesso multiplo a controllo distribuito.

Protocolli di accesso a contesa. Protocollo Aloha. Problemi di efficienza e stabilità. Protocollo CSMA.

Collision Detect, codice di Manchester. Rete Ethernet.

Protocolli di accesso Collision free. Protocollo token ring. Protocollo token passing.

Progetto IEEE 802. Architettura generale, LLC e MAC. Documenti dello standard.

Reti locali in fibra ottica. Protocollo FDDI. Protocollo DQDB.

Evoluzioni dello standard IEEE 802.3 (rete Ethernet). Switched Ethernet. Fast Ethernet, Gigabit ethernet.

Reti locali wireless, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16

Iterconnessione di LAN: hub, repeater, bridge, router.

**Problemi dello strato di rete**

Indirizzamento dei pacchetti. Commutazione di circuito, commutazione di messaggio e di pacchetto.

Funzione di routing, tabelle di routing.

Ricerca dei cammini di lunghezza minima. Algoritmo di Dijkstra.

Classificazione dei protocolli di routing. Flooding, Hot potato. Protocolli Distance Vector, protocolli Link State.

#### **Rete Internet**

Breve storia. Internetworking. Famiglia di protocolli TCP/IP.

Protocollo IP. Funzionalità e formato del pacchetto. Indirizzi IP, subnetting e supernetting.

Protocollo ARP.

Ruoting in internet, Authonomous systems. Interior gateway protocols: RIP, OSPF. Exterior gateway protocols: BGP.

Cenni sui protocolli di trasporto in Internet: protocolli UDP e TCP.

#### **Testi / Bibliografia**

A. S. Tanenbaum, **'Reti di calcolatori'**, 4a edizione, Pearson Education Italia, 2003.

D. Comer, **'Internet e reti di calcolatori'**, 3a edizione, Pearson Education Italia, 2003.

J. F. Kurose, K. W. Ross, **'Internet e reti di calcolatori'**, 3a edizione, Pearson Education Italia, 2005.

A. Pattavina, **'Reti di telecomunicazioni'**, 2a edizione, McGraw-Hill 2007.

#### **Metodi didattici**

L'attività didattica si svolge tramite lezioni frontali che presentano sia gli aspetti teorici sia gli aspetti pratici del programma

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante il corso si tengono 2 prove parziali di verifica. In alternativa sono fissati almeno due appelli per ogni sessione di esame.

Le prove parziali ed gli esami hanno la forma di test con domande a risposta multipla da svolgere al calcolatore.

#### **Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore. La sequenza dei lucidi utilizzati nelle lezioni è disponibile al sito:

[http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id\\_autore=&id\\_insegnamento=349&caa=2007&RIL=A-Z&IDCDS=26](http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id_autore=&id_insegnamento=349&caa=2007&RIL=A-Z&IDCDS=26)

Nello stesso sito sono anche presenti links a altri siti web di interesse per il corso.

## **17928 - RETI DI TELECOMUNICAZIONI L-A**

**Docente:** CORAZZA GIORGIO

**Corso di Laurea:** 0051 - Ingegneria informatica

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 6

#### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di studiare i principi di funzionamento delle moderne reti di telecomunicazioni, con particolare riguardo alle reti di calcolatori.

#### **Programma / Contenuti**

##### **Introduzione alle reti di telecomunicazioni**

Reti e servizi tradizionali. Telegrafo, telefono, radiocomunicazioni.

Fattori di evoluzione per le reti di telecomunicazioni. Telematica, evoluzione verso la rete ISDN.

Caratteristiche della rete di telecomunicazioni nello scenario tradizionale: utenza e suo sviluppo, mercato, gestori, monopoli; standardizzazione internazionale, ITU.

Evoluzione verso una rete a larga banda. Modi di trasferimento, Tecnica ATM.

Cambiamenti di scenario: liberalizzazione, nuovi gestori, importanza dei servizi radiomobili e di Internet.

Possibili scenari futuri.

##### **Reti di calcolatori**

Primi esempi di reti di calcolatori in ambito informatico e in ambito ITU; rete ARPANET.

Architetture per reti di calcolatori, stratificazione, modello di riferimento ISO – OSI a 7 strati. Terminologia ISO – OSI, funzioni svolte nei vari strati del modello. Altri modelli di stratificazione.

#### **Problemi di teletraffico**

Sistemi soggetti a traffico, definizione di traffico, Erlang.

Teorema di Little.

Sistemi di code, notazione di Kendall, processi degli arrivi, processi dei servizi.

Il traffico nei sistemi di code, sistemi con coda nulla e sistemi con coda infinita.

#### **Problemi dello strato fisico**

Funzionalità per un protocollo dello strato fisico. Reti punto-punto e punto-multipunto.

Standard EIA/TIA RS 232. Scenario, modem, DTE, DCE. Caratteristiche meccaniche elettriche funzionali e procedurali. Evoluzioni dello standard: RS 422, 423, 449.

Standard di strato fisico in ambito ITU-T. Raccomandazioni V24, X21 e X21bis.

Modems moderni per la rete telefonica, connettore RJ11. Collegamenti x-DSL.

Standard USB per porte seriali.

#### **Problemi dello strato di linea.**

Compiti e funzionalità dello strato di linea.

Problematiche di sincronismo, protocolli asincroni per terminali a carttere.

Esempio di protocollo di linea: protocollo HDLC. Formato della trama, procedura di dialogo. Recupero dell'errore. Protocollo a finestra scorrevole. Controllo di flusso.

Rivelazione di errore. Codici per la rivelazione di errore. Bit di parità. Codici polinomiali e loro capacità di rivelazione.

Efficienza dei protocolli di linea. Calcolo dell'efficienza in assenza ed in presenza di errori di trasmissione.

#### **Reti in area locale**

Problematiche e scelte per le reti in area locale. Scelta della topologia. Topologie punto multipunto. Protocolli per l'accesso multiplo a controllo distribuito.

Protocolli di accesso a contesa. Protocollo Aloha. Problemi di efficienza e stabilità. Protocollo CSMA.

Collision Detect, codice di Manchester. Rete Ethernet.

Protocolli di accesso Collision free. Protocollo token ring. Protocollo token passing.

Progetto IEEE 802. Architettura generale, LLC e MAC. Documenti dello standard.

Reti locali in fibra ottica. Protocollo FDDI. Protocollo DQDB.

Evoluzioni dello standard IEEE 802.3 (rete Ethernet). Switched Ethernet. Fast Ethernet, Gigabit ethernet.

Reti locali wireless, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16

Iterconnessione di LAN: hub, repeater, bridge, router.

#### **Problemi dello strato di rete**

Indirizzamento dei pacchetti. Commutazione di circuito, commutazione di messaggio e di pacchetto.

Funzione di routing, tabelle di routing.

Ricerca dei cammini di lunghezza minima. Algoritmo di Dijkstra.

Classificazione dei protocolli di routing, Flooding, Hot potato. Protocolli Distance Vector, protocolli Link State.

#### **Rete Internet**

Breve storia. Internetworking. Famiglia di protocolli TCP/IP.

Protocollo IP. Funzionalità e formato del pacchetto. Indirizzi IP, subnetting e supernetting.

Protocollo ARP.

Ruoting in internet, Autonomous systems. Interior gateway protocols: RIP, OSPF. Exterior gateway protocols: BGP.

Cenni sui protocolli di trasporto in Internet: protocolli UDP e TCP.

**Testi / Bibliografia**

- A. S. Tanenbaum, 'Reti di calcolatori', 4a edizione, Pearson Education Italia, 2003.  
 D. Comer, 'Internet e reti di calcolatori', 3a edizione, Pearson Education Italia, 2003.  
 J. F. Kurose, K. W. Ross, 'Internet e reti di calcolatori', 3a edizione, Pearson Education Italia, 2005.  
 A. Pattavina, 'Reti di telecomunicazioni', 2a edizione, McGraw-Hill 2007.

**Metodi didattici**

L'attività didattica si svolge tramite lezioni frontali che presentano sia gli aspetti teorici sia gli aspetti pratici del programma

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante il corso si tengono 2 prove parziali di verifica. In alternativa sono fissati almeno due appelli per ogni sessione di esame.

Le prove parziali ed gli esami hanno la forma di test con domande a risposta multipla da svolgere al calcolatore.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore. La sequenza dei lucidi utilizzati nelle lezioni è disponibile al sito:  
[http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id\\_autore=&id\\_insegnamento=349&aa=2007&RIL=A-Z&IDCDS=26](http://elearning.ing.unibo.it/corso.php?id_autore=&id_insegnamento=349&aa=2007&RIL=A-Z&IDCDS=26).

**35039 - RETI DI TELECOMUNICAZIONI LS**

<b>Docente:</b>	RAFFAELLI CARLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di approfondire gli aspetti fondamentali delle reti di telecomunicazioni introdotti nel corso di Reti di telecomunicazioni L-A, da un punto di vista metodologico e progettuale, con particolare riguardo alle problematiche della rete Internet e delle reti ad alta velocità.

**Programma / Contenuti**

Aspetti fondamentali di una rete: topologia, servizi, prestazioni. Architettura di Internet e ruolo del protocollo IP.

Strato di applicazione. Principi dei protocolli applicativi. Modello client-server. Socket.

Strato di Trasporto. Problematiche dello strato di trasporto. Interazione con gli strati applicativi e con lo strato di rete. Protocollo UDP. Protocollo TCP. Controllo di flusso e controllo di congestione. Algoritmi di aggiornamento della finestra di congestione. Implementazioni del TCP. Algoritmi per il calcolo del time out di ritrasmissione.

Modellazione matematica del protocollo TCP: calcolo del throughput e della latenza.

Strato di rete. Algoritmi e protocolli di routing: principi generali Routing in Internet. Funzionamento di RIP e OSPF. Tabelle di routing. Routing con sottoreti. Cenni ai protocolli inter-rete: BGP.

Architetture e protocolli per reti ad alta velocità: lo standard ATM. Circuiti virtuali e cammini virtuali. Tabelle di forwarding e relativa costruzione. Problematiche di strato fisico: gerarchia SDH. Strato di adattamento AAL. Qualità di servizio. Strato AALS a supporto di IP su ATM. Controllo dell'accesso. Controllo di ammissione, policing. Algoritmo Leaky Bucket.

La tecnica MPLS a supporto dell'ingegneria di rete.

La qualità di servizio in Internet. Modelli a servizi integrati e differenziati.

**Testi / Bibliografia**

- N. Blefari Melazzi, INTERNET-Mc Graw-Hill  
 M. Baldi, P. Nicoletti, Internetworking, Seconda edizione, Mc Graw-Hill  
 J. F. KUROSE K. W. ROSS, 'INTERNET E RETI DI CALCOLATORI', TERZA EDIZIONE, ADDISON WESLEY  
 A. PATAVINA, 'RETI DI TELECOMUNICAZIONI', MC GRAW-HILL

**Metodi didattici**

Alle lezioni di tipo tradizionale si affiancano esercitazioni di laboratorio condotte con l'utilizzo dei programmi di simulazione ns e OPNET

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esami orali

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense distribuite dal docente e disponibili al sito  
<http://www-tlc.deis.unibo.it>

Il sito viene costantemente tenuto aggiornato e utilizzato per avvisi ed integrazioni di materiale didattico durante il corso

**17917 - RETI LOGICHE L-A**

<b>Docente:</b>	MATTOCCIA STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno i principi ed i metodi su cui si basa la progettazione logica delle macchine che ricevono, elaborano e generano segnali a due valori. In tale contesto gli studenti impareranno a descrivere la macchina da un duplice punto di vista: il comportamento, cioè il "cosa fa", e la struttura, cioè il "come è fatta". Impareranno anche a passare in modo sistematico dal comportamento alla struttura (problema della sintesi) e dalla struttura al comportamento (problema di analisi).

**Programma / Contenuti**

1. Livelli di progettazione di una macchina digitale. Descrizione a blocchi di una struttura. Descrizione a parole di un comportamento. Classificazione dei segnali. Reti di interruttori.
2. Rappresentazione binaria dell'informazione. Proprietà dei codici. Codifica dei testi e dei numeri. Trasmissione dell'informazione. Protezione dell'informazione.
3. Il modello della macchina a stati finiti: la descrizione del comportamento tramite grafo degli stati e tramite tabella di flusso. La classificazione delle macchine digitali in combinatorie, asincrone e sincrone ed i relativi modelli.
4. La rete logica combinatoria. Funzioni, tabelle della verità e schemi logici. Algebra di commutazione: operazioni, espressioni e teoremi di equivalenza. Sintesi ed analisi con espressioni canoniche e con espressioni generali. Reti combinatorie reali: comportamento in transitorio ed a regime.
5. Mappe di Karnaugh. Sintesi con espressioni minime. Sintesi ed analisi di reti combinatorie contenenti MUX, ROM e Matrici Logiche Programmabili.
6. La rete logica sequenziale asincrona come rete combinatoria con retroazioni dirette. Comportamenti ottenibili, vincoli di corretto impiego e tecniche per l'eliminazione a priori dei malfunzionamenti.

Equazioni caratteristiche e strutture delle memorie binarie. Procedimenti sistematici per l'analisi e la sintesi di qualsiasi rete asincrona.

7. La rete logica sequenziale sincrona come rete combinatoria con retroazioni a flip-flop. Progetto del periodo del segnale di clock. Metodi di sintesi e di analisi per reti con flip-flop di tipo D, di tipo JK e di tipo T. Metodi di sintesi e di analisi per reti sequenziali sincrona contenenti Registri, Contatori e Registri a scorrimento

## Testi / Bibliografia

R. Laschi, M. Prandini: "Appunti di Reti Logiche", Esculapio 2007

## Metodi didattici

L'inquadramento della problematica di progetto verrà fatto all'inizio del corso, seguendo una metodologia top-down. Successivamente verrà adottata una metodologia bottom-up per presentare gradualmente la teoria ed i procedimenti di progetto per macchine di crescente complessità. Ogni argomento verrà immediatamente accompagnato dallo studio di casi che ne mettano in luce applicazioni significative. Per far acquisire agli studenti padronanza e familiarità con i metodi di progetto verranno inoltre settimanalmente proposte esercitazioni da svolgere a casa, con successiva correzione in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli studenti verranno valutati in base allo svolgimento di una prova scritta, formata da due esercizi di progetto, e di una prova orale sull'intero programma del corso. Si terranno appelli nei mesi di giugno, luglio, settembre, dicembre, gennaio ed aprile. Durante il corso è prevista anche una prova scritta intermedia, non obbligatoria. Gli studenti che l'hanno superata possono, ma questo solo negli appelli di giugno e di luglio, richiedere di considerarla come sostitutiva della prova orale. Analogamente il solo primo esercizio della prova scritta di luglio, se valutato positivamente, può essere considerato come sostitutivo della prova orale per chi ha superato la prova scritta nell'appello di giugno.

Nei soli appelli di giugno e di luglio, il voto finale tiene conto anche dei compiti a casa consegnati.

## Strumenti a supporto della didattica

Nel sito del corso (<http://lia.deis.unibo.it/Courses/>) sono disponibili per il down load le slide presentate a lezione ed il testo e la soluzione di alcune prove d'esame. E' possibile pure scaricare il testo in formato elettronico di altre prove d'esame, proposte durante il corso come esercitazioni da svolgere a casa (il formato cartaceo è già presente nelle dispense).

# 28011 - RETI LOGICHE T

<b>Docente:</b>	LASCHI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0926 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Conoscenza di modelli e metodologie di progetto dei sistemi digitali. Conoscenza dei metodi di analisi e di sintesi di reti combinatorie e di reti sequenziali asincrone e sincrona.

## Programma / Contenuti

1. Livelli di progettazione di una macchina digitale. Descrizione a blocchi di una struttura. Descrizione a parole di un comportamento. Classificazione dei segnali. Reti di interruttori.
2. Rappresentazione binaria dell'informazione. Proprietà dei codici. Codifica dei testi e dei numeri. Trasmissione dell'informazione. Protezione dell'informazione.

3. Il modello della macchina a stati finiti: la descrizione del comportamento tramite grafo degli stati e tramite tabella di flusso. La classificazione delle macchine digitali in combinatorie, asincrone e sincrone ed i relativi modelli.
4. La rete logica combinatoria. Funzioni, tabelle della verità e schemi logici. Algebra di commutazione: operazioni, espressioni e teoremi di equivalenza. Sintesi ed analisi con espressioni canoniche e con espressioni generali. Reti combinatorie reali: comportamento in transitorio ed a regime.
5. Mappe di Karnaugh. Sintesi con espressioni minime. Sintesi ed analisi di reti combinatorie contenenti MUX, ROM e Matrici Logiche Programmabili.
6. La rete logica sequenziale asincrona come rete combinatoria con retroazioni dirette. Comportamenti ottenibili, vincoli di corretto impiego e tecniche per l'eliminazione a priori dei malfunzionamenti. Equazioni caratteristiche e strutture delle memorie binarie. Procedimenti sistematici per l'analisi e la sintesi di qualsiasi rete asincrona.
7. La rete logica sequenziale sincrone come rete combinatoria con retroazioni a flip-flop. Progetto del periodo del segnale di clock. Metodi di sintesi e di analisi per reti con flip-flop di tipo D, di tipo JK e di tipo T. Metodi di sintesi e di analisi per reti sequenziali sincrone contenenti Registri, Contatori e Registri a scorrimento.

### Testi / Bibliografia

R. Laschi, M. Prandini: "Appunti di Reti Logiche", Esculapio 2007

### Metodi didattici

L'inquadramento della problematica di progetto verrà fatto all'inizio del corso, seguendo una metodologia top-down. Successivamente verrà adottata una metodologia bottom-up per presentare gradualmente la teoria ed i procedimenti di progetto per macchine di crescente complessità. Ogni argomento verrà immediatamente accompagnato dallo studio di casi che ne mettano in luce applicazioni significative. Per far acquisire agli studenti padronanza e familiarità con i metodi di progetto verranno inoltre settimanalmente proposte esercitazioni da svolgere a casa, con successiva correzione in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli studenti verranno valutati in base allo svolgimento di una prova scritta, formata da due esercizi di progetto, e di una prova orale sull'intero programma del corso. Si terranno appelli nei mesi di giugno, luglio, settembre, dicembre, gennaio ed aprile.

Durante il corso è prevista anche una prova scritta intermedia, non obbligatoria. Gli studenti che l'hanno superata possono, ma questo solo negli appelli di giugno e di luglio, richiedere di considerarla come sostitutiva della prova orale. Analogamente il solo primo esercizio della prova scritta di luglio, se valutato positivamente, può essere considerato come sostitutivo della prova orale per chi ha superato la prova scritta nell'appello di giugno.

Nei soli appelli di giugno e di luglio, il voto finale tiene conto anche dei compiti a casa consegnati.

### Strumenti a supporto della didattica

Nel sito del corso (<http://lia.deis.unibo.it/Courses/>) sono disponibili per il down load le slide presentate a lezione ed il testo e la soluzione di alcune prove d'esame.

E' possibile pure scaricare il testo in formato elettronico di altre prove d'esame, proposte durante il corso come esercitazioni da svolgere a casa (il formato cartaceo è già presente nelle dispense).

## 28011 - RETI LOGICHE T

<b>Docente:</b>	FALDELLA EUGENIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0923 - Ingegneria elettronica e telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Capacità di analisi e sintesi di sistemi digitali. introduzione ai modelli e alle metodologie di progetto di reti combinatorie e di reti sequenziali asincrone e sincrone.

**Programma / Contenuti**

1. Livelli di progettazione di una macchina digitale. Descrizione a blocchi di una struttura. Descrizione a parole di un comportamento. Classificazione dei segnali. Reti di interruttori.
2. Rappresentazione binaria dell'informazione. Proprietà dei codici. Codifica dei testi e dei numeri.
3. Elaborazione di stringhe di simboli. La classificazione delle macchine digitali in combinatorie, asincrone e sincrone. Il modello della macchina a stati finiti: la descrizione del comportamento tramite grafo degli stati e tramite tabella di flusso.
4. La rete logica combinatoria. Funzioni, tabelle della verità e schemi logici. Algebra di commutazione: operazioni, espressioni e teoremi di equivalenza. Sintesi ed analisi con espressioni canoniche e con espressioni generali. Reti combinatorie reali: comportamento in transitorio ed a regime.
5. Mappe di Karnaugh. Sintesi con espressioni minime. Sintesi ed analisi di reti combinatorie contenenti MUX, ROM e Matrici Logiche Programmabili.
6. La rete logica sequenziale asincrona come rete combinatoria con retroazioni dirette. Comportamenti ottenibili, vincoli di corretto impiego e tecniche per l'eliminazione a priori dei malfunzionamenti. Equazioni caratteristiche e strutture delle memorie binarie. Procedimenti sistematici per l'analisi e la sintesi di qualsiasi rete asincrona.
7. La rete logica sequenziale sincrone come rete combinatoria con retroazioni a flip-flop. Progetto del periodo del segnale di clock. Metodi di sintesi e di analisi per reti con flip-flop di tipo D, di tipo JK e di tipo T. Metodi di sintesi e di analisi per reti sequenziali sincrone contenenti registri, contatori e registri a scorrimento.

**Testi / Bibliografia**

Roberto Laschi, Marco Prandini: "Appunti di Reti Logiche", Esculapio, 2005.

M. Morris Mano, Charles R. Kime: "Reti Logiche", Prentice Hall, 2008.

Nel sito del corso (<http://lia.deis.unibo.it/Courses/>) sono inoltre disponibili per il down-load le slide presentate a lezione, la guida all'esercitazione in laboratorio, le soluzioni dei compiti a casa e prove d'esame risolte.

**Metodi didattici**

L'inquadramento della problematica di progetto verrà fatto all'inizio del corso, seguendo una metodologia top-down. Successivamente verrà adottata una metodologia bottom-up per presentare gradualmente la teoria ed i procedimenti di progetto per macchine di crescente complessità. Ogni argomento verrà immediatamente accompagnato dallo studio di casi che ne mettano in luce applicazioni significative. Per far acquisire agli studenti padronanza e familiarità con i metodi di progetto verranno inoltre settimanalmente proposte esercitazioni da svolgere a casa, con successiva correzione in aula.



### Modalità di verifica dell'apprendimento

Gli studenti verranno valutati in base allo svolgimento di una prova scritta, formata da due esercizi di progetto, e di una prova orale sull'intero programma del corso. Si terranno appelli nei mesi di giugno, luglio, settembre, dicembre, gennaio ed aprile.

Durante il corso è prevista anche una prova scritta intermedia, non obbligatoria. Gli studenti che l'hanno sostenuta possono, ma questo solo negli appelli di giugno e di luglio, richiedere di considerarla come sostitutiva della prova orale; possono altresì provare a migliorare il voto conseguito svolgendo il solo primo esercizio della prova scritta di luglio.

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni in aula vengono svolte con l'ausilio di un proiettore di diapositive (di cui è possibile preventivamente procurarsi una copia cartacea accedendo al sito WEB del corso), in modo da consentire allo Studente di concentrarsi sui contenuti esposti piuttosto che sulla stesura di appunti.

Lezioni ed esercitazioni sono continuamente intercalate, alternando l'esposizione di concetti con esemplificazioni applicative.

Per completare la preparazione sono inoltre proposti approfondimenti da sviluppare attraverso esercitazioni guidate o autonome in laboratorio.

## 30465 - RHEOLOGY

**Corso di Laurea:** 0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies

**Mutuato da:** 29199 - RHEOLOGY M (vedi p. 909)

## 29199 - RHEOLOGY M

**Docente:** DOGHIERI FERRUCCIO

**Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo

**Ciclo:** 2

**Crediti:** 3

## 54794 - RIABILITAZIONE STRUTTURALE LS

**Docente:** BENEDETTI ANDREA

**Corso di Laurea:** 0452 - Ingegneria civile

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 3

## 17454 - RICERCA OPERATIVA LS

**Docente:** LODI ANDREA

**Corso di Laurea:** 0531 - Ingegneria dell'automazione

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso è indirizzato a studenti della laurea specialista ai quali si richiedono solide basi matematiche e informatiche. Non sono richieste conoscenze di base di Ricerca Operativa che vengono acquisite nella prima parte del corso.

**Programma / Contenuti**

Il corso si compone di una parte iniziale in cui vengono introdotti i concetti fondamentali della ricerca operativa e in particolare:

- programmazione lineare e dualita'
- programmazione lineare intera e branch-and-bound
- complessita' degli algoritmi
- teoria dei grafi

La seconda parte del corso e' modellistica, partendo dai modelli di programmazione lineare intera per problemi NP-completi di base con particolare riferimento all'analisi della qualita' del loro rilassamento continuo. Infine, si dedica attenzione alle applicazioni e ai problemi che richiedono modelli con un numero esponenziale di vincoli e/o variabili.

**Testi / Bibliografia**

Tutti gli argomenti trattati sono pero' presenti nelle dispense suggerite come strumento didattico e le lezioni seguono tali dispense:

Alberto Caprara.

Dispense del Corso di Metodi e Modelli di Supporto alle Decisioni.

<http://www.or.deis.unibo.it/alberto/mmsd.pdf>

La prima parte di introduzione alla Ricerca Operativa puo' essere approfonditi in:

Matteo Fischetti.

Lezioni di Ricerca Operativa.

Edizioni Libreria del Progetto, Padova.

**Metodi didattici**

Il corso viene svolto alla lavagna, cioe' non ci sono lucidi a disposizione degli studenti.

**Modalita' di verifica dell'apprendimento**

Esame orale.

**17454 - RICERCA OPERATIVA LS**

<b>Docente:</b>	MARTELLO SILVANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso integra le conoscenze acquisite nel corso 'Fondamenti di Ricerca Operativa L-A' (che ne costituisce propedeuticitá indispensabile), introducendo teorie e metodologie algoritmiche avanzate per la soluzione di problemi decisionali che si presentano, in ambito sociale ed industriale, quando si debbono gestire e coordinare in modo ottimale attività e risorse disponibili in quantità limitata.

Gli studenti acquisiranno la capacità di:

1. rappresentare, mediante modelli di programmazione lineare, di teoria dei grafi e di simulazione numerica, casi reali in cui si presentano problemi di ottimizzazione;
2. determinare la soluzione del problema, a seconda dei casi mediante l'opportuno algoritmo di ottimizzazione o mediante l'implementazione di un programma di simulazione.

**Programma / Contenuti****1. SIMULAZIONE DI SISTEMI DISCRETI:**

- 1.1 richiami di statistica: variabili aleatorie;
- 1.2 generazione di valori pseudo-casuali, metodo della trasformazione inversa;
- 1.3 descrizione statica e dinamica di un sistema;
- 1.4 metodo della programmazione degli eventi;
- 1.5 diagrammi di flusso per problemi di simulazione;
- 1.6 linguaggio SIMSCRIPT II.5 .

**2. PROGRAMMAZIONE LINEARE:**

- 2.1 proprietà fondamentali della programmazione convessa;
- 2.2 richiami sulla programmazione lineare e l'algoritmo del simplesso;
- 2.3 teoria della dualità: problema duale, condizioni di ortogonalità;
- 2.4 algoritmo del simplesso duale;
- 2.5 algoritmo primale-duale.

**3. PROGRAMMAZIONE LINEARE INTERA:**

- 3.1 Unimodularità;
- 3.2 metodo dei piani di taglio di Gomory;
- 3.3 metodo branch-and-bound;
- 3.4 programmazione lineare mista e binaria;
- 3.5 problema knapsack 0-1;
- 3.6 algoritmi branch-and-cut (cenni); 3.7 software.

**4. PROBLEMI SU GRAFI:**

- 4.1 richiami di teoria dei grafi;
- 4.2 relazioni tra cammini minimi, flussi e programmazione lineare;
- 4.3 unimodularità delle matrici di incidenza;
- 4.4 circuiti hamiltoniani: algoritmo enumerativo; 4.5 problemi di vehicle routing.

**5. TEORIA DELLA COMPLESSITÀ:**

- 5.1 classi P ed NP; problemi NP-completi;
- 5.2 complessità dei principali problemi di ottimizzazione combinatoria;
- 5.3 programmazione dinamica;
- 5.4 problemi fortemente NP-completi.

**6. ALGORITMI BRANCH-AND-BOUND:**

- 6.1 schemi di branching;
- 6.2 rilassamenti: continuo, lagrangiano, surrogato;
- 6.3 applicazione al problema knapsack multiplo;
- 6.4 procedure di riduzione;
- 6.5 algoritmi approssimati: analisi sperimentale, probabilistica, worst-case;
- 6.6 algoritmi metaeuristici (cenni)

**Testi / Bibliografia**

S. Martello, 'Ricerca Operativa LS', Esculapio (progetto Leonardo), Bologna, 2004.

Contiene:

- 1. riproduzione dei trasparenti utilizzati per le lezioni;
- 2. esercizi svolti.

Il testo non è indispensabile per gli studenti che frequentano regolarmente lezioni ed esercitazioni.

Per eventuali approfondimenti:

S. Martello, D. Vigo, 'Esercizi di Simulazione Numerica', Esculapio (progetto Leonardo), Bologna, 2001.

S. Martello, D. Vigo, 'Esercizi di Ricerca Operativa', Esculapio (progetto Leonardo), Bologna, 2003.

- C. Papadimitriou, K. Steiglitz, 'Combinatorial Optimization', Prentice Hall, 1982.  
 S. Martello, P. Toth, 'Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations', Wiley, 1990 (download <http://www.or.deis.unibo.it/knapsack.html>)

### Metodi didattici

Il corso e' strutturato in lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni in laboratorio. Durante le lezioni vengono discusse le problematiche teoriche e gli aspetti algoritmici degli argomenti trattati. Durante le esercitazioni vengono proposti casi industriali in cui si presentano problemi di ottimizzazione e vengono derivati i corrispondenti modelli matematici o di simulazione numerica. Per i modelli matematici la soluzione viene determinata mediante gli algoritmi illustrati nelle lezioni. Durante le esercitazioni in laboratorio (libere e facoltative) vengono messi a disposizione ambienti in cui si possono utilizzare pacchetti software di programmazione lineare e programmazione lineare intera, nonché il linguaggio di simulazione numerica SIMSCRIPT II.5.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'apprendimento viene verificato mediante una prova scritta ed una prova orale. La prova scritta consiste nella modellizzazione di un sistema mediante simulazione numerica e nella soluzione, mediante gli opportuni algoritmi, di semplici problemi di ottimizzazione. La prova dura circa due ore e la valutazione avviene in trentesimi. I candidati che riportano voto positivo nella prova scritta debbono sostenere una prova orale sulla conoscenza teorica della materia (proprietà, dimostrazioni, ecc.), anch'essa valutata in trentesimi. Detto  $k$  l'appello in cui si e' superata la prova scritta, l'orale va sostenuto entro l'appello  $k + 2$ . Il voto finale e' dato dalla media pesata:  
 $2/3$  (voto prova scritta) +  $1/3$  (voto prova orale)  
 arrotondata per eccesso. I candidati respinti alla prova orale conservano il voto dello scritto (nell'ambito della sua validità).

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa.

## 41487 - RILIEVI SPECIALI PER IL COLLAUDO ED IL CONTROLLO DELLE STRUTTURE E DEL TERRITORIO L

**Docente:** GANDOLFI STEFANO  
**Corso di Laurea:** 0045 - Ingegneria civile  
**Ciclo:** 3  
**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire strumenti matematici e nozioni sulle strumentazioni attualmente più utilizzate nell'ambito del rilievo di strutture e del territorio ai fini del collaudo o del monitoraggio.

### Programma / Contenuti

Richiami ed integrazioni di Geodesia  
*Sistemi e Superfici di Riferimento.*  
 Sistemi di coordinate e trasformazioni tra di essi  
 Osservabili. Riduzione misure alle superfici  
 Uso geodetico della rappresentazione di Gauss.  
*Reti Geodetiche nazionali.*  
 Infrastruttura geodetica.  
 La Rete IGM95 e suo utilizzo. Calcolo dell'ondulazione e suo adattamento.

Reti di raffittimento GPS in Emilia Romagna

### **Richiami e integrazioni di Teoria degli errori**

*Variabili casuali e funzioni di distribuzione . Intervallo di Confidenza.*

*Propagazione della Varianza e della Covarianza. Forma generale*

*Principio dei Minimi Quadrati.*

*Metodi per Osservazioni Indirette e comparazione col metodo per osservazioni condizionate.*

*Realizzazione del modello completo di calcolo.*

*Equazione alle osservazioni: angoli azimutale e zenitale, distanza inclinata, base GPS, dislivello. Linearizzazione.*

*Soluzioni e proprietà statistiche delle stime.*

*Applicazioni del metodo delle osservazioni indirette al rilievo topografico*

*Test delle ipotesi. Ipotesi nulla e alternativa. Errori di I e II tipo.*

*Flusso di elaborazione dei dati: compensazione intrinseca, vincolata, inquadramento*

*Reti altimetriche, Reti planimetriche, Reti tridimensionali per scopi ingegneristici, Reti GPS*

*Analisi avanzate dei dati e dei risultati della compensazione*

*Analisi di qualità delle misure. Relazione osservazione-residui, individuazione errori grossolani. Ridondanza locale.*

*Analisi statistica della significatività dei movimenti.*

*Strumenti e Metodi di misura Livellazione geometrica. Livelli di precisione. Livelli zenitali.*

*Livellazione trigonometrica di precisione*

*Rilievi GPS Tipologie di rilievo e modellizzazione dei sistematismi.*

*Stazioni Permanenti GPS. I sistemi di S.P. (ASI, IGS)*

*Reti interconnesse di S.P. per il rilievo in tempo reale.*

*Laser Scanner- Lidar aviotrasportato. Laser Scanner terrestre Sistemi per il rilievo ad alto rendimento (Mobile Mapping System)*

*Misure per il controllo dei movimenti e delle deformazioni Stati deformativi Metodi di collaudo di movimenti o deformazioni di strutture*

*Collaudo di una trave appoggiata*

*Collaudo di ponti e viadotti: ponti a travi appoggiate, ponti a trave o lastre continue*

*Altri collaudi grandi solai serbatoio a fungo*

*Controlli ripetuti: controllo di una generale di strutture*

*Verticalità. Controllo di grandi muri di sostegno. Controllo di strutture in zona franosa*

*Controllo di movimenti franosi*

*Controllo di alta precisione di punti isolati, con strumenti tradizionali e con GPS*

*Controllo di forma e di volumi rimossi Confronto di superfici*

*Complesso di frane e situazioni di emergenza. Inquadramento del rilievo. Tecniche di rilievo.*

*Esercitazioni Esercitazioni in campagna*

*Rilievo di una piccola rete di livellazione geometrica . Elaborazione dei dati.*

*Rilievo di una rete statica GPS. Elaborazione dei dati.*

*Rilievo tramite uso di Stazioni Permanenti.*

*Dimostrazione dell'impiego di un Laser Scanner terrestre ( se messo a disposizione da Ditte )*

*Esercitazioni in laboratorio*

*Richiami di programmazione.*

*Realizzazione di procedure semplici di calcolo tramite linguaggio MatLab o Fortran*

*Elaborazione di reti tramite software commerciali e prodotti dall'Università.*

*Materiale didattico Appunti*

*Testi di consultazione: da definire*

## 12658 - RILIEVO DELL'ARCHITETTURA

<b>Docente:</b>	GAIANI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si pone l'obiettivo di fare acquisire agli allievi la padronanza dei metodi e delle tecniche di modellazione digitale tridimensionale, come mezzo di prototipazione virtuale e sistema conoscitivo, analogo, omologo e isomorfo al reale, con particolare riferimento al progetto di architettura e alle problematiche che ne sono proprie: definizione geometrica, illuminazione, materiali. In questo senso il laboratorio è suddiviso in due parti secondo il classico schema di realizzazione di una immagine digitale: una prima parte in cui si approfondiranno le tematiche legate alla modellazione e una seconda parte in cui si approfondiranno le tematiche legate al rendering. Accanto alle esercitazioni pratiche di laboratorio saranno affrontati anche l'illustrazione di software specifici e argomenti teorici fondamentali alla comprensione dei processi fisici che presiedono alla percezione delle immagini nell'osservatore umano e alla loro simulazione computerizzata, dei criteri geometrici di formazione dei modelli, delle metodologie della loro costruzione. Nel dettaglio gli argomenti trattati sono i seguenti: richiami di sistemi hardware per applicazioni grafiche 3D, trasformazioni grafiche tridimensionali, curve e superfici tridimensionali; introduzione all'uso di modellatori tridimensionali con l'uso dell'elaboratore; generazione di modelli wire-frame : modellatori B-rep , superficiali, solidi; uso di modellatori di superfici. Immagini digitali e principi di teoria del colore; la percezione visiva umana: teoria del trisimolo ; basi di fotometria, il comportamento della luce; le sorgenti di illuminazione: fondamenti di illuminotecnica; l'aspetto dei materiali, la riflettanza e i colori; shading , rendering e modelli di illuminazione: flat , Gouraud , Lambert, Phong . Propagazione della luce e modelli di illuminazione globali: ray tracing e radiosity , tecniche di photon mapping and final gathering . Strumenti per la valutazione quantitativa e qualitativa della luce. Cenni sulle tecniche di animazione.

**Programma / Contenuti****\_Richiami di sistemi hardware per applicazioni grafiche 3D**

Generalità, schede grafiche, librerie grafiche 3D, Open GL, monitors .

**\_Richiami di grafica raster**

Formati di disegno raster : generalità sui formati grafici e caratteristiche principali.

Compressione dei dati: compressione lossy e non lossy , LZW, JPEG, GIF, MPEG.

**\_Introduzione all'uso di modellatori tridimensionali**

Generalità sul modeling , modellazione semantica, modellazione parametrica, real-time, integrazione di modelli con immagini bit-mapped , generazione di modelli wire-frame : generazione per punti, superfici, volumi, clipping tridimensionale. Funzioni di viewing e windowing tridimensionale, tools di visualizzazione. Trasformazioni grafiche tridimensionali. Formati vettoriali e formati di interscambio: IGES, STL, VRML, DXF.

Modellazione B-rep e poliedri euleriani. Modellazione poligonale, mesh triangolari e mesh a quadrilatero, normali. Modellazione solida e operazioni booleane.

**\_Curve e superfici tridimensionali**

Generalità, forma parametrica, curve di Bézier , curve B-spline (uniformi e non uniformi, razionali non razionali). Generazione di superfici tridimensionali. Generazione di curve su superfici. Continuità G0, G1, o G2, modifica di curve. Allineamento di curve. Rotazioni e traslazioni tridimensionali. Funzioni di swept , trimmed surfaces , skinning .

\_Applicazione e metodi di utilizzo (software Autodesk 3DMax Design)

Ambiente di lavoro, viewport, apertura e salvataggio di un file, stages, livelli. Viste prospettiche e viewport. Uso di immagini di sfondo. Disegno di curve 3D (NURBS), disegno di superfici 3D. Modellazione poligonale, conversione NURBS – poligoni. Solidi, Trasformazioni geometriche

#### **Fondamenti di fotometria e illuminotecnica**

La luce: definizioni e comportamento. Fondamenti di fotometria. Unità di misura illuminotecnica. Le sorgenti luminose naturali e artificiali.

#### **Shading e modelli di illuminazione**

Flat shading. Gouraud. Modelli locali: Lambert e Phong. Modelli globali: ray tracing e radiosity. Principi teorici delle tecniche di photon mapping e final gathering.

#### **La percezione delle immagini**

La percezione dei livelli di luminanza. La percezione cromatica, la teoria del tristimolo ..

Introduzione ai concetti di illuminazione degli interni per opere d'arte e principi progettuali.

#### **Applicazioni per il rendering e il calcolo della illuminazione**

Autodesk 3DMax Design 2009. Import, gestione, verifica del modello geometrico. Gestione dei dati di materiali e superfici. Gestione delle sorgenti di illuminazione naturali ed artificiali, dei calcoli e dei dati fotometrici. Ottimizzazione dei modelli geometrici per il calcolo dell'illuminazione. Resa foto realistica con global illumination (raytracing, radiosity, mental ray (photon tracing e final gathering)). Lighting Analysis per studio dell'illuminamento e della luminanza mediante utilizzo di immagini a falsi colori. Cenni sulle tecniche di animazione.

### **Testi / Bibliografia**

- . M. Gaiani, *Metodi di prototipazione digitale e visualizzazione ...*, Ed. Poli.Design, 2004
- . R. Scateni, P. Cignoni, C. Montani, R. Scopigno, *Fondamenti di grafica tridimensionale interattiva*, McGraw-Hill, 2005
- . H. Pottmann, A. Asperl, M. Hofer, A. Kilian, *Architectural Geometry*, Bentley Institute Press, 2007
- . M. Gaiani, *La rappresentazione riconfigurata*, POLI.Design, Milano, 2006
- . M. Magnazzi, S. Armeni, *Mental ray per Autodesk 3ds Max e Autodesk VIZ*, AM4 Educational, Milano, 2008
- . Dispense fornite dai docenti su specifici argomenti

### **Metodi didattici**

Il corso è organizzato in cicli di comunicazioni, una serie di esercitazioni applicative delle nozioni acquisite aventi per soggetto temi o oggetti prefissati da svolgere in aula nel corso delle lezioni, test scritti di verifica delle nozioni teoriche acquisite. Le lezioni sono suddivise secondo tre tipologie differenti fra loro complementari per ogni argomento:

- . nozioni teoriche di base
- . eventuali approfondimenti
- . sessioni applicative con illustrazione di specifici software

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Durante il corso sono previste prove in itinere obbligatorie per verificare gli stati di avanzamento del progetto, il cui esito concorre a determinare la valutazione finale in aggiunta a una discussione conclusiva del progetto in fase di consuntivazione.

Il corso si concluderà con la valutazione finale e l'attribuzione a tutti gli studenti del voto. Solo per gli studenti che, per giustificati e documentati gravi motivi, non hanno potuto concludere l'attività e sostenere l'esame, si ammette che la valutazione conclusiva del lavoro possa essere rimandata agli appelli successivi previa prova pratica finale. Per chi è stato assente al massimo in due prove in itinere è prevista una prova grafica di recupero, mentre per chi è stato assente da tre a cinque esercitazioni è prevista una prova grafica integrativa e prova di teoria orale, oltre al lavoro finale.

## Strumenti a supporto della didattica

Il corso prevede una serie di esercitazioni che saranno svolte a coppie di studenti, gli studenti possono scegliere liberamente il proprio compagno di lavoro, comunicando la formazione del gruppo ai docenti il secondo giorno in calendario. Rimane però l'obbligo di mantenere fisso il gruppo di lavoro per tutta la durata del corso.

## 17441 - RILIEVO DELL'ARCHITETTURA L

<b>Docente:</b>	CIPRIANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Programma / Contenuti

#### Obiettivi Del Corso

Il corso è organizzato in due moduli didattici distinti.

Il primo, finalizzato allo studio dei metodi e delle tecniche della rappresentazione dell'architettura, si propone di fornire agli studenti le basi per il disegno e la rappresentazione convenzionale di questa. Ulteriore obiettivo è aiutare lo studente a cercare modi alternativi e personali di elaborazione, sintesi e rappresentazione del disegno di progetto, con particolare attenzione anche alla rappresentazione dei materiali dell'architettura contemporanea.

Il secondo modulo si pone l'obiettivo di far acquisire agli allievi la padronanza pratica dei metodi e delle tecniche del rilievo dell'architettura e dell'ambiente, inteso nella sua ampia accezione di strumento di conoscenza della realtà architettonica, ambientale e urbana. In questo senso saranno sondate le metodologie dirette e strumentali, le procedure e le tecniche, anche digitali, di restituzione metrica, morfologica, tematica. In entrambi i moduli didattici saranno sondati i principali aspetti del disegno di architettura, sia di rilievo che di progetto, inteso come linguaggio grafico, info-grafico e multimediale applicato al processo progettuale, dalla formazione dell'idea alla sua definizione esecutiva.

#### Contenuti delle comunicazioni

##### Disegno dell'architettura

Modularità e misure del corpo umano; dimensionamento di arredi. Formati dei fogli, impaginazione, quotature. Strumenti e supporti; tecniche di tratteggio.

La rappresentazione convenzionale in pianta e sezione. Disegno architettonico in pianta/sezione verticale nelle diverse scale; cartografia, simbologie e convenzioni grafiche.

Ombre tecniche in proiezione ortogonale. Rappresentazione realistica nelle tecniche grafiche; trasparenza, riflettenza, lucidità, opacità, satinatura, morbidezza; luce di giorno e di notte; alberi, verde; lontananze e sfondi; campiture di materiali; cieli; fotomontaggi. Disegno di dettaglio: particolari tecnologici dell'architettura.

La rappresentazione tridimensionale. Assonometria: tipi; spaccati ed esplosi. Prospettiva: tipi; sezioni prospettiche, metodi rapidi, fotomontaggi, vedute panoramiche.

Tecniche grafiche ed elaborazione di immagini: passaggio fra programmi cad e di trattamento fotografico e disegno a mano; restituzioni e stampe. Rapporti e relazioni fra tipo di rappresentazione e progetto. Cenni sul render cad e sulle geometrie complesse: tecniche dal 3D al 2D.

Tavola di sintesi: impaginazioni; esempi di tavole di concorso; tecniche di collage e importazione di immagini raster. Schemi, diagrammi, ideogrammi, grafica.

##### Rilievo dell'architettura

Rilevamento: fondamenti teorici e finalità. Strumenti di misura per il rilievo diretto e indiretto.

Eidotipo e rilievo "per proporzioni". Rilievo a "vista" e disegno dal vero: geometrie, simmetrie, proporzioni, allineamenti.

Metodi fondamentali per il rilevamento architettonico. Tecniche di prelievo delle misure planimetriche e altimetriche.

Rilevamento di dettaglio e degli elementi costruttivi.

Rilievo strumentale. Livellazioni. Procedimenti accessori.

Rilievo delle lesioni dei fabbricati. Fotografia e rilevamento.

Norme e convenzioni grafiche. La restituzione nei disegni di rilievo di organismi ed elementi architettonici: modalità di raffigurazione grafica e visiva; caratteristiche degli elaborati in funzione delle finalità che si prefigge.

Disegno dell'architettura

Dimensionamento degli ambienti per la residenza e relativa normativa.

Dimensionamento e progettazione delle scale, di ascensori e piattaforme elevatrici.

Ridisegno di alcune tipologie di edifici del quartiere Barca di Bologna di Giuseppe Vaccaro: presentazione fotografica, planimetriche, piante - sezioni verticali, skyline - prospetti, tessiture dei materiali - dettagli.

Spaccato assonometrico dell'edificio scelto (o di una sua parte) del quartiere Barca di Bologna di Giuseppe Vaccaro; prospettiva.

L'esercitazione annuale, a carattere individuale, consiste nel ridisegno di un edificio del quartiere Barca di Bologna, progettato da Giuseppe Vaccaro.

Ogni allievo dovrà produrre i seguenti elaborati:

B1. presentazione

La tavola deve contenere, di norma, tutti i disegni di studio realizzati, l'eventuale documentazione usata come riferimento, disegni sintetici di illustrazione.

B2. disegni d'insieme: proiezioni ortogonali (piante, prospetti, sezioni con rappresentazione dei materiali ed ombre, scala 1/50)

La tavola deve contenere un numero di figure che dipenderà dalla complessità dell'oggetto; in tutte le viste occorre rappresentare le ombre tecniche e indicare le differenti colorazioni

B3. disegni di dettaglio

Particolari tecnologici di dettaglio scala 1/10; 1/5

B4. rappresentazioni tridimensionali

La tavola deve contenere, di norma, almeno una vista assonometrica in grado di illustrare i contenuti spaziali e funzionali del progetto, e una prospettiva.

B5. disegni di sintesi

Schemi funzionali, ideogrammi, diagrammi

Rilievo dell'architettura

Essendo il rilievo una disciplina fortemente pratica e procedurale, il corso si articola sull'elaborazione di esercitazioni su di un tema edilizio reale, in modo da collegare i contenuti delle comunicazioni ad esperienze di rilievo.

Sono previste le seguenti esercitazioni di rilievo diretto: rilievo a vista (eidotipi) e rilievo fotografico; rilievo planimetrico; rilievo altimetrico; rilievo di dettaglio.

Gli allievi sono tenuti ad organizzarsi in gruppi di lavoro di 2/3 persone; l'attività di gruppo riguarderà esclusivamente le operazioni di presa delle misure. A ciascun gruppo sarà assegnata una parte geometricamente definita del tema di esercitazione, da rilevare e rappresentare compiutamente.

Ogni allievo dovrà produrre i seguenti elaborati:

A1 - eidotipi - rilievi a vista e per porzioni - rilievo fotografico;

A2 - rilievo metrico;

A3 - rilievo dei materiali e del degrado;

Le operazioni di rilievo di base e partenza avverranno in date fissate; gli strumenti necessari per il rilievo dovranno essere reperiti dagli allievi. La restituzione del rilievo potrà avvenire, per tematiche definite, durante prova ex-tempore soggetta a valutazione.

- Altezza indicativa del piano di sezione (salvo diverse necessità dettate dalla particolarità delle aperture) pari a 150 cm da terra.
  - Tracciatura dell'andamento planimetrico con la definizione di un piano quotato
  - Verificare gli allineamenti con filo da cantiere tesato e la geometria con le trilaterazioni
  - Misurare i fuori piombo di muri e pilastri quando superano i 3 cm
  - Riportare la proiezione sul piano di sezione di tutti gli elementi significativi sovrastanti ad esso
  - Tipo di materiali utilizzati
  - Riportare tutti gli spessori delle murature quando siano direttamente misurabili (es.: in corrispondenza di porte finestre, vetrine)
  - Occorre rilevare e restituire tutti gli oggetti con dimensione superiore ad 1 cm. In particolare ricordare il rilievo di:
    - Fascia stradale esterna al portico per una larghezza di 2 m, con relativi passi carrai, eventuale sistemazione dei dislivelli (gradini, scivoli...), caditoie e pavimentazioni
    - Comignoli e finestre a tetto
    - Gronde, pluviali, piccoli elementi in facciata (fermascuri, ganci metallici, portabandiera...)
    - Impiantistica: reti gas, idriche, telefoniche e elettriche; tipo e posizione degli apparecchi illuminanti; relativi quadri e accessori
    - Segnaletica pubblica e insegne private
    - Accessori e arredo urbano pubblico e privato: es.: cestini, panchine, pedane per tavoli da caffè...
    - Pavimentazioni
    - Pitture murali
    - Eventuali gruppi scultorei, bassorilievi, vetrine e portoni più significativi saranno oggetto della tavola di dettaglio
  - Rilievo fotografico:
    - Copertura fotografica di tutta la porzione di edificio assegnata
    - Riprese di dettaglio degli elementi di facciata significativi: finestre, balconi, vetrine, iscrizioni, pitture...
    - Riprese in notturna delle condizioni di illuminamento delle facciate
    - Planimetria con la posizione delle prese fotografiche
- Bibliografia Di Riferimento**
- CARBONARA, Pasquale, *Architettura pratica*, UTET, Torino, 1954
  - CNR, *Manuale dell'architetto*, edizioni varie
  - NEUFERT, Ernst, *enciclopedia pratica per progettare e costruire*, HOEPLI
  - *Manuale di progettazione edilizia*, HOEPLI, Milano, 1992
  - UNI, *Norme per il disegno tecnico. Edilizia e settori correlati*, vol. 3, Milano, 1990.
  - BENEVOLO, Leonardo, *Il Disegno*, Laterza
  - BINI, Marco, *tecniche grafiche e rappresentazione degli elementi dell'architettura*, Alinea, Firenze, 1986
  - DOCCI, M., MIRRI, F., *La redazione grafica del progetto architettonico*, NIS, Roma, 1989
  - DOCCI, Mario, *Manuale di disegno architettonico*, Laterza, Bari, 1985
  - GUGLIELMI, E., *Il progetto architettonico*, Nis editrice, Roma 1991.
  - KEMNITZER, Ronald B., *Pennarelli, tecniche ed applicazioni*, editiemme, Milano, 1983 (collana)
  - MAESTRO, Roberto, *Disegno per l'analisi e per il progetto*, Progetto Leonardo, Bologna, 1991
  - MANDELLI, Emma, *La rappresentazione grafica*, Alinea, Firenze, 1988
  - MIGLIARI R., *Fondamenti della rappresentazione geometrica e informatica dell'architettura*, Edizioni Kappa, Roma, 2000.
  - MIRRI, F., *La rappresentazione tecnica e progettuale - manuale di disegno per ingegneri e architetti*, Nis, Roma, 1992
  - PORTER E GOODMAN, *Manuale di tecniche grafiche per architetti*, Clup, Milano 1989.
  - PRATELLI, Alberto, *il disegno di architettura*, Charta, Milano, 1995

- PRENZEL, Rudolf, Disegno d'architettura, tecniche di rappresentazione, Hoepli, Milano, 1984
- AAVV, Architettura rilevata, didattica del rilievo per l'architettura, Bozzi Editore, Genova, 1992
- BINI, Marco, La dimensione dell'architettura, note sulla rilevazione, Alinea, Firenze, 1982
- G. CENTO, Rilievo edilizio architettonico, Vitali e Ghianda, Genova, 1959
- DOCCI, Mario, MAESTRI, Diego, Il rilevamento architettonico. Storia, metodi, disegno, Laterza, Bari, 1987
- M. DOCCI, D. MAESTRI, Manuale di rilevamento architettonico e urbano, Laterza, Bari 1994.
- MANETTI, R., Rilievo e disegno, analisi e rappresentazione architettonica, Alinea, Firenze, 1989
- MARINO, Luigi, Il rilievo per il restauro, Hoepli, Milano, 1991
- POLLÀ, Ermanno, Osservazione, ricerca, restauro, guida al rilievo architettonico ed urbano, Ed. Kappa, Roma, 1985
- SAINT AUBIN, Jean Paul, Il rilievo e la rappresentazione dell'architettura, Moretti&Vitali, Bergamo, 1999
- DE RUBERTIS, Roberto, Il disegno dell'architettura, Nis, Roma, 1994 (storico)
- DE RUBERTIS, Roberto, il disegno dello spazio, Ed. Kappa, Roma, 1979
- PRATELLI, Alberto, (a cura di), La trasmissione delle idee dell'architettura, Atti del convegno 29-30 sett. 1988, Udine-Spilimbergo
- PURINI, Franco, Una lezione sul disegno, Gangemi, Roma, 1996

Le indicazioni bibliografiche sono da considerare come riferimenti generali e saranno integrate con indicazioni specifiche inerenti i temi svolti.

## 57980 - ROBOTICA INDUSTRIALE L-A

<b>Docente:</b>	MELCHIORRI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica 0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si pone come obiettivo primario il fornire le basi di conoscenza necessarie per l'impiego di manipolatori robotici nel contesto dell'automazione industriale. A tale scopo si illustreranno le basi matematiche necessarie alla comprensione dei meccanismi e alla loro programmazione. Si svilupperanno inoltre esercitazioni pratiche su alcuni dispositivi robotici disponibili presso i laboratori.

### Programma / Contenuti

- Inquadramento della robotica nel contesto dell'automazione della produzione industriale e delle applicazioni avanzate. Sviluppo del mercato dei robot.
- Struttura dei manipolatori industriali; tipologia di impiego. Descrizione generale dei componenti HW/SW del sistema robot.
- Cinematica dei robot. Trasformazioni omogenee. Problema cinematico diretto ed inverso. Spazio di lavoro.
- Cinematica differenziale e statica dei robot.
- Cenni di Dinamica dei robot.
- Generazione delle traiettorie.
- Problematiche del controllo: controllo di posizione.

- Programmazione di robot: metodologie e linguaggi.

## Testi / Bibliografia

1. L. Sciavico, B. Siciliano, **ROBOTICA INDUSTRIALE: modellistica e controllo dei manipolatori**, McGraw-Hill Italia, 1995.
2. Dispense del docente.
3. C. Melchiorri, **TRAIETTORIE PER AZIONAMENTI ELETTRICI**, Esculapio Ed., Bologna, 2000.

## Metodi didattici

La didattica è di tipo tradizionale, e si svolge in aula con lucidi in PowerPoint. Vi sono poi esercitazioni pratiche in laboratorio, che prevedono l'uso di alcuni robot industriali e robot mobili.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è orale. Allo studente viene chiesto di discutere la parte di esercitazioni pratiche, se sviluppate, e di rispondere ad alcune domande sugli argomenti presentati a lezione.

## Strumenti a supporto della didattica

PC e videoproiettore.

I lucidi di lezione sono disponibili a <http://www-lar.deis.unibo.it/people/cmelchiorri/robotica.html>

## 00890 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

<b>Docente:</b>	VIOLA ERASMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	10

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i concetti di base della meccanica dei solidi e le metodologie per l'analisi strutturale e le relative verifiche.

## Programma / Contenuti

### FINALITA', IPOTESI E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

1) Modelli della Scienza delle Costruzioni. Formulazioni del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a sforzo assiale: ipotesi, equazioni, condizioni al contorno, schema delle teorie fisiche. 2) Problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a sforzo assiale: energia potenziale totale. Esempio di applicazione del metodo agli elementi finiti. 3) Formulazione del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a flessione: ipotesi, equazioni, condizioni al contorno. 4) Formulazione del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a flessione: schema delle teorie fisiche. Problema misto e problema in termini di spostamenti. Funzionale dell'energia potenziale totale e significato del suo minimo. 5) Integrazione delle equazioni differenziali della linea elastica per la trave appoggiata e carico distribuito. 6) Integrazione delle equazioni differenziali della linea elastica per la trave a mensola e carico concentrato all'estremo libero. 7) Poligono funicolare e funicolare del carico; poligono delle successive risultanti 8) Linee di influenza per sistemi isostatici: reazioni vincolari e componenti dell'azione interna (Esercizio 6.11.1).

### ELEMENTI DI CALCOLO DELLE VARIAZIONI

1) Nozioni di funzionale e di funzione variata. Intorno di una funzione. Variazione prima e seconda di una funzione. Proprietà commutativa dell'operatore variazionale. 2) Variazione prima e seconda di un funzionale. Stazionarietà di un funzionale. Equazioni di Eulero-Lagrange per la trave sollecitata a sforzo assiale. 3) Formulazione forte e variazionale del problema dell'equilibrio elastico per la trave inflessa. Condizioni al contorno essenziali e naturali. 4) Formulazione forte e variazionale del problema dell'equilibrio elastico per la trave sollecitata a sforzo assiale. Condizioni al contorno essenziali e naturali.

**ANALISI DELLA DEFORMAZIONE**

1) Campo di spostamento e sue proprietà. Problema locale della deformazione. Gradiente di spostamento e gradiente di deformazione. Trasformazione affine e sua rappresentazione geometrica. 2) Componenti di moto rigido e componenti di deformazione. Operatore di congruenza. Matrice di trasformazione delle coordinate e tensore di deformazione. 3) Significato fisico delle componenti del tensore di deformazione. 4) Intorno sferico di raggio unitario: proprietà delle dilatazioni e degli scorrimenti. Espressioni della dilatazione e dello scorrimento. 5) Direzioni e dilatazioni principali di deformazione. Stato di deformazione nel riferimento principale. 6) Significato fisico del primo invariante di deformazione. Tensore idrostatico, tensore deviatorico e loro proprietà. 7) Stati piani e monoassiali di deformazione. Congruenza interna ed esterna. Equazioni ed operatore di compatibilità. 8) Rappresentazione del tensore di deformazione finita in termini di componenti di spostamento. Deduzione delle deformazioni infinitesime dalle deformazioni finite. Applicazione alla mensola inflessa per il calcolo dello spostamento assiale indotto dall'inflessione.

**ANALISI DELLA TENSIONE**

1) Forze di superficie e di volume. Equazioni di equilibrio del corpo rigido. Tensione interna. Componenti cartesiane e speciali di tensione e loro relazione. 2) Tensioni su giaciture parallele ai piani coordinati. Proprietà locali dello stato di tensione: equazioni di Cauchy e simmetria delle tensioni tangenziali. 3) Tensore degli sforzi. Teorema di reciprocità delle componenti mutue. 4) Direzioni e tensioni principali. Stato tensionale nel riferimento principale. Tensione ottaedrale. 5) Circoli di Mohr: stati tensionali triassiali (impostazione e risultati), intorno sferico di raggio unitario. 6) Circoli di Mohr: stati tensionali piani, procedimenti basati sulle normali e sulle parallele alle tracce delle giaciture. 7) Stati tensionali staticamente ammissibili. Equazioni di equilibrio indefinito ed ai limiti (differenti notazioni). Operatore di equilibrio. 8) Classificazione degli stati tensionali. Stato piano di tensione. Stato tensionale idrostatico e deviatorico. 9) Applicazione dei circoli di Mohr per i quadri fessurativi.

**RELAZIONI GENERALI**

1) Teorema dei lavori virtuali per il corpo continuo tridimensionale. Lavoro virtuale interno ed esterno. Il caso del corpo rigido. 2) Formulazioni alternative dell'equilibrio e della congruenza (Esercizio 4.4). 3) Principi delle forze e degli spostamenti virtuali. 4) Applicazione del principio della forza unitaria alle travi. Calcolo di spostamenti e rotazioni per la trave appoggiata sollecitata da carico distribuito, oppure da coppia concentrata. 5) Teorema dei lavori virtuali per la trave sollecitata a sforzo assiale.

**CORPO ELASTICO**

1) Trasformazioni reali. Lavoro di deformazione esterno ed interno. Esempificazione del caso monodimensionale. 2) Potenziale elastico e potenziale elastico complementare. 3) Corpo elastico lineare: equazioni costitutive, matrici di rigidezza e di deformabilità del materiale. Sviluppo della funzione potenziale elastico. 4) Espressioni del potenziale elastico e del potenziale complementare. Matrice hessiana. Costanti elastiche. 5) Ipotesi di isotropia, leggi generalizzate di Hooke e leggi inverse. 6) Direzioni principali di tensione e di deformazione. Notazione alternativa per le leggi di Hooke. Costanti elastiche per il mezzo isotropo. 7) Forma alternativa delle leggi inverse di Hooke. 8) Problema dell'equilibrio elastico in notazione indiciale ed operatoriale (parr. 5.8.1 e 5.8.5). 9) Equazioni indefinite di equilibrio in termini di spostamenti (equazioni di Navier). Deduzioni dalle equazioni di equilibrio dinamico: corda e membrana vibranti, vibrazione longitudinale forzata, equazioni delle onde tridimensionali e di distorsione. 10) Principio di sovrapposizione degli effetti. Unicità della soluzione. 11) Teoremi di Clapeyron, Betti e Maxwell. Calcolo di spostamento e rotazione con il teorema di Clapeyron. 12) Equazioni del problema dell'equilibrio elastico in notazione operatoriale scritte nello schema primale delle teorie fisiche.

**PRINCIPI VARIAZIONALI**

1) Principi di stazionarietà e di minimo dell'energia potenziale totale. Insieme discreto di forze. 2) Deduzione delle equazioni di Navier (equazioni di Eulero-Lagrange) dalla variazione prima dell'energia potenziale totale (ceno.). Metodo degli spostamenti per le travi reticolari. 3) Primo teorema di Castigliano. Teorema di Engesser. Secondo teorema di Castigliano. 4) Principi di stazionarietà e di minimo dell'energia complementare.

Principio di minimo dell'energia elastica. 5) Metodo delle forze per le travature reticolari. 6) Schema delle teorie fisiche per i metodi delle forze e delle deformazioni nel caso di travature reticolari. 7) Formulazione integrale dell'equilibrio e della congruenza per la trave inflessa. Deduzione dell'energia potenziale totale 8) Il metodo di Ritz-Rayleigh .Esempio 6.2 9) Metodi per la determinazione della matrice di rigidità. Applicazione alle travi inflesse.

#### CRITERI DI RESISTENZA

1) Stato limite e coefficiente di sicurezza. Superficie limite. Le prove sui materiali duttili e fragili. Stati tensionali ugualmente pericolosi. 2) Criterio di Tresca: condizione di crisi e superficie limite. Stato piano di tensione. Interpretazione del dominio nel contesto probabilistico e funzione di probabilità di collasso condizionale. 3) Criterio di Huber-Hencky-Mises: condizioni di snervamento, di resistenza e di sicurezza. Rappresentazione nel piano  $\sigma_x$ - $\tau_{xy}$  della trave.

#### PROBLEMA DI SAINT-VENANT

1) Impostazione generale. Ipotesi di Saint-Venant. Caratteristiche della sollecitazione. Equivalenza tra tensioni e sollecitazione. I quattro casi fondamentali. Energia di deformazione. 2) Sforzo normale: soluzione del problema ed analisi della deformazione. Analisi della tensione. Lavoro di deformazione. Soluzione alternativa. Circolo di Mohr 3) Flessione retta: generalità e l'esperienza. Soluzione del problema. 4) Stato di deformazione. Stato di tensione. Lavoro di deformazione. 5) Flessione deviata: generalità e decomposizione in flessioni rette. Determinazioni analitica e grafica dell'asse neutro. 6) Rappresentazioni dello stato tensionale. Lavoro di deformazione. 7) Sforzo normale eccentrico: generalità e formula trinomia. Determinazioni analitica e grafica dell'asse neutro. Forma del diagramma delle tensioni e verifiche di sicurezza. 8) Nocciolo centrale d'inerzia. Polarità ed antipolarità. Lavoro di deformazione. 9) Torsione per il cilindro di sezione arbitraria: soluzione di tentativo ed equazioni di congruenza, di legame e di equilibrio. Problemi di Neumann e di Dirichlet. Equivalenza statica. 10) Definizione di centro di torsione. Funzione delle tensioni e sue proprietà. 11) Sezione ellittica. 12) Trattazione del cilindro di sezione circolare come caso particolare del cilindro di sezione generica. 13) Equazioni della torsione scritte nello schema primale delle teorie fisiche. 14) Sezioni tubolari sottili: angolo unitario di torsione. 15) Deduzione della formula di Bredt attraverso l'equivalenza statica. 16) Trattazione approssimata del taglio: tensione tangenziale media. Componente di tensione diretta secondo la corda. Tensione tangenziale su una corda generica. 17) Fattore di taglio e lavoro di deformazione. 18) Determinazione approssimata del centro di taglio. Sezione sottile chiusa. 19) Trave spaziale: teoria tecnica, caratteristiche di sollecitazione e componenti di deformazione. Equazioni di congruenza. Energia di deformazione: deduzione attraverso il teorema di Clapeyron. 20) Energia di deformazione: deduzione per via interna. 21) Principio della forza unitaria (Principio dei lavori virtuali). Teoremi di Clapeyron e di Castigliano. 22) Impostazione del calcolo dello spostamento di una struttura staticamente determinata. (4 metodi). 23) Equazioni di equilibrio indefinito, congruenza e di legame elastico in notazione estesa e matriciale. Equazioni della trave spaziale scritte nello schema primale delle teorie fisiche.

#### TEORIA DELLE STRUTTURE

1) Sistemi piani di forze. Analisi statica e cinematica del corpo rigido. I vincoli per i sistemi piani. 2) Il calcolo delle reazioni vincolari mediante le equazioni della statica ed il procedimento delle catene cinematiche. 3) Analisi statica e cinematica delle strutture piane. I sistemi chiusi. Le equazioni ausiliarie. 4) Le caratteristiche di sollecitazione nei problemi piani e spaziali. 5) Determinazione delle componenti dell'azione interna mediante il principio dei lavori virtuali. 6) La curva delle pressioni. 7) Strutture reticolari piane. 8) La geometria delle masse. 9) La simmetria e l'emisimmetria strutturale. 10) La linea elastica. 11) I corollari di Mohr. 12) Il metodo cinematico per travi ad asse rettilineo. Composizione di rotazioni e di spostamenti. 13) I metodi delle forze e degli spostamenti per la risoluzione di strutture iperstatiche. Schema delle teorie fisiche. 14) Cedimenti vincolari e distorsioni di Volterra. 15) Trave continua. 16) Schemi fondamentali per rigidità e deformabilità assiali, rigidità e deformabilità taglianti, rigidità e deformabilità flessionali. 17) Il metodo cinematico generale; trascurabilità di alcuni effetti. 18) Il principio dei lavori virtuali: calcolo di spostamenti e rotazioni generalizzate, risoluzione di strutture iperstatiche. 19) Teoremi di Clapeyron, Betti, Castigliano e Menabrea

sul lavoro di deformazione delle travi. 20) Stabilità dell'equilibrio elastico: sistemi ad elasticità concentrata. 21) Stabilità dell'equilibrio elastico: sistemi ad elasticità diffusa. Limiti di validità della formula di Eulero. Il metodo omega. 22) Verifiche di resistenza a sforzo assiale, a flessione retta, deviata e composta, a taglio e a torsione. Sollecitazioni composte.

#### LA STATICA DEL CEMENTO ARMATO

1) La resistenza di un materiale intesa come variabile aleatoria: istogrammi e poligoni delle frequenze, distribuzione di probabilità e funzione di ripartizione. 2) Metodi di verifica della sicurezza strutturale. Valori medi, caratteristici e di calcolo per la sollecitazione e la resistenza. 3) Problema di verifica e di progetto della sezione rettangolare del solido sollecitato a sforzo assiale. 4) Flessione retta: calcoli di verifica e di progetto e problema misto per la sezione rettangolare. 5) Calcolo di verifica e di progetto della sezione a T del solido sollecitato a flessione retta. 6) Pressoflessione retta: calcolo di verifica e problema misto per la sezione rettangolare. 7) Introduzione al calcolo di verifica e di progetto con il metodo agli stati limite.

#### Testi / Bibliografia

- Lucidi e appunti di lezione
- E. Viola, *Scienza delle Costruzioni*, Voll. 1 e 3, Pitagora Editrice Bologna.
- E. Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, Voll. 1 e 2, Pitagora Editrice Bologna.

#### Metodi didattici

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni in aula, con lo scopo di guidare gli studenti alla risoluzione di problemi specifici di Meccanica delle strutture sulla base delle conoscenze acquisite a lezione.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento prevede una prova scritta e una successiva prova orale. La prova scritta verte sulla risoluzione di alcuni semplici esercizi del tipo di quelli affrontati durante le esercitazioni. La correzione della prova scritta è individuale. La successiva prova orale verte su alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione.

#### Strumenti a supporto della didattica

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore.

## 17429 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI I

<b>Docente:</b>	FERRETTI ELENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i concetti base della meccanica dei solidi e le metodologie per l'analisi strutturale e le verifiche di resistenza.

#### Programma / Contenuti

##### GEOMETRIA DELLE MASSE

Baricentro. Momenti d'inerzia. Momenti e assi principali di inerzia. Circolo di Mohr. Ellisse centrale d'inerzia. Nocciolo centrale d'inerzia.

##### ANALISI DELLA DEFORMAZIONE E DELLA TENSIONE

Campo di spostamento. Componenti di moto rigido e di deformazione. Direzioni e dilatazioni principali di deformazione. Sistemi spostamenti-deformazioni cinematicamente ammissibili. Vettore tensione.

Componenti cartesiane e speciali di tensione. Direzioni e tensioni principali. Circoli di Mohr. Sistemi forzazioni staticamente ammissibili. Equazioni di equilibrio indefinite e ai limiti.

### RELAZIONI GENERALI

Principio dei lavori virtuali per corpi deformabili e corpi rigidi. Lavoro virtuale interno ed esterno.

### CORPO ELASTICO

Lavoro di deformazione. Potenziale elastico e potenziale elastico complementare. Corpo elastico lineare. Costanti elastiche. Ipotesi di isotropia e leggi generalizzate di Hooke. Costanti elastiche per il mezzo isotropo. Problema dell'equilibrio elastico. Principio di sovrapposizione degli effetti. Principio di unicità della soluzione.

### PROBLEMA DI DE SAINT VENANT

Formulazione del problema. Ipotesi di De Saint Venant. Sforzo normale. Flessione retta. Flessione deviata. Sforzo normale eccentrico. Torsione. Centro di torsione. Trattazione approssimata del taglio. Centro di taglio.

### CRITERI DI RESISTENZA

Prove di caratterizzazione meccanica su materiali duttili e fragili. Criterio di Tresca. Criterio di Huber-Hencky-Von Mises. Criterio di Mohr-Coulomb.

### TEORIA DELLE STRUTTURE

Sistemi piani di forze. Vincoli. Analisi statica del corpo rigido mediante le equazioni cardinali della statica. Calcolo delle reazioni vincolari per via grafica e per via analitica. Analisi statica e cinematica delle strutture piane. Equazioni ausiliarie. Curva delle pressioni. Sistemi chiusi. Caratteristiche di sollecitazione nei problemi piani. Strutture reticolari piane. Simmetria e emisimmetria strutturale. Linea elastica. Calcolo di componenti di spostamento. Composizione di rotazioni e spostamenti. Metodo delle forze per la soluzione di strutture iperstatiche. Principio dei lavori virtuali: calcolo di spostamenti e rotazioni, soluzione di strutture iperstatiche. Cedimenti vincolari e distorsioni termiche. Carico critico euleriano. Metodo omega. Verifiche di resistenza a sforzo assiale, a flessione retta, deviata e composta, a taglio e a torsione.

### Testi / Bibliografia

- L. Boscotrecase, A. di Tommaso, *Statica applicata alle costruzioni*, Patron Ed., Bologna, 1976
- A. di Tommaso, *Fondamenti di Scienza delle Costruzioni*, parte I, 1981; parte II, 1993, Patron Ed., Bologna
- E. Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, 1/ Strutture isostatiche e geometria delle masse, 2/ Strutture iperstatiche e verifiche di resistenza, Pitagora Ed., Bologna, 1993
- Materiale fornito dal docente sul sito di e-learning

### Metodi didattici

Le lezioni e le esercitazioni tenute in aula sono integrate dal materiale disponibile sul sito di e-learning del corso, pensato come strumento di costante verifica individuale per stimolare l'autovalutazione dello studente sul proprio grado di comprensione degli argomenti trattati in aula. Il sito fornisce anche spunti per l'approfondimento personale e consente di valutare il livello di preparazione raggiunto al termine del corso, in vista del superamento dell'esame di profitto.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento prevede una prova scritta e una prova orale. Nella prova scritta si richiede allo studente di saper risolvere gli schemi strutturali, isostatici e iperstatici, e di saper condurre una verifica di resistenza. La successiva prova orale ha lo scopo di accertare il grado di padronanza delle nozioni teoriche presentate a lezione. Non sono previste prove parziali durante il corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni in aula si tengono con l'ausilio di lavagna tradizionale, lavagna luminosa e videoproiettore. Inoltre, a partire dall'A.A. 2005/2006, è a disposizione degli studenti un sito di e-learning sui contenuti del corso, comprensivo di un glossario, un indice di argomenti per l'approfondimento di temi specifici, una sezione con test di verifica dell'apprendimento per la valutazione del grado di comprensione degli argomenti trattati in aula e, infine, una sezione con simulazioni di prova d'esame e autovalutazione dei risultati.

## 17429 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI I

<b>Docente:</b>	UBERTINI FRANCESCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire i concetti di base della meccanica dei solidi e le metodologie per l'analisi strutturale e le relative verifiche.

**Programma / Contenuti**
**FINALITÀ, IPOTESI E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI  
ANALISI DELLA DEFORMAZIONE**

Spostamento e deformazione. Tensore di deformazione e significato fisico. Direzioni e dilatazioni principali di deformazione. Congruenza interna ed esterna. Equazioni di congruenza.

**ANALISI DELLA TENSIONE**

Forze di superficie e di volume. Equazioni di equilibrio del corpo rigido. Tensione interna e tensore degli sforzi. Direzioni e tensioni principali. Circoli di Mohr. Equazioni di equilibrio.

**RELAZIONI GENERALI**

Teorema dei lavori virtuali. Principio dei lavori virtuali: formulazioni alternative dell'equilibrio e della congruenza. Applicazioni alle travi.

**CORPO ELASTICO**

Comportamento dei materiali. Le prove sui materiali duttili e fragili. Comportamento elastico e lavoro di deformazione. Corpo elastico lineare. Ipotesi di isotropia. Il problema dell'equilibrio elastico.

Sovrapposizione degli effetti. Unicità della soluzione. Teoremi di Clapeyron, Betti e Maxwell.

**CRITERI DI RESISTENZA**

Stato limite e coefficiente di sicurezza. Criterio di Tresca. Criterio di Huber-Hencky-Mises. Criteri per materiali fragili.

**PROBLEMA DI SAINT-VENANT**

Impostazione generale. Ipotesi e postulato di Saint-Venant. Sforzo normale. Flessione retta e deviata. Sforzo normale eccentrico. Torsione. Trattazione approssimata del taglio. Sezioni sottili aperte e chiuse.

**TEORIA DELLE STRUTTURE**

La trave e le caratteristiche della sollecitazione. Vincoli. Analisi statica e cinematica. Curva delle pressioni.

Strutture reticolari. Geometria delle masse. Simmetria ed emisimmetria strutturale. Linea elastica. Calcolo di componenti di spostamento. Strutture iperstatiche: metodo delle forze e metodo degli spostamenti.

Trascurabilità di alcuni effetti. Stabilità dell'equilibrio elastico. Carico critico euleriano. Travi in c.a.: generalità e ipotesi fondamentali, sforzo assiale, flessione retta, presso- e tensio-flessione retta.

**Testi / Bibliografia**

- Lucidi e appunti di lezione
- E. Viola, *Lezioni di Scienza delle Costruzioni*, Pitagora Editrice Bologna, 2003.
- E. Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, Vol. 1, Pitagora Editrice Bologna, 1993.
- E. Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, Vol. 2, Pitagora Editrice Bologna, 1993.

**Metodi didattici**

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni in aula, con lo scopo di guidare gli studenti alla risoluzione di problemi specifici di Meccanica delle strutture sulla base delle conoscenze acquisite a lezione.

È prevista almeno una visita al Laboratorio di Resistenza dei Materiali per mostrare agli studenti alcune prove su materiali e strutture.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento prevede una prova scritta e una successiva prova orale. La prova scritta verte sulla risoluzione di alcuni semplici esercizi del tipo di quelli affrontati durante le esercitazioni. La correzione della prova scritta è individuale. La successiva prova orale verte su alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione. È previsto lo svolgimento di due prove scritte in corso d'anno, sostitutive di quella finale.

## Strumenti a supporto della didattica

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore. È prevista almeno una visita al Laboratorio di Resistenza Materiali.

## 17429 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI I

<b>Docente:</b>	DI LEO ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire i concetti di base della meccanica dei solidi e le metodologie per l'analisi strutturale e le relative verifiche.

## Programma / Contenuti

### FINALITÀ, IPOTESI E MODELLI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Generalità. Il modello geometrico e lo schema strutturale, il modello delle azioni esterne e i diagrammi di carico, il modello meccanico (o reologico) ed il comportamento meccanico dei materiali. Risposta strutturale e verifica di affidabilità.

### TEORIA DEI VETTORI

Vettori liberi: grandezze scalari e grandezze vettoriali; rappresentazione delle grandezze vettoriali, componente di un vettore secondo una retta orientata, operazioni (somma, moltiplicazione per uno scalare, prodotto scalare e prodotto vettoriale); rappresentazione cartesiana e componenti cartesiane, operazioni in componenti cartesiane.

Vettori applicati: operazioni (momento rispetto ad un polo, momento risultante di un sistema), sistemi di vettori a risultante nullo e non-nullo e campo di momenti da essi generato, asse centrale, sistemi piani (centro di vettori paralleli).

### GEOMETRIA DELLE AREE

Momento statico e baricentro, momenti del secondo ordine (momento d'inerzia assiale, momento centrifugo, momento d'inerzia polare) e teoremi di trasporto, leggi di variazione al ruotare del sistema di riferimento e circonferenza di Mohr, polarità d'inerzia (centro relativo di una retta, teorema di reciprocità, relazione di coniugio fra due rette), ellisse centrale e nocciolo centrale d'inerzia, rappresentazione funzionale del rapporto tra momento statico dell'area sottesa da una corda e lunghezza della stessa.

### MECCANICA DEL CORPO RIGIDO

Cinematica: modello meccanico dei vincoli, cinematica dei piccoli spostamenti (linearizzazione), il vincolo di rigidità, il corpo rigido e sua cinematica per piccoli spostamenti.

Statica: equazioni cardinali della statica e condizioni di equilibrio per il corpo rigido libero e vincolato; prestazioni statiche e cinematiche di vincoli piani semplici, doppi e tripli.

La trave piana: definizione e rappresentazione, studio dell'equilibrio per via analitica (equazioni cardinali) e via grafica (triangolo di equilibrio); caratteristiche della sollecitazione (convenzioni per il tracciamento dei

loro diagrammi) e loro relazioni differenziali per carichi distribuiti (equazioni indefinite di equilibrio), linea delle pressioni.

Sistemi piani di travi: la continuità materiale; sconnessioni semplici, doppie e triple; sistemi labili, isostatici ed iperstatici; sistemi staticamente impossibili, determinati ed indeterminati; studio dell'equilibrio per via analitica (equazioni cardinali della statica ed equazioni ausiliarie) e per via grafica (triangolo di equilibrio e linea delle pressioni); le strutture reticolari (metodo dei nodi e metodo della sezione di Ritter).

#### ANALISI DELLA DEFORMAZIONE

Campo di spostamento, parametri fisici descrittivi del campo di deformazione (dilatazione lineare specifica e scostamento angolare), componenti di deformazione pura (tensore di deformazione) e loro significato fisico, campo di deformazione cinematicamente ammissibile (congruenza).

#### ANALISI DELLA TENSIONE

Forze di superficie e di volume, vettore tensione e sue componenti cartesiane e speciali, tensore degli sforzi, componenti e direzioni principali ed invarianti, circoli di Mohr, equazioni indefinite di equilibrio nel volume ed al contorno (stati tensionali staticamente ammissibili), stati biassiali e monoassiali.

#### RELAZIONI GENERALI

Teorema dei lavori virtuali. Lavoro di deformazione e lavoro complementare di deformazione.

#### CORPO ELASTICO

Energia elastica ed energia elastica complementare. Stato elastico lineare. Stato elastico lineare di materiali isotropi. Leggi generalizzate di Hooke. Il problema dell'equilibrio elastico.

#### CRITERIO DI RESISTENZA

Deformazione volumetrica e primo invariante di deformazione. Tensore deviatorico di tensione e di deformazione. Criterio di Huber-Hencky-Mises.

#### PROBLEMA DI DE SAINT-VENANT

Formulazione del problema e sua imposizione. La ricerca della soluzione. Sforzo normale centrato. Flessione retta (equazione della linea elastica e conservazione delle sezioni piane) e deviata. Sforzo normale eccentrico. Torsione: la costruzione del campo di spostamento, la soluzione per la sezione circolare compatta, analogia idrodinamica, generalizzazione formale a sezioni generiche compatte e di profilo aperto di spessore sottile, formula di Bredt per sezioni cave di spessore sottile. Trattazione approssimata del taglio-flessione: la soluzione di Jourawski, la distribuzione delle tensioni tangenziali nelle direzioni della corda nel rispetto delle condizioni al contorno, centro di taglio.

TEORIA DELLE STRUTTURE Il calcolo di componenti di spostamento per deformabilità flessionale mediante integrazione dell'equazione della linea elastica. Cedimenti vincolari elastici. Distorsione termica. Formulazione del PLV per i sistemi di travi in presenza di carichi concentrati e distorsioni ed applicazioni al calcolo di componenti di spostamento. Simmetria ed emisimmetria strutturale. Applicazioni alla soluzione di schemi statici staticamente indeterminati. Carico critico euleriano e metodo omega.

#### Testi / Bibliografia

- L. Boscotrecase, A. Di Tommaso, *Statica applicata alla costruzioni*, 1976, Pàtron Ed, Bologna.
- A. Di Tommaso, *Fondamenti di Scienza delle Costruzioni*, Parte I (1981) e Parte II (1993), Pàtron Ed, Bologna.
- E. Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, Vol. 1, Pitagora Editrice Bologna, 1993.
- E. Viola, *Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni*, Vol. 2, Pitagora Editrice Bologna, 1993.

#### Metodi didattici

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni in aula, con lo scopo di guidare gli studenti alla risoluzione di problemi specifici di Meccanica delle strutture sulla base delle conoscenze acquisite a lezione.

L'attività di tutorato verrà svolta in parte con esercitazioni in aula preparatorie agli appelli d'esame secondo il seguente calendario:

- mercoledì 08.11.2006
- mercoledì 06.12.2006

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento prevede una prova scritta e una successiva prova orale. La prova scritta verte sulla risoluzione di alcuni semplici esercizi del tipo di quelli affrontati durante le esercitazioni. La correzione della prova scritta è individuale. La successiva prova orale verte su alcune domande che tendono ad accertare la conoscenza da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione.

Per l'A.A 2006/2007, il calendario delle prove d'esame è riportato nella tabella seguente:

#### Data

#### Ora

#### Aula

16/12/06

8.30

2.9 (?)

17/01/07

8.30

2.9

24/03/07

8.30

2.9

21/04/07

8.30

2.9

23/06/07

8.30

2.9

18/07/07

8.30

2.9

19/09/07

8.30

2.9

È previsto lo svolgimento di due prove scritte in corso d'anno, sostitutive della prova scritta finale.

Alla seconda prova, possono partecipare gli allievi che hanno conseguito un esito positivo nella prima prova. Gli allievi con esito positivo in entrambe le prove devono sostenere la prova finale, che verterà su quesiti di teoria, entro l'appello del 17/01/07.

Di seguito si riportano le date per le due prove parziali:

#### Data

#### Ora

**Aula**

11/11/06

8.30

0.5+0.6

09/12/06

8.30

0.5+0.6

Gli allievi vengono invitati a portare in sede di prova d'esame tutto il materiale occorrente per lo svolgimento della stessa (fogli di carta a quadretti, matite e penne, compasso e squadrette, calcolatrice, ...).

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore.

**57986 - SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI CERAMICI I**

<b>Docente:</b>	TIMELLINI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli allievi sono guidati a conseguire le conoscenze e gli strumenti metodologici necessari per comprendere le relazioni fra tecnologia, microstruttura e proprietà dei materiali ceramici per l'ingegneria, e per la scelta ed il corretto impiego di tali materiali.

**Programma / Contenuti****1. Introduzione al corso**

La ceramica ed i prodotti ceramici: definizioni, classificazioni.

**2. Microstruttura e proprietà generali dei materiali ceramici.**

Struttura e microstruttura dei materiali ceramici. La porosità. Caratteristiche meccaniche, termiche, chimiche, elettriche dei materiali ceramici. Correlazioni fra microstruttura e proprietà.

**3. La fabbricazione dei materiali ceramici: processi, tecnologie, soluzioni impiantistiche**

Preparazione impasto, formatura, essiccamento, preparazione ed applicazione degli smalti, cottura.

**4. I prodotti ceramici per edilizia; I prodotti ceramici per la casa; I prodotti ceramici per l'industria**

Tipi, Classificazione, Proprietà, Norme, Materie prime e tecnologia di fabbricazione.

**5. Le ceramiche tecniche avanzate**

Tipi e classificazione funzionale, Microstruttura e proprietà, Tecnologie.

**Testi / Bibliografia**

W.F.SMITH - Scienza e tecnologia dei materiali - seconda Ed., MacGraw Hill, Milano (2004)

Autori Vari - Manuale dei Materiali per l'Ingegneria - a cura di AIMAT, Mc-Graw-Hill Ed., Milano (1996) - *Cap. 7 Materiali ceramici tradizionali; Cap. 8 Materiali ceramici avanzati*

G.PEMILLANI, F.CORBARA - Tecnologia ceramica. Faenza Editrice, Faenza - *Vol. 1 Le materie prime (1999); Vol.2 La lavorazione (1999); Vo. 3 Le tipologie (2001)*

G.TIMELLINI, C.PALMONARI - Le piastrelle di ceramica italiane. Come e Perché - Ed. EDI.CER, Sassuolo (1999- 2002)

**Metodi didattici**

Lezioni frontali

Esercitazioni: analisi e valutazioni comparative di specifiche tecniche di materiali. Calcoli.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense delle lezioni ed altre pubblicazioni specifiche distribuite dal Docente

**44826 - SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI  
COMPOSITI LS**

<b>Docente:</b>	MOTORI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Conoscenza delle proprietà, degli impieghi e delle tecnologie di fabbricazione delle principali classi di materiali compositi. Comprensione dei meccanismi che consentono di ottenere proprietà peculiari sulla base della scelta dei componenti del materiale e della sua architettura. Capacità di scelta del materiale composito più idoneo in ragione dei requisiti tecnologici del manufatto da realizzare.

**Programma / Contenuti**

Generalità e peculiarità dei materiali compositi. Struttura e proprietà delle matrici metalliche, ceramiche e polimeriche. Struttura e proprietà dei principali agenti di rinforzo particellati e fibrosi. Microstruttura dei materiali compositi. Interfacce: descrizione e loro ruolo nel determinare le proprietà dei materiali compositi. Definizione di lamina e laminato. Sequenza di laminazione ed effetti di accoppiamento. Richiami di meccanica del continuo per materiali anisotropi. Modelli di previsione delle proprietà di una lamina a partire dalle proprietà dei materiali costituenti. Applicazione dei modelli a lamine rinforzate con fibre continue e discontinue. Criteri di cedimento a sforzo massimo e deformazione massima. Principali tecnologie di fabbricazione e settori di impiego dei materiali compositi. Misura di proprietà chimico-fisiche e meccaniche di compositi a matrice polimerica, metallica e ceramica. Metodi di prova e normativa.

**Testi / Bibliografia**

W.D. Callister, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, J. Wiley & Sons, New York, 2007.

D. Gay, S.V. Hoa, S.W. Tsai, *Composite materials: Design and Applications*, CRC Press Inc., New York, 2003.

P.K. Mallick, *Fiber-reinforced composites*, Marcel Dekker Ltd.

*Tests and Standards for the measurements of the main properties of composite materials.* Metodi di prova e normativa internazionale sui materiali compositi.

**Metodi didattici**

Il corso è integrato da esercitazioni pratiche in laboratorio sulla determinazione sperimentale di proprietà chimico-fisiche e meccaniche dei materiali compositi.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in un colloquio orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Laboratori per esercitazioni pratiche sulla determinazione sperimentale di proprietà chimico-fisiche e meccaniche dei materiali compositi.

**18011 - SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI ELETTRICI L**

<b>Docente:</b>	MOTORI ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0047 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire una trattazione unitaria delle proprietà, degli impieghi e dei criteri di scelta dei materiali per l'ingegneria elettrica. Nella parte finale del corso, attraverso esercitazioni pratiche in laboratori, gli studenti acquisiranno conoscenze sulle strumentazioni e le metodologie per la determinazione delle principali proprietà elettriche e meccaniche dei materiali.

**Programma / Contenuti**

Classificazione dei materiali. Principali materiali metallici, ceramici, polimerici e compositi impiegati nell'ingegneria elettrica. Proprietà generali e loro determinazione. Normativa.

Materiali monocristallini, policristallini e amorfi. Imperfezioni strutturali e proprietà dei materiali cristallini.

Metalli e leghe metalliche. Ceramici. Polimeri termoplastici e termoindurenti. Cristallinità, proprietà e applicazioni dei principali tecnopolimeri.

Microstruttura e proprietà dei materiali. Trasformazioni di equilibrio. Diagrammi di equilibrio binari in fase condensata. Esempi ed applicazioni.

Cenno ai processi elementari di trasporto di materia nei solidi. Esempi e applicazioni: trattamenti termochimici degli acciai, drogaggio dei semiconduttori.

Proprietà elettriche dei materiali: conduttori, semiconduttori e isolanti.

Conduzione elettrica e conducibilità elettrica. Conduttori metallici. Regole di Matthiessen e di Nordheim.

Principali materiali conduttori e loro proprietà.

Semiconduttori intrinseci ed estrinseci. Drogaggio e meccanismi di conduzione.

Materiali isolanti. Processi elementari di polarizzazione. Costante dielettrica complessa e processi di rilassamento dielettrico. Teoria di Debye. Principali materiali isolanti e loro proprietà. Prove e normativa.

Tecniche per lo studio delle proprietà elettriche dei materiali isolanti.

Cenno alle proprietà magnetiche dei materiali. Cenno alla superconduzione.

Proprietà meccaniche dei materiali. Elasticità, plasticità, frattura. Principali prove meccaniche. Normativa.

Cenni alle tecnologie di fabbricazione e/o formatura dei materiali per l'ingegneria: fusione/stampaggio, gelificazione, sinterizzazione, lavorazioni meccaniche.

Effetti delle condizioni di servizio sulle proprietà e sulle prestazioni dei materiali isolanti in condizioni di servizio. Processi di invecchiamento dei materiali isolanti. Tecniche analitiche per lo studio del comportamento nel tempo e dell'affidabilità degli isolanti organici.

**Testi / Bibliografia**

Per l'approfondimento dei temi trattati nel corso si possono consultare i seguenti testi:

W.D. Callister, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, J. Wiley & Sons, New York, 2007 (ora anche in italiano).

W. Tillar Shugg, *Handbook of Electrical and Electronic Insulating Materials*, IEEE Press, New York, 1995.

A.R. Blythe, *Electrical properties of polymers*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

Normativa (UNI, EN, ISO, ASTM, etc.) sui materiali.

**Metodi didattici**

Il corso è integrato da esercitazioni pratiche in laboratorio sulla determinazione sperimentale di proprietà chimico-fisiche, meccaniche ed elettriche dei materiali.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in un colloquio orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Laboratori per esercitazioni pratiche sulla determinazione sperimentale di proprietà chimico-fisiche, meccaniche ed elettriche dei materiali.

**41859 - SENSORI A STATO SOLIDO LS**

<b>Docente:</b>	REGGIANI SUSANNA
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo formativo del corso è quello di illustrare i principi di funzionamento delle più importanti categorie di sensori a stato solido. Gli studenti acquisiranno la conoscenza di sensori realizzati con tecniche proprie della Microelettronica e dei Sistemi Micro-Elettro-Meccanici (MEMS). Per ogni sensore saranno analizzati il principio fisico di base, il modello usato per la caratterizzazione, la tecnologia adottata per la realizzazione. Nelle esercitazioni verranno illustrati gli strumenti di simulazione numerica più idonei all'analisi dei sensori proposti nel corso.

**Programma / Contenuti**

1. Introduzione al corso. Definizione e classificazione dei sensori (cubo di Middelhoek e Noorlag).
2. I principali effetti fisici nei sensori a stato solido (effetti fotoelettrico, piezoelettrico, piezoresistivo, termoelettrico, termoresistivo, Hall).
3. Cenni sull'assorbimento di radiazione in un semiconduttore. Sensori ottici elementari: fotoresistore, fotodiodo (funzionamento continuo e impulsato), fotocondensatore MOS, fototransistori MOS e bipolare. Struttura e funzionamento dei dispositivi a trasferimento di carica (CCD); sensori ottici complessi lineari e a matrice. Analisi delle prestazioni di videocamere a stato solido.
4. Introduzione alle equazioni dell'elasticità; determinazione delle deformazioni di una trave a sbalzo e di una membrana. Sensori piezoresistivi di accelerazione e pressione (MAP). Sensore piezoelettrico di accelerazione. Sensori capacitivi di accelerazione verticale e laterale.
5. Sensori termici: sensori basati su moduli di microtermopile; sensori di temperatura basati su giunzioni a semiconduttore; sensori proporzionali alla temperatura assoluta (PTAT).
6. Sensori magnetici: piatti di Hall; sensori magnetici ad amplificazione differenziale (DAMS); MAGFET e dual-drain MAGFET; magnetotransistori verticale e laterale.

**Testi / Bibliografia**

Lucidi e appunti delle lezioni.

S. M. Sze "Semiconductor Sensors", Wiley Interscience.

Alcuni articoli di recente pubblicazione saranno indicati durante le lezioni.

Per i concetti di Microelettronica ed Elettronica dello stato solido:

E. De Castro "Fondamenti di Elettronica", UTET

M. Rudan "Tavole di Microelettronica", Pitagora Editrice Bologna

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno discusse le problematiche connesse con la realizzazione dei sensori a stato solido. Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio. Le esercitazioni saranno individuali o di gruppi costituiti da 2-4 persone (a seconda delle disponibilità di postazioni in laboratorio) e hanno lo scopo di fornire la possibilità a ciascun studente di potersi misurare nell'analisi del funzionamento di alcuni sensori utilizzando strumenti di simulazione numerica di dispositivi. Queste attività saranno programmate in modo che all'interno di ogni esercitazione lo studente possa simulare il funzionamento del sensore nelle condizioni di funzionamento delineate in forma teorica durante le lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento è unica e si svolge con un colloquio individuale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore e PC per le lezioni in aula, laboratorio didattico Lab1 per le esercitazioni.

**35040 - SENSORI E TRASDUTTORI LS**

**Corso di Laurea:** 0233 - Ingegneria elettronica  
**Mutuato da:** 44596 - SENSORI E TRASDUTTORI LS (6 CFU) (vedi p. 933)

**44596 - SENSORI E TRASDUTTORI LS (6 CFU)**

**Docente:** PASINI GAETANO  
**Corso di Laurea:** 0232 - Ingegneria elettrica  
**Ciclo:** 1  
**Crediti:** 6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire agli studenti indicazioni per:

- capire come si caratterizzano le prestazioni di un sensore nei diversi regimi di funzionamento
- caratterizzare le prestazioni di questi dispositivi dal punto di vista metrologico
- fornire una panoramica sulle diverse tipologie e principi di funzionamento di questi dispositivi
- fornire indicazioni per un corretto interfacciamento fra questi dispositivi e le apparecchiature di controllo ed elaborazione che ne sfruttano i segnali al fine di minimizzare l'incertezza sul valore dei parametri monitorizzati
- progettare ed implementare semplici sistemi di acquisizione ed elaborazione dei segnali forniti dai trasduttori

**Programma / Contenuti**

I sensori  
 La misurazione. Principali applicazioni dei sensori: misura e controllo. Impatto dei sensori nello sviluppo industriale.  
 Caratteristiche metrologiche dei sensori  
 Il ruolo del sensore. Il modello del sensore. La caratterizzazione del sensore. I regimi di funzionamento: regime stazionario e regime dinamico. Le condizioni operative. La vita. I criteri di scelta dei sensori.  
 Principi di funzionamento dei sensori passivi  
 Sensori resistivi. Sensori capacitivi. Sensori induttivi. Sensori magnetici, effetto Hall. Magnetoresistori.  
 Principi di funzionamento dei sensori attivi  
 Effetti Peltier, Thomson, Seebeck. Effetto piezoelettrico. Effetto piroelettrico.  
 Sensori e trasduttori per grandezze meccaniche

Encoder, Resolver, Synchro. Sensori di prossimità ad induzione. Estensimetri. Trasformatori differenziali lineari (LVDT). Trasduttori di posizione ad ultrasuoni.  
 Sensori e trasduttori per misure di portata.  
 Trasduttori a differenza di pressione, magnetici, ad ultrasuoni, a generazione di vortici e ad accelerazione di Coriolis.  
 Integrazione dei sensori nella strumentazione elettronica  
 I trasduttori come elementi circuitali. Amplificazione e rumore. Richiami sui blocchi di condizionamento del segnale. Smart sensors. Sistemi industriali per acquisizione dati da sensori e trasduttori. Strumenti virtuali.  
 I sensori a fibre ottiche  
 Applicazioni dei sensori  
 Applicazioni generali. Meccaniche. Automobilistiche. Avioniche. Robotiche. I sensori nel controllo di qualità.

### Testi / Bibliografia

- E. Arri, S. Sartori, *Le misure di grandezze fisiche*, Paravia, Torino, 1984.
- John G. Webster, *The measurement, instrumentation and sensors handbook*, IEEE Press, 1999
- *Handbook of Modern Sensors*, Jacob Fraden, AIP Press, 1996
- *Sensor technology and devices*, Ljubisa Ristic, Artech House, 1994
- Uni, Norma UNI 4546. Misure e misurazione.
- Fotocopie dei lucidi utilizzati a lezione

### Metodi didattici

Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa, PC, laboratorio didattico

## 45162 - SERVIZI GENERALI DI IMPIANTO LS

<b>Docente:</b>	FERRARI EMILIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso presenta i criteri generali per la scelta ed il dimensionamento dei più comuni impianti di servizio diffusi nei sistemi produttivi, integrando ed ampliando le conoscenze acquisite nel corso di Impianti meccanici, con particolare riferimento agli ambienti industriali. Gli argomenti sono presentati sia sotto l'aspetto tecnico-progettuale, attraverso la discussione dei metodi di progettazione, sia sotto l'aspetto tecnico-gestionale mediante l'indicazione delle norme e dei regolamenti vigenti.

### Programma / Contenuti

Parte 1 – Generalità. Richiami di impiantistica meccanica: elementi ed accessori degli impianti per la distribuzione di fluidi ("piping").

Parte 2 – Impianti per la produzione e la distribuzione di energia

Richiami sugli impianti tradizionali di produzione combinata di energia elettrica e termica (centrali termoelettriche, centrali con motori a combustione interna, centrali turbogas). Progettazione e

dimensionamento di impianti alternativi con pompe di calore ed impianti a pannelli solari. Confronto tecnico - economico ed esempi.

#### Parte 3 - Impianti elettrici industriali

Generalità. Calcolo della potenza necessaria. Cabina di trasformazione. Quadri. Linee di collegamento. Apparecchi utilizzatori. Fattore di potenza e rifasamento degli impianti. Rendimento degli impianti. Tariffe elettriche.

#### Parte 4 - Impianti per il benessere e la sicurezza negli ambienti di lavoro

Impianti di termoventilazione: dimensionamento dei canali d'aria e scelta dei ventilatori.

Protezione dai rumori. Propagazione del suono all'esterno e all'interno dei singoli ambienti. Valutazione dei rumori e normative. Principali sorgenti di rumore nell'industria. Attenuazione dei rumori. Esempi.

Protezione contro i pericoli elettrici, disposizioni legislative. Protezione negli impianti alimentati dalla rete a bassa tensione o da una propria cabina di trasformazione. Protezione nelle cabine di trasformazione. Progetto dell'impianto di terra. Disposizioni legislative.

Illuminazione. Emissione dell'energia radiante. Grandezze fotometriche ed illuminanti raccomandate. Riflessione, assorbimento e trasmissione della luce. Sorgenti luminose. Apparecchi illuminanti. Fondamenti tecnici d'illuminazione. Calcolo di progetto di impianti di illuminazione. Esempi.

#### Testi / Bibliografia

1. G. Coli, Impianti energetici ad elevato rendimento, Ed. PEG, Milano, 1992
2. G. Coli, Impianti per il benessere e la sicurezza dell'ambiente di lavoro, Ed. PEG, Milano, 1990
3. G. Coli, Impianti per la distribuzione dell'energia elettrica negli edifici industriali e civili, Ed. PEG, Milano, 1993
4. Monte A., Elementi di impianti industriali. Ed. Libreria Cortina, Torino, 1982
5. Pareschi A., Impianti industriali. Progetto Leonardo. Bologna, 1994
6. Pierfederici O., Impianti Meccanici. Ed. Pitagora, Bologna, 1980

#### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni frontali

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto su teoria (2/3) e pratica (1/3), con discussione orale finale

#### Strumenti a supporto della didattica

Dispense integrative redatte dal docente su alcuni argomenti

## 45162 - SERVIZI GENERALI DI IMPIANTO LS

<b>Docente:</b>	GENTILINI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 23855 - SICUREZZA DEL LAVORO E DIFESA AMBIENTALE L

<b>Docente:</b>	FABBRI SANTE
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno le principali metodologie di analisi dei sistemi per caratterizzare i cantieri civili e minerari. Acquisiranno criteri e concetti per determinare e valutare i rischi di infortunio e di difesa ambientale per cantieri civili, di scavo e minerari.

**Programma / Contenuti**

Obiettivi generali del corso.

Il corso affronta i problemi di analisi e progettazione della sicurezza del lavoro e della protezione dell'ambiente esterno da disturbi ed interferenze negative nell'industria estrattiva e nell'ingegneria degli scavi, nei cantieri per la realizzazione di opere civili e per interventi di consolidamento. Il corso passa in rassegna le metodiche operative e le attrezzature utilizzate. Vengono analizzati, dal punto di vista tecnico e con riferimento alle normative, gli aspetti di identificazione dei pericoli ed analisi di rischio in ambiente di lavoro, prevenzione infortuni, valutazione e miglioramento delle condizioni igienico ambientali nei posti di lavoro, ed i problemi di rilevamento e controllo dei fenomeni di disturbo.

Programma.

La sicurezza del lavoro: definizione del problema con specifico riferimento alle unità estrattive ed ai cantieri di scavo. Criteri di identificazione dei pericoli e degli impatti ambientali. Aspetti normativi in materia di sicurezza del lavoro e qualità ambientale: analisi e criteri di corretta applicazione dei supporti normativi nazionali, delle direttive comunitarie e delle principali norme e raccomandazioni straniere. La normativa macchine. Organismi di controllo. Infortuni sul lavoro: dati relativi al comparto. Problemi di igiene ambientale: aspetti particolari della questione per le unità estrattive per i cantieri di scavo; rischio di danno o disturbo verso l'esterno: Principi di rilevamento e riduzione di inquinanti in ambiente di lavoro (microclima, rumore, vibrazioni, polveri e gas). Principi di rilevamento e riduzione di emissioni ed immissioni.

In particolare verranno trattati: i cantieri temporanei e mobili; la segnaletica di sicurezza; le opere provvisorie e PIMUS; la cantierizzazione.

**Testi / Bibliografia**

- Appunti del docente.
- Normative vigenti sulla sicurezza.
- Il coordinatore per la sicurezza nelle costruzioni in fase di progettazione e di esecuzione. Maggioli Editore, II edizione, a cura di Arie Gottfried e Marco Trani, aprile 2000.

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno affrontate problematiche inerenti la sicurezza nella realizzazione di grandi opere di scavo, nei cantieri civili e nell'attività estrattiva. L'attività si articola in lezioni frontali ed esercitazioni applicative.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento è orale oppure con un test a risposta multipla e conterrà una probabile serie di domande, che tenderanno ad accertare la conoscenza teorica-pratica da parte dello studente.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori ecc.

## 57989 - SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO L

<b>Docente:</b>	ORLANDELLI CARLO MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire****Obiettivi formativi**

Il corso si prefigge di fornire le basi per la corretta applicazione degli strumenti propri dell'Analisi di rischio per sistemi complessi. In questo ambito particolare attenzione viene posta nella valutazione degli strumenti più sovente applicati nella odierna normativa.

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consentirà loro di poter applicare le procedure, sia qualitative sia quantitative, proprie dell'Analisi di rischio. In particolare si approfondiranno alcune metodologie (quali FMECA, HAZOP, Alberi degli eventi, Alberi dei guasti, Catene di Markov) particolarmente utili per l'applicazione delle moderne normative. Al fine di approfondire queste tecniche si effettuerà una loro applicazione ad un impianto industriale esistente.

**Programma / Contenuti**

1. Introduzione ad alcuni concetti e metodi dell'Analisi Statistica (funzioni di distribuzione di probabilità, strategie ottimali, valutazione dei parametri statistici ecc);
2. Affidabilità e Disponibilità (metodi per la loro valutazione sia per componenti, sia per sistemi), ridondanza attiva e passiva;
3. Metodi qualitativi (Safety review; Checklist, What if analysis, FMECA, HAZOP) e metodi quantitativi (Cammini elementari, Cammini di taglio, Albero dei guasti, Albero degli Eventi, Catene di Markov);
4. Metodi di valutazione dell'affidabilità umana;
5. Applicazione delle metodologie prima introdotte ad un caso studio;
6. Accenni ai criteri generali di gestione delle emergenze in impianti industriali;
7. Accenni ai processi esplosivi;
8. Riferimenti normativi.

**Testi / Bibliografia**

Per la prima parte del corso:

1. Appunti delle lezioni
2. T.H. Wonnacott; R.J. Wonnacott "Introduzione alla statistica" FrancoAngeli Editore
3. Jay L. Devore "Probability and Statistics for engineering and the Sciences- Fourth edition" Duxbury Press 1998

Per la seconda parte del corso:

1. Appunti delle lezioni
2. W.G. Schneeweiss "The Fault tree method" LiLoLe-Verlag GmbH 1999

**Metodi didattici**

La parte teorica del corso sarà costantemente affiancata da una serie di esercitazioni pratiche volte a permettere agli studenti di conseguire la necessaria dimestichezza con gli strumenti di calcolo utilizzati; per il momento non è previsto di ricorrere ad esercitazioni svolte al computer.

All'interno del corso è prevista una esercitazione complessa, opportunamente programmata, che prevede l'applicazione delle metodologie, introdotte nel corso stesso, ad un impianto industriale.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Durante lo svolgimento del corso è previsto il ricorso a test scritti (risposte chiuse, risposte aperte, esercizi) che permettano agli studenti di verificare il livello di apprendimento e comprensione via via raggiunti.

L'esame finale, orale, consisterà in una serie di quesiti volti ad individuare se le metodologie di calcolo introdotte nel corso siano state, ed in quale misura, correttamente interiorizzate.

#### Strumenti a supporto della didattica

##### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa

##### Lingua

Italiano

## 41858 - SISTEMI A MICROPROCESSORE LS

<b>Docente:</b>	RICCO' BRUNO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

#### Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso intende fornire una visione complessiva e di tipo "sistemistico" sulla realizzazione ed applicazioni di sistemi ("embedded") a microprocessore, in grado di fungere anche da inquadramento generale per ulteriori approfondimenti (Progettazione hardware- Software, Sistemi ad alta sicurezza, Strumentazione virtuale, ).

Il corso permette di acquisire le seguenti conoscenze principali:

- valutazione comparativa delle varie possibilità di realizzazione di sistemi elettronici;
- stima di costi, tempi di sviluppo, rischi;
- componenti e tecnologie dei sistemi elettronici digitali (con particolare riferimento a quelli realizzati su schede stampate).

#### Programma / Contenuti

- Sistemi di tipo "embedded" e loro applicazioni (elettronica ovunque)
- Metriche dei sistemi embedded (costo, prestazioni, consumo, time-to-market, tempo di vita, )
- Componenti dei sistemi embedded (processori, memorie, periferiche, )
- Realizzazione dei sistemi embedded (con schede standard, con realizzazione di schede e componenti standard, con sintesi di processori su FPGA o ASICs, )
- Tecnologie e realizzazione di schede
- Simulazione, emulazione, prototipizzazione rapida
- Collaudo, verifica, certificazione
- Esempi di realizzazioni ottime in relazione alle applicazioni
- Analisi di costi e tempi di realizzazione
- Esercitazione pratica su progetti in gruppo

**Testi / Bibliografia**

**Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction;** Frank Vahid and Tony Givargis; John Wiley & Sons; ISBN: 0471386782. Copyright (c) 2002.  
<http://www.cs.ucr.edu/content/esd/>

**Metodi didattici**

Lezioni in aula  
 Esercitazioni in aula  
 Esercitazioni in Laboratorio (attività pratica)

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esercitazione di laboratorio o tesina compilativa  
 + orale

**Strumenti a supporto della didattica**

videoproiettore, PC, lavagna luminosa.  
 Laboratorio

**49561 - SISTEMI A PORTANTE OTTICA L-A**

**Docente:** TARTARINI GIOVANNI  
**Corso di Laurea:** 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni  
 0048 - Ingegneria elettronica  
**Ciclo:** 3  
**Crediti:** 3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

In questo Corso i Sistemi di Telecomunicazione Ottici verranno presentati ed analizzati sotto l'ASPETTO INGEGNERISTICO.

La fibra ed i vari componenti e dispositivi ottici saranno quindi "scatole nere" di cui verranno evidenziate le funzionalità.

Le conoscenze acquisite verranno utilizzate per il progetto di sistemi di telecomunicazione reali, con l'utilizzo di pacchetti software professionali.

Attraverso esercitazioni di laboratorio gli studenti potranno infine effettuare esperienze dirette di misura di alcune caratteristiche di sistemi in fibra ottica reali.

**Programma / Contenuti****LE FIBRE OTTICHE: CARATTERISTICHE DI BASE**

Struttura e materiali costituenti  
 Fibre a singolo modo e fibre multimodo  
 Caratteristiche della trasmissione in fibra ottica

**I SISTEMI IN FIBRA OTTICA: ASPETTI INGEGNERISTICI**

Principali dispositivi e componenti ottici.  
 Funzioni svolte, Non Idealità, Parametri di progetto.

**TRASMISSIONE IN FIBRA OTTICA DI SEGNALI A RADIOFREQUENZA**

Sistemi televisivi via cavo (CATV) e Radio Over Fiber (ROF)

Principali componenti a Radiofrequenza utilizzati

Struttura dei Sistemi e Non Idealità

Parametri di Progetto, Progetto al computer

Effettuazione di misure di laboratorio su Sistemi ROF reali

**TRASMISSIONE IN FIBRA OTTICA DI SEGALI DIGITALI**

Struttura dei Sistemi e Non Idealità

Calcolo della probabilità di errore in ricezione

**Testi / Bibliografia**

- Propagazione Ottica Libera e Guidata, P. Bassi, G. Bellanca, G. Tartarini, Ed. CLUEB
- Componenti e Circuiti Ottici, P. Bassi, G. Bellanca, G. Tartarini, Ed. CLUEB
- Fiber-Optic Communication Systems, G. Agrawal, Ed. Wiley-Chang

postamble();

**Metodi didattici****Lezioni:**

- Lavagna 'tradizionale'
- Videoproiettore (saltuariamente)

**Esercitazioni:**

- Lavagna 'tradizionale'
- Laboratorio software

**Modalità di verifica dell'apprendimento****L'esame si compone di:**

- Prova di laboratorio software
- Prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense fornite dal docente

Esercizi risolti forniti dal docente

Esercitazioni di Laboratorio

Seminari

(vedi)

**35041 - SISTEMI A PORTANTE OTTICA LS**

<b>Docente:</b>	TARTARINI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso presenterà le caratteristiche della fibra ottica e dei principali dispositivi presenti all'interno dei sistemi di telecomunicazione ottici, legando le loro caratteristiche sistemistiche (cioè il "come funzionano") ai fenomeni elettromagnetici su cui essi si basano (cioè al "perché funzionano così").

Le conoscenze acquisite verranno poi utilizzate per il progetto di componenti e di sistemi di telecomunicazione ottici reali, anche con l'utilizzo di pacchetti software professionali.

**Programma / Contenuti****LA FIBRA OTTICA**

Un modello semplice: la lastra piana dielettrica

La Fibra ottica e le sue caratteristiche principali

- Attenuazione
- Dispersione
- Fenomeni non lineari

#### **STUDIO DI ALCUNI DISPOSITIVI OTTICI**

Matrice di Diffusione e sue proprietà

Cavità di Fabry-Perot e filtri ottici

Reticoli di diffrazione e loro applicazioni

Accoppiatori direzionali

#### **SORGENTI E RIVELATORI**

Richiami sulle proprietà dei semiconduttori

Funzionamento dei LED e dei LASER

Amplificatori Ottici

Funzionamento dei PIN e degli APD

Principali tipi di ricevitori a rivelazione diretta.

#### **CONSIDERAZIONI SISTEMISTICHE**

Probabilità di errore in ricezione

Dimensionamento di un sistema ottico.

Cenni sui sistemi 'Radio Over Fiber'

Cenni sui sistemi ottici coerenti

#### **ESERCITAZIONI DI LABORATORIO**

(Software OPTSIM di RSOFT®)

Sistema ottico 'Attenuation Limited'

Sistema WDM

#### **Testi / Bibliografia**

- Propagazione Ottica Libera e Guidata, P. Bassi, G. Bellanca, G. Tartarini, Ed. CLUEB
- Componenti e Circuiti Ottici, P. Bassi, G. Bellanca, G. Tartarini, Ed. CLUEB
- Fiber-Optic Communication Systems. G. Agrawal, Ed. Wiley-Chang

postamble());

#### **Metodi didattici**

##### **Lezioni:**

- Lavagna 'tradizionale'
- Videoproiettore (saltuariamente)

##### **Esercitazioni:**

- Lavagna 'tradizionale'
- Laboratorio software

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

##### **Durante il corso:**

- Breve prova scritta intermedia
- Breve prova scritta finale
- Breve prova orale

##### **Non-durante il corso:**

- Prova scritta
- Prova orale

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense fornite dal docente  
 Esercizi risolti forniti dal docente  
 Esercitazioni di Laboratorio  
 Seminari  
 (vedi )

## 35042 - SISTEMI D'ANTENNA LS

<b>Docente:</b>	RIZZOLI VITTORIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

SVILUPPO DI UNA SOLIDA CONOSCENZA DI CARATTERE SCIENTIFICO-METODOLOGICO DEI PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E DELLE TECNICHE DI ANALISI E DI PROGETTO DEI PRINCIPALI SISTEMI D'ANTENNA UTILIZZATI NEI MODERNI RADIOSISTEMI. CONOSCENZA DETTAGLIATA DELLE ANTENNE DI USO PIU' COMUNE (ANTENNE A DIPOLI, SISTEMI A RIFLETTORE, ANTENNE INTEGRATE) E DEI RISPETTIVI AMBITI APPLICATIVI. CONOSCENZA DEGLI ALGORITMI DI BASE E DELLE MODALITA' DI UTILIZZO DI SIMULATORI COMMERCIALI PER L'ANALISI ELETTROMAGNETICA DI SISTEMI D'ANTENNA.

### Programma / Contenuti

Proprietà generali delle antenne come sorgenti matematiche. Centro di fase di un'antenna. Rumore termico e temperatura equivalente di rumore di un'antenna. Progetto di massima di una tratta radio. Fondamenti dell'elettromagnetismo computazionale. Metodo dei momenti. Problemi di scattering. Potenza ricevuta e potenza rirradiata da un'antenna. Sezione radar monostatica e bistatica e suo calcolo numerico. Equazione del radar. Sezione radar di ostacoli puntiformi. Polarizzazione del campo diffuso. Dipoli elettromagnetici. Analisi di un dipolo matematico descritto come una distribuzione di corrente nota e calcolo delle grandezze caratteristiche della radiazione. Dipolo a mezz'onda. Rendimento. Teorema delle immagini e realizzazione di dipoli tramite monopoli. Equazione integrale di Pocklington per la distribuzione di corrente e sua risoluzione con il metodo dei momenti. Impedenza di ingresso e banda utile di un dipolo. Antenne composite. Fattore complesso di composizione e campo a grande distanza. Schiere lineari uniformi a radiazione trasversale e assiale. Schiere binomiali. Schiere bidimensionali. Scansione elettronica delle schiere. Schiere di dipoli. Applicazioni: schermi elettromagnetici, antenne radar, antenne per stazioni radiobase. Accoppiamento tra elementi ed elementi parassiti. Calcolo delle distribuzioni di corrente con il metodo dei momenti. Calcolo della matrice impedenza della schiera. Applicazioni: antenne Yagi-Uda, dipoli ripiegati, antenne log-periodiche. Antenne ad apertura. Radiazione da una apertura in condizioni generali. Efficienza d'apertura. Calcolo delle grandezze caratteristiche nell'ipotesi di apertura illuminata da un'onda piana TEM. Sorgente di Huygens. Principio di Huygens-Fresnel e diffrazione elettromagnetica. Apertura circolare illuminata uniformemente. Effetti di un profilo di illuminazione non uniforme. Antenne a riflettore parabolico. Calcolo del campo sull'apertura e dell'efficienza d'apertura. Guadagno di sistema, efficienza di spillover ed efficienza di illuminazione. Ottimizzazione del guadagno. Polarizzazione del campo sull'apertura e reiezione della

polarizzazione incrociata. Progetto dell'illuminatore primario. Illuminatori a tromba piramidale e circolare. Illuminatori circolari dual-mode. Sistemi a riflettore disassato. Illuminazione tramite subriflettore e sistema Cassegrain. Antenne integrate a microstriscia. Antenna rettangolare: analisi approssimata tramite un modello intuitivo. Analisi numerica rigorosa di antenne di forma qualunque tramite il metodo dei momenti. Calcolo dell'impedenza di ingresso. Applicazioni: schiere di antenne a microstriscia, antenne integrate interne per ricetrasmittitori mobili, antenne integrate a larga banda, antenne a spirale.

### Testi / Bibliografia

V. RIZZOLI E D. MASOTTI, 'LEZIONI DI SISTEMI D'ANTENNA' (VOLUMI 1 E 2), ESCULAPIO-PROGETTO LEONARDO, 2004/2006. L. STUTZMAN E G. A. THIELE, 'ANTENNA THEORY AND DESIGN', JOHN WILEY & SONS, 1998 (TESTO DI RIFERIMENTO).

### Metodi didattici

NELLE LEZIONI VENGONO SVILUPPATI ANZITUTTO GLI ASPETTI GENERALI E LE METODOLOGIE DI STUDIO DEI SISTEMI D'ANTENNA, CHE VENGONO POI APPLICATE ALL'ANALISI DETTAGLIATA DELLE ANTENNE DI PIU' COMUNE IMPIEGO, INCLUSE LE SCHIERE YAGI-UDA, LE ANTENNE LOG-PERIODICHE, I SISTEMI A RIFLETTORE PARABOLICO E LE ANTENNE A MICROSTRISCIA. LE ESERCITAZIONI SONO IN BUONA PARTE DEDICATE ALL' IMPIEGO DI PROGRAMMI DI SIMULAZIONE ELETTROMAGNETICA NELL'ANALISI DI ANTENNE DI CONFIGURAZIONE COMPLESSA, E IN PARTE ALLA RISOLUZIONE DI SEMPLICI PROBLEMI DI DIMENSIONAMENTO DEI RADIOSISTEMI

### Modalità di verifica dell'apprendimento

COLLOQUIO ORIENTATO AD APPURARE LA COMPrensIONE DA PARTE DELLO STUDENTE DELLE METODOLOGIE DI ANALISI E DI PROGETTO E DELLE PROPRIETA' SPECIFICHE DEI PRINCIPALI SISTEMI D'ANTENNA. RISOLUZIONE DI SEMPLICI ESERCIZI SUI RADIOSISTEMI.

### Strumenti a supporto della didattica

SONO DISPONIBILI DISPENSE IN CUI E' SVILUPPATA IN DETTAGLIO LA MATERIA SVOLTA NEL CORSO. DURANTE LE LEZIONI SI FA USO DI DIAPOSITIVE PER SOLLEVARRE PARZIALMENTE GLI STUDENTI DALLA NECESSITA' DI PRENDERE APPUNTI, SOPRATTUTTO PER QUANTO RIGUARDA GLI ASPETTI MATEMATICI DELLA TRATTAZIONE. COPIE DELLE DIAPOSITIVE PROIETTATE DURANTE LE LEZIONI SONO DISPONIBILI VIA INTERNET (SITO ELEARNING).

## 41585 - SISTEMI DI COMMUTAZIONE LS

<b>Docente:</b>	RAFFAELLI CARLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso presenta le architetture dei nodi delle reti di telecomunicazione in relazione alla modalità di trasferimento adottata, sia per reti tradizionali a commutazione di circuito e di pacchetto, sia per le più moderne reti ad alta velocità. Vengono inoltre trattate le principali modalità di progetto e dimensionamento dei sottosistemi che compongono il nodo.

**Programma / Contenuti**

Reti di interconnessione. Architettura generale di un commutatore. Classificazione delle reti di interconnessione. Reti a stadio singolo. Reti multistadio. Reti di Clos. Reti banyane. Ordinatori bitonici. Modalità di rappresentazione di reti di connessione. Prestazioni.

Architetture per la commutazione nelle reti a pacchetto. Architetture a bus: meccanismi fondamentali e limiti prestazionali. Descrizione di un router realizzato su PC. Architetture per commutatori a pacchetto ad alta velocità.

Tecniche di accodamento e di scheduling. Supporto di modelli di qualità di servizio nei nodi di rete. Priority queueing e weighted fair queueing.

Architetture per la commutazione a circuito nelle reti analogiche e numeriche. Commutazione numerica: matrici T, TST, STS e relativo dimensionamento. Esempi.

Architetture per la commutazione a cella nelle reti ATM. Architettura generale di un commutatore a divisione di spazio ATM. Realizzazione di commutatori con accodamento in ingresso, in uscita. Commutatori a memoria condivisa.

La commutazione nel dominio ottico. Commutazione WDM a circuito. La tecnica GMPLS. Commutazione ottica a pacchetto e a burst e architetture relative. Tecniche per la realizzazione dell'accodamento.

Modelli per il dimensionamento di commutatori. Code geometriche per la rappresentazione dell'accodamento. Modelli per accodamento in ingresso. Modelli per accodamento in uscita.

**Testi / Bibliografia**

J. Y. HUY, 'SWITCHING AND TRAFFIC THEORY FOR INTEGRATED BROADBAND NETWORKS' KLUWER ACADEMIC PUBLISHER BOSTON

W. STALLINGS ISDN AND BROADBAND ISDN MACMILLAN ED. NEW YORK

J. Y. HUY SWITCHING AND TRAFFIC THEORY FOR INTEGRATED BROADBAND NETWORKS KLUWER ACADEMIC PUBLISHER BOSTON

**Metodi didattici**

Lezioni tradizionali in aula corredate da pogetto di software router in laboratorio.

Primi approcci diretti con la lettura scientifica attraverso l'assegnazione di lettura di articoli in lingua inglese

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esami orali.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense a cura del docente reperibili anche sul sito:

[deis-tlc.deis.unibo.it](http://deis-tlc.deis.unibo.it)

**45170 - SISTEMI DI COMUNICAZIONI MULTIMEDIALI LS**

<b>Docente:</b>	ZANELLA ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso fornisce gli elementi di base per la comprensione delle reti di telecomunicazione che supportano l'erogazione di applicazioni a carattere multimediale. A tal fine, il corso approfondisce alcune tematiche affrontate nei moduli di Telecomunicazioni L-A e L-B, con particolare riferimento alla rete Internet e alle

applicazioni avanzate (quali ad esempio VoIP e gli strumenti per il telelavoro o il lavoro cooperativo, la telemedicina, etc), alle reti mobili cellulari GSM, GPRS e UMTS, ai sistemi wireless indoor (WiFi) e a larga banda (WiMAX) ed ai servizi avanzati multimediali interattivi. Verranno inoltre analizzate le principali tecniche di compressione per segnali audio e video. Il corso fornisce inoltre gli elementi descrittivi delle architetture di rete e di servizio.

### Programma / Contenuti

Programma di massima del corso:

- Fondamenti di TLC
- Sorgenti a carattere multimediale
- Internet (dal livello applicativo fino al livello di rete)
- Internet e multimedialità
- Esempio di applicazioni multimediali
- Tecnologie wireless a supporto della multimedialità
- Seminari di fine corso

### Testi / Bibliografia

- M. Chiani, R. Verdone, Fondamenti di telecomunicazioni per l'ingegneria gestionale, Pitagora, Bologna.
- Andrisano, Dardari, Appunti di Sistemi di Telecomunicazione (elementi di progetto di sistemi radiomobili); Progetto Leonardo, Bologna.
- J.F. Kurose, K.W. Ross, Internet e reti, McGraw-Hill.

### Metodi didattici

Lezioni alla lavagna e con lucidi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale. Presentazione facoltativa (10 lucidi) su argomenti inerenti le tematiche del corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi su alcune parti del corso.

## 57991 - SISTEMI DI CONTROLLO DI GESTIONE L

<b>Docente:</b>	MONDAINI DAVIDE
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [L-Z] 0050 - Ingegneria dei processi gestionali - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Approfondire e ampliare la conoscenza di base che presiede alla redazione ed interpretazione del bilancio acquisita con il corso di EOA. Approfondire e ampliare la conoscenza di base che presiede alla progettazione della Contabilità Direzionale. Introdurre al budget, all'analisi degli scostamenti, all'Activity Based Costing e ai principali strumenti di misurazione delle performance aziendali e delle singole unità organizzative.

### Programma / Contenuti

Robert Anthony, Leslie k. Breitner e Diego Maria Macri -Il bilancio: strumento di analisi per la gestione, 3a edizione- McGraw-Hill Italia, 2004 (capitoli 9 e 10) Robert Anthony; David F. Hawkins; Diego M. Macri e Kenneth. A. Merchant - Sistemi di controllo: analisi economiche per le decisioni aziendali, 2a edizione McGraw-Hill Italia, 2004 (capitoli 4-14 e 18) Esercizi resi disponibili sul sito [www.ateneonline.it/anthony](http://www.ateneonline.it/anthony) Casi e ulteriore materiale didattico inviati dal docente sul sito [www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it)

**Testi / Bibliografia**

Robert Anthony, Leslie k. Bretnner e Diego Maria Macri - Il bilancio: strumento di analisi per la gestione, 3a edizione- McGraw-Hill Italia, 2004 Robert Anthony; David F. Hawkins; Diego M. Macri e Kenneth. A. Merchant - Sistemi di controllo: analisi economiche per le decisioni aziendali, 2a edizione McGraw-Hill Italia, 2004 Esercizi resi disponibili sul sito [www.ateneonline.it/anthony](http://www.ateneonline.it/anthony) Casi e ulteriore materiale didattico inviati dal docente sul sito [www.universibo.unibo.it](http://www.universibo.unibo.it)

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Modalità svolgimento esame: prova scritta con domande di teoria ed esercizi.

**Strumenti a supporto della didattica**

Casi aziendali e testimonianze.

**57991 - SISTEMI DI CONTROLLO DI GESTIONE L**

<b>Docente:</b>	MACRI' DIEGO MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0049 - Ingegneria gestionale - [A-K] 0050 - Ingegneria dei processi gestionali - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**36000 - SISTEMI DI CONTROLLO DIGITALE L-A**

<b>Docente:</b>	BONIVENTO CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0233 - Ingegneria elettronica 0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso, partendo dalle basi fornite dai moduli di Controlli automatici, si propone di fornire gli elementi di analisi e progetto dei regolatori digitali, ossia di quei sistemi di controllo in cui l'unità di elaborazione è costituita da un calcolatore elettronico e l'acquisizione dei dati è scandita da un opportuno periodo di campionamento.

**Programma / Contenuti**

Gli argomenti principali delle lezioni sono:

- La struttura dell'anello di controllo digitale: componenti, tipi di segnale.
- Equazioni alle differenze.
- La zeta-trasformata. Proprietà e teoremi notevoli
- Campionamento dei segnali. Spettro del segnale campionato.
- Ricostruttori di segnale.
- Corrispondenza tra piano  $s$  e piano  $z$ .
- Composizione schema a blocchi con campionatori.
- Criteri di stabilità per sistemi discreti.
- Specifiche di progetto.
- Tecniche di discretizzazione.
- Progetto mediante uso del piano ausiliario  $w$ .
- Progetto mediante luogo delle radici.

- Regolatori PID digitali
- Cenni al progetto analitico per assegnazione poli-zeri.

### Testi / Bibliografia

C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi "Sistemi di controllo digitale", Esculapio ed., Bologna, 1999.

### Metodi didattici

Le esercitazioni fanno ampio uso di Matlab e Simulink. Gli studenti sono invitati a svolgere un progetto di sistema di controllo e a discutere la relativa relazione in sede di valutazione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste in buona parte nella discussione del progetto svolto (modalità raccomandata). E' tuttavia possibile svolgere l'esame finale orale anche senza la presentazione del progetto.

### Strumenti a supporto della didattica

- Lavagna luminosa.
- Pc e video proiettore.

## 41582 - SISTEMI DI CONTROLLO DISTRIBUITO LS

<b>Docente:</b>	ROSSI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione 0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si prefigge di fornire allo studente le metodologie e le tecnologie per la progettazione di sistemi di controllo distribuiti real-time. Sarà presentato il flusso che va dalla progettazione funzionale alla scelta delle architetture hardware e software, con particolare riferimento alle problematiche real-time in presenza di reti di comunicazione digitale. Saranno inoltre presentate le soluzioni oggi disponibili a livello industriale ed i relativi trend di sviluppo.

### Programma / Contenuti

- Motivazioni e vantaggi dei sistemi di controllo distribuito.
- Controllo per sistemi complessi: scomposizione funzionale, modularità, riutilizzabilità, scalabilità.
- Approccio gerarchico alla progettazione funzionale, scomposizione in livelli, formalismi per la descrizione di sistemi complessi.
- Architetture hardware distribuite: input-output distribuito, reti di comunicazione digitale per l'automazione e bus di campo, elaborazione real-time distribuita. Soluzioni commerciali e loro limitazioni.
- Architetture software per sistemi real-time distribuiti: soluzioni time-triggered e event-triggered, scheduling in presenza di reti digitali, sincronizzazione tra vari nodi, modularità e riutilizzabilità.
- Effetti dell'implementazione con architetture distribuite sulle prestazioni del sistema di controllo: determinismo, ritardo, jitter.
- Scelta e dimensionamento del sistema di elaborazione distribuito.
- Durante il corso saranno presentati casi di studio tratti dai settori dell'automazione industriale e dei sistemi di controllo embedded

### Testi / Bibliografia

- Lucidi forniti dal docente

### Modalità di verifica dell'apprendimento

- Prova orale

## 35076 - SISTEMI DI LAVORAZIONE L

<b>Docente:</b>	TOMESANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso descrive i processi di formatura da liquido, quelli per deformazione plastica e le principali tecnologie di saldatura. Sono introdotti anche i principi di caratterizzazione dei materiali (prove di trazione, torsione, resilienza...). Lo studente dovrà saper valutare l'applicabilità dei vari processi di produzione alla realizzazione di specifici prodotti in relazione alle caratteristiche richieste.

**Programma / Contenuti**

Lavorazioni per deformazione plastica Teoria della plasticità: Stati tensionali, Criteri di plasticità, Stati deformativi, Leggi della plasticità, Deformazione equivalente, Stati di deformazione, deformazione assialsimmetrica, deformazione piana, effetto della temperatura sulle deformazioni plastiche Caratterizzazione dei materiali alla deformazione plastica: Prova di trazione, Leggi di flusso plastico a freddo, Relazione fra incrudimento e inizio della strizione, Velocità di deformazione, Prova di compressione, Prova di Ford, Prova di torsione, Leggi di flusso plastico a caldo, Prove di caratterizzazione dell'attrito, Ring test, Estrusione a doppia coppa Metodi di soluzione: metodo dell'energia di deformazione uniforme, metodo delle sezioni piane, metodi agli elementi finiti. Lavorazioni massive: Ricalcatura e stampaggio, Laminazione, Trafilatura, Estrusione. Lavorazioni delle lamiere: Tranciatura, Stiramento, Piegatura, Imbutitura Processi di formatura da liquido Produzione della ghisa e dell'acciaio: l'altoforno, Affinazione della ghisa greggia, Convertitori Bessemer e Thomas. Processo L.D., Processo Martin-Siemens, Colata in siviera, Colata diretta e in sorgente, Colata continua, Colata sottovuoto. Tecnologia fusoria: Forni di rifusione. Modelli: estraibilità, angoli di sforno, ritiro, sovrametalli, portata d'anima e anime. Casse d'anima. Caratteristiche delle anime: resistenza meccanica, permeabilità, cedevolezza, sgretolabilità La solidificazione: La nucleazione omogenea. La nucleazione eterogenea. L'inoculazione, Microstrutture di solidificazione: grani, bordo del grano. Macrostrutture di solidificazione. Eterogeneità chimiche. Solidificazione direzionale, difetti di solidificazione, porosità, cavità di ritiro. Materozze. Processi di formatura in forma transitoria. Formatura manuale a pressione in staffa e motta, Formature meccaniche a pressione, a vibrazione e compressione, a lancio centrifugo, con aria compressa, Formatura chimica: processo al CO<sub>2</sub>, processo sabbia-cemento, processi Cold Box. Shell-Molding. Microfusione. Policast. Processi di formatura da liquido in forma permanente: Colata in conchiglia a gravità, colata a bassa pressione, pressocolata (camera calda e camera fredda) Processi di saldatura Saldature autogene: Arco elettrico, Principi, condizioni di innesco, stabilità ed alimentazione, Caratteristica statica dell'arco elettrico: condizioni di regime libero e strozzato, Caratteristica esterna del generatore: proprietà, e punti di funzionamento. Processi: saldatura manuale ad elettrodo rivestito, T.I.G., plasma, MIG/MAG, arco sommerso. Principi di funzionamento, gas di assistenza, tipi di elettrodo, alimentazione elettrica, campi di applicazione Sorgente laser. Principi generali e caratteristiche di una radiazione laser, Architettura di una sorgente laser CO<sub>2</sub> e modalità di generazione di una radiazione laser, Laser Nd:Yag e laser ad eccimeri, saldatura autogena mediante sorgente laser, caratteristiche di un impianto laser: schema macchina e schema testa, saldatura laser per conduzione e per keyhole, proprietà di una saldatura laser per keyhole, campi di applicazione Strutture dei giunti saldati: cicli termici, apporto termico specifico, zone termicamente alterate, deformazioni indotte, difetti di saldatura, cricche a caldo, cricche a freddo, strappi lamellari Saldature autogene per pressione: saldatura per punti, per rilievi, elettrocalcatura e scintillio. Principi, Andamento della resistenza elettrica e scelta dei parametri di pressione, corrente e tempo di scarica ottimali, Cicli termici, Campi di applicazione Saldature eterogenee: Brasature forti, brasature dolci, saldobrasature. Principi, Parametri di processo, Leghe brasanti e campi di applicazione

**Testi / Bibliografia**

S. Kalpakjian "Manufacturing Engineering and technology", Addison-Wesley F. Giusti, M. Santochi "Tecnologia Meccanica e Studi di Fabbricazione", Casa ed. Ambrosiana, Milano, 2001 J.G. Bralla "Handbook of product design for manufacturing", McGraw-Hill, 1986 M. M. Farag "Materials Selection for Engineering Design, Prentice Hall, 1997 J.A. Shey "Introduction to Manufacturing Processes" McGraw-Hill, 1987

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno discusse le problematiche generali dei processi di lavorazione. Parte del corso sarà finalizzata alla risoluzione di esercizi di calcolo di forze, tensioni e deformazioni di lavoro. Il corso sarà affiancato da esercitazioni su casi industriali, esaminando i motivi che hanno condotto a specifiche scelte di lavorazione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La prova di accertamento è scritta e conterrà una serie di domande, che tenderanno ad accertare la conoscenza teorica da parte dello studente sul programma presentato a lezione, e la soluzione di un esercizio sul tipo di quelli affrontati durante il corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le dispense del corso sono disponibili nella copisteria della Facoltà

**57992 - SISTEMI DI PRODUZIONE AUTOMATIZZATI L-A**

<b>Docente:</b>	PARESCI ARRIGO
<b>Corso di Laurea:</b>	0055 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire****Finalità del Corso**

L'insegnamento si propone di fornire i criteri generali e i metodi quantitativi che presiedono alla scelta, alla progettazione e alla gestione dei sistemi automatici di fabbricazione, assemblaggio, movimentazione e stoccaggio sempre più presenti nei moderni sistemi produttivi dell'industria e del terziario per garantire elevati livelli di flessibilità e di integrazione dei flussi fisici e informativi. All'approccio tecnico-progettuale si accompagna l'analisi della convenienza economica degli investimenti richiesti.

**Programma / Contenuti**

Generalità e classificazione dei sistemi di produzione automatizzati e loro ruolo nell'impiantistica industriale e nel terziario, come strumento di integrazione dei flussi fisici e informativi; automazione flessibile dei processi produttivi di beni e servizi come risposta alle variazioni del mercato. Criteri di ottimizzazione tecnico-economica nella progettazione dei sistemi di produzione in funzione del grado di automazione e di flessibilità. Evoluzione dei sistemi produttivi: il concetto di integrazione gestionale del sistema di produzione. Il sistema CIM (Computer Integrated Manufacturing). Sistemi automatici e flessibili di fabbricazione FMS (Flexible Manufacturing System) e principali elementi costitutivi. Il concetto di Group Technology o "tecnologia per famiglie di prodotti o servizi?". Criteri di progettazione di un sistema FMS. Sistemi automatici e flessibili di assemblaggio FAS (Flexible Assembling System). Generalità sull'assemblaggio automatico. Elementi costitutivi di una linea flessibile di assemblaggio. Progettazione di una linea flessibile di assemblaggio automatico. Sistemi automatici di confezionamento. Sistemi flessibili di trasporto a guida automatica con carrelli AGV (Automated Guided Vehicle). Caratteristiche e gestione computerizzata dei sistemi AGV. Principali sistemi di guida e loro evoluzione: carrelli a guida laser LGV (Laser Guided Vehicle). Criteri di progettazione di un sistema di trasporto flessibile con carrelli AGV. Sistemi automatizzati di immagazzinamento e stoccaggio. Magazzini intensivi serviti da trasloelevatori. Metodi per la valutazione dei

tempi di ciclo del trasloelevatore. Progetto del magazzino automatico. Problematiche di controllo e sicurezza nei sistemi di produzione automatizzati e in particolare nei sistemi di trasporto AGV e nei magazzini automatici. Automazione dei flussi informativi: gestione automatica del processo produttivo; funzioni fondamentali di gestione di FMS, FAS, e sistemi AGV; gestione automatica dei magazzini. Valutazione della convenienza economica di investimenti nel campo dell'automazione dei processi produttivi. Linee di tendenza dell'automazione nei sistemi produttivi.

### Testi / Bibliografia

1. dispense redatte dal Docente e dai Collaboratori
2. BRANDOLESE A. POZZETTI A. SIANESI A. GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE HOEPLI MILANO 1991
3. DEL MAR D. OPERATIONS AND INDUSTRIAL MANAGEMENT MCGRAW-HILL 1985
4. TERSINE R.J. PRODUCTION/OPERATIONS MANAGEMENT NORTH HOLLAND NEW YORK 1985 MORTIMER J. LOGISTICS IN MANUFACTURING ED. IFS LTD UK/SPRINGER VERLAG 1988
5. FERROZZI C. SHAPIRO R.D. HESKETT J.L. LOGISTICA E STRATEGIA VOL.1-2 ISEDI TORINO 1993
6. Bowersox D. J. Logistica : strategia e integrazione in azienda Milano Tecniche nuove 1989
7. HOLLIER R.H. AUTOMATED GUIDED VEHICLE SYSTEMS IFS LTD. BEDFORD (UK) 1987
8. PARESCHI A. FERRARI E. PERSONA A. REGATTIERI A. LOGISTICA INTEGRATA E FLESSIBILE ED. ESCULAPIO 2002 PARESCHI A. IMPIANTI INDUSTRIALI PROGETTO LEONARDO SOCIETA EDITRICE ESCULAPIO BOLOGNA 1994
9. LAMBERT D STOCK J. STRATEGIC LOGISTICS MANAGEMENT MCGRAW-HILL 2001
10. LOUIS R. INTEGRATING KANBAN WITH MRP II: AUTOMATING A PULL SYSTEM FOR ENHANCED JIT INVENTORY MANAGEMENT PRODUCTIVITY PRESS PORTLAND 2001
11. BOARIO M. DE MARTINI M. DI MEO E. GROS-PIETRO G.M. MANUALE DI LOGISTICA VOLL. 1-2-3 UTET TORINO 1992 GRANDO A. LOGISTICA E PRODUZIONE UTET MILANO 1996
12. MONTE A. ELEMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI VOLL. 1-2 ED. LIBRERIA CORTINA TORINO 3 EDIZ. 1997
13. CARON F. MARCHET G. WEGNER R. IMPIANTI DI MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO DEI MATERIALI: CRITERI DI PROGETTAZIONE HOEPLI 1997
14. TURCO F. PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI C.L.U.P. MILANO 1978 HERAGU S. FACILITIES DESIGN ED. PWS BOSTON 1997

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame: prova scritta e orale

## 55015 - SISTEMI DI PRODUZIONE AVANZATI LS

<b>Docente:</b>	MORA CRISTINA
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 17468 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE LS

<b>Docente:</b>	ANDRISANO ORESTE
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

<http://www.bo.ieiit.cnr.it/didattica.php>

I corsi Sistemi di TLC LA e LS si pongono l'obiettivo di fornire i fondamenti per il dimensionamento dei sistemi di telecomunicazioni digitali e analogici. Vengono affrontate le problematiche di base per l'analisi e il progetto dei sistemi di trasmissione su portante radio o su portante fisico. Vengono proposti alcuni esempi di progetto di sistema tratti dalle applicazioni più significative.

Nel primo corso (Sistemi di TLC L) vengono impartiti i fondamenti della trasmissione numerica in banda base ed in banda passante e si perviene alla stima del compromesso bilancio in potenza – uso dello spettro. Nel secondo corso (Sistemi di TLC LS) vengono forniti i criteri di progetto di sistemi di trasmissione digitali e analogici.

Gli esempi di progetto riguardano essenzialmente i sistemi radiomobili, le reti di comunicazione wireless, i sistemi via satellite e i sistemi multimediali interattivi.

Sistemi di TLC LS

La cifra di impianto per sistemi analogici e digitali

Segnali digitali: calcolo dello spettro di potenza

Sincronismi nei sistemi digitali

Sistemi con interferenza intersimbolo

Sistemi di trasmissione analogici

Effetti delle non linearità

Caratterizzazione della tratta radio. Cenni

Effetti delle interferenze nei sistemi digitali

Protocolli di accesso multiplo - Cenni

Sistemi di telecomunicazione: esempi di progetto di sistema

Vengono scelti tra i seguenti:

- sistemi radiomobili cellulari
- reti di comunicazione wireless
- sistemi di telecomunicazioni per la gestione del traffico su strada
- sistemi di radiodiffusione diretta da satellite
- ponti radio
- sistemi multimediali wireless

**SEMINARI:** vengono organizzati nell'ambito del corso mediante la partecipazione di esponenti del mondo industriale

**ESERCITAZIONI DI LABORATORIO:** calcoli di progetto di sistemi di trasmissione, dimostrazioni su banco di misura relative a sistemi di trasmissione digitali. Accesso in rete al banco di misura

**ESAMI:** Prova intermedia scritta e colloquio finale per gli studenti che frequentano le lezioni.

**TESI:** di tipo sperimentale da sviluppare in laboratorio o presso aziende manifatturiere di Telecomunicazioni, o in collaborazione con gestori della rete radiomobile

**Testi / Bibliografia**

TESTI CONSIGLIATI

- Quaderni di telecomunicazioni: Sistemi di trasmissione digitali in banda base - appunti tratte dalle lezioni del Prof.O.Andrisano - Esculapio, Bologna
- Quaderni di telecomunicazioni: Sistemi di trasmissione digitali passabanda - appunti tratte dalle lezioni del Prof.O.Andrisano - Esculapio, Bologna
- Quaderni di telecomunicazioni: O.Andrisano, D. Dardari: Elementi di progetto di sistemi radiomobili - - Esculapio, Bologna
- Quaderni di telecomunicazioni: O.Andrisano, A. Conti, D. Dardari - Laboratorio 1 - Telemisure di sistemi di Telecomunicazioni basati su DSP - Esculapio, Bologna
- Taub Schilling - Principles of Communication Systems, Second Edition - Mc Graw-Hill
- M.Schwartz - Information, Transmission, Modulation and Noise - McGraw-Hill
- Bruce Carlson - Communication Systems, Third Edition -McGraw-Hill
- B. Sklar - Digital Communications, Fundamental and Applications - Prentice Hall
- J.G. Proakis, M.Salehi: Communication System engineering - Prentice Hall

## 17971 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI L-A

<b>Docente:</b>	ANDRISANO ORESTE
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Programma / Contenuti

<http://www.bo.ieiit.cnr.it/didattica.php>

I corsi Sistemi di TLC LA e LS si pongono l'obiettivo di fornire i fondamenti per il dimensionamento dei sistemi di telecomunicazioni digitali e analogici. Vengono affrontate le problematiche di base per l'analisi e il progetto dei sistemi di trasmissione su portante radio o su portante fisico. Vengono proposti alcuni esempi di progetto di sistema tratti dalle applicazioni piu' significative.

Nel primo corso (Sistemi di TLC L) vengono impartiti i fondamenti della trasmissione numerica in banda base ed in banda passante e si perviene alla stima del compromesso bilancio in potenza - uso dello spettro. Nel secondo corso (Sistemi di TLC LS) vengono forniti i criteri di progetto di sistemi di trasmissione digitali e analogici.

Gli esempi di progetto riguardano essenzialmente i sistemi radiomobili, le reti di comunicazione wireless, i sistemi via satellite e i sistemi multimediali interattivi.

### SISTEMI DI TLC LA

Generalita' sulla rete di telecomunicazioni: la rete fissa e la rete radiomobile

Elementi di teoria statistica della decisione

Sistemi di trasmissione digitali in banda base

Sistemi di modulazione digitali passabanda

Trasmissione su canale a banda limitata

Descrizione statistica del rumore passabanda

Prestazioni di sistemi digitali: compromesso banda-potenza

Sistemi di telecomunicazione: esempi di progetto di sistema

Vengono scelti tra i seguenti:

- sistemi radiomobili cellulari
- reti di comunicazione wireless
- sistemi di telecomunicazioni per la gestione del traffico su strada
- sistemi di radiodiffusione diretta da satellite

e) ponti radio

f) sistemi multimediali wireless

**SEMINARI:** vengono organizzati nell'ambito del corso mediante la partecipazione di esponenti del mondo industriale

**ESERCITAZIONI DI LABORATORIO:** calcoli di progetto di sistemi di trasmissione, dimostrazioni su banco di misura relative a sistemi di trasmissione digitali. Accesso in rete al banco di misura

**ESAMI:** Prova intermedia scritta e colloquio finale per gli studenti che frequentano le lezioni.

**TESI:** di tipo sperimentale da sviluppare in laboratorio o presso aziende manifatturiere di Telecomunicazioni, o in collaborazione con gestori della rete radiomobile

#### TESTI CONSIGLIATI

Quaderni di telecomunicazioni: Sistemi di trasmissione digitali in banda base - appunti tratte dalle lezioni del Prof.O.Andrisano - Esculapio, Bologna

Quaderni di telecomunicazioni: Sistemi di trasmissione digitali passabanda - appunti tratte dalle lezioni del Prof.O.Andrisano - Esculapio, Bologna

Quaderni di telecomunicazioni: O.Andrisano, D. Dardari: Elementi di progetto di sistemi radiomobili - - Esculapio, Bologna

Quaderni di telecomunicazioni: O.Andrisano, A. Conti, D. Dardari - Laboratorio 1 - Telemisure di sistemi di Telecomunicazioni basati su DSP - Esculapio, Bologna

Taub Schilling - Principles of Communication Systems, Second Edition - Mc Graw-Hill

M.Schwartz - Information, Transmission, Modulation and Noise - McGraw-Hill

Bruce Carlson - Communication Systems, Third Edition -McGraw-Hill

B. Sklar - Digital Communications, Fundamental and Applications - Prentice Hall

J.G. Proakis, M.Salehi: Communication System engineering - Prentice Hall

## 35044 - SISTEMI DIGITALI LS

<b>Docente:</b>	FALDELLA EUGENIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso è finalizzato alla presentazione dei principi, delle metodologie e degli strumenti fondamentali per la progettazione dal punto di vista architeturale e logico dei sistemi digitali per l'elaborazione dell'informazione.

### Programma / Contenuti

1. Generalità e nozioni introduttive. Macchine e processi di elaborazione: la gerarchia dei livelli di descrizione. Obiettivi e metodi dei procedimenti di analisi e di sintesi dei sistemi digitali. Modelli di riferimento per lo studio dei sistemi digitali. Strumenti per la descrizione formale del comportamento e della struttura dei sistemi digitali. Introduzione ai linguaggi per la descrizione del hardware: RTL e VHDL.
2. Componenti digitali integrati: tipologie (componenti monofunzionali, componenti multifunzionali, componenti universali), struttura e cenni alle caratteristiche tecnologiche. Impatto dell'evoluzione architeturale dei componenti MSI, LSI, VLSI sulle metodologie di progetto di sistemi digitali combinatori e sequenziali.
3. Moderne metodologie di progetto dei sistemi digitali. Il principio di decomposizione di sistemi complessi in sottosistemi funzionali cooperanti. Definizione dei servizi, delle interfacce, dei protocolli di comunicazione tra sottosistemi. L'approccio progettuale 'data path & control unit'. Descrizione

formale delle specifiche di progetto in termini di grafi dei dati e di controllo. Il problema dello scheduling: 'time constrained scheduling' e 'resource-constrained scheduling'. Allocazione delle risorse e progetto del data path. Sintesi dell'unità di controllo mediante 'algorithmic state machines'.

## Testi / Bibliografia

1. F. FUMMI, M. G. SAMI, C. SILVANO: 'PROGETTAZIONE DIGITALE', McGRAW-HILL, 2002.
2. D. GAJSKI, N. DUTT, A. WU, S. LIN: 'HIGH-LEVEL SYNTHESIS: INTRODUCTION TO CHIP AND SYSTEM DESIGN', KLUWER ACADEMIC PRESS, 1992.
3. G. DE MICHELI: 'SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF DIGITAL CIRCUITS', McGRAW-HILL, 1994.
4. M. ZWOLINSKI: 'DIGITAL SYSTEM DESIGN WITH VHDL', PRENTICE HALL, 2004.

## Metodi didattici

Le lezioni in aula vengono svolte con l'ausilio di un proiettore di diapositive (di cui è possibile preventivamente procurarsi una copia cartacea accedendo al sito WEB del corso), in modo da consentire allo Studente di concentrarsi sui contenuti esposti piuttosto che sulla stesura di appunti.

Lezioni ed esercitazioni sono continuamente intercalate, alternando l'esposizione di concetti con esemplificazioni applicative.

Per completare la preparazione sono inoltre proposti approfondimenti da sviluppare attraverso esercitazioni guidate o autonome in laboratorio.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta obbligatoria ed in una eventuale prova orale a carattere integrativo.

## Strumenti a supporto della didattica

Nel sito del corso (<http://lia.deis.unibo.it/courses/>) sono disponibili le slide presentate a lezione, la guida alle esercitazioni in laboratorio, i testi e le soluzioni delle prove scritte d'esame.

# 41581 - SISTEMI DISTRIBUITI LS

<b>Docente:</b>	BELLAVISTA PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire conoscenze metodologiche, modellistiche e implementative avanzate per la progettazione, la realizzazione e la valutazione runtime di applicazioni di livello enterprise su sistemi distribuiti di larga scala.

Come base di partenza, il corso richiede la conoscenza approfondita delle tematiche trattate nel corso di Reti di Calcolatori LS, di cui costituisce la naturale estensione con tematiche avanzate di progettazione/implementazione di applicazioni e sistemi distribuiti su larga scala.

Le abilità conseguite includeranno:

- modellazione architetturale di applicazioni distribuite di livello enterprise
- progettazione e implementazione di applicazione distribuite basate su Application Server (ad esempio, JBoss) e componenti (ad esempio, Enterprise Java Beans)
- progettazione e implementazione di sistemi di supporto distribuiti per il monitoraggio e il controllo runtime (proprietà di scalabilità, fault-tolerance, affidabilità, ...) di Application Server e di servizi basati su Application Server

## Programma / Contenuti

Il corso presenta contenuti profondamente rinnovati rispetto al passato a partire da questo anno accademico 2008-2009. In particolare, il corso cercherà di affrontare in profondità tematiche di:

- metodologie e modelli architetturali per la progettazione di applicazioni distribuite di livello enterprise
- evoluzione di modelli a componenti e loro integrazione con architetture distribuite (tipicamente 3-tier e integrate Web)
- Application Server (ad esempio JBoss) e middleware/framework di supporto runtime ad applicazione distribuite di livello enterprise
- dal modello Enterprise Java Beans iniziale (EJB1.0) all'attuale ampio utilizzo di EJB 3.0 (motivazioni e linee evolutive)
- EJB3.0
- Persistenza
- Interazione con dati
- Componenti orientati alla sessione
- Componenti orientati ai messaggi
- Interceptor
- Transazioni
- Sicurezza
- Interazione con Web Services
- Esempi ed esercizi integrati con JBoss
- Verso modelli enterprise leggeri: middleware e componenti per dispositivi portabili (e non solo)
- Monitoraggio, controllo e gestione runtime di application server e di frameworks di supporto distribuito in generale
- Valutazione dell'efficienza e delle prestazioni
- Scalabilità
- Fault-tolerance
- Affidabilità

## Testi / Bibliografia

Il materiale mostrato a lezione (slide, esercizi risolti, esercizi suggeriti, esempi e proposte di progetto) sarà interamente messo a disposizione sul sito Web del corso:

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/sd0809/>

Testi suggeriti:

- B. Burke, R. Monson-Haefel, *"Enterprise JavaBeans 3.0"*, Quinta Edizione, O'Reilly, 2006.

Altri testi suggeriti saranno aggiunti nei prossimi mesi e segnalati anche sul sito Web del corso.

## Metodi didattici

Durante le lezioni in aula verranno discusse le problematiche generali connesse alla modellazione, progettazione, implementazione e supporto runtime di applicazioni distribuite su larga scala basate su componenti. Le principali tecnologie utilizzate saranno basate sul linguaggio Java e l'ambiente Java Enterprise Edition (J2EE).

Il corso sarà affiancato da un ampio set di esercitazioni pratiche di laboratorio, in cui gli studenti saranno seguiti dal docente sia in attività a svolgimento guidato che in attività da completare in modo personale. Queste attività sono programmate in modo che all'interno di ogni esercitazione lo studente possa realizzare praticamente le soluzioni dei problemi delineati durante le lezioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Il corso prevede una prova finale orale obbligatoria che cercherà di valutare il livello di apprendimento raggiunto sia in termini di metodologie di progettazione architeturale e modelli, sia in termini di operatività implementativa in relazione alle principali tecnologie descritte e utilizzate nel corso.

Opzionalmente, gli studenti potranno svolgere un progetto di approfondimento, su tematiche indicate dal docente durante il corso. In tal caso, gli studenti dovranno presentare una relazione scritta (con eventuale codice sviluppato) e la prova orale partirà dalla discussione del progetto svolto.

### Strumenti a supporto della didattica

#### Materiale Didattico

Diapositive proiettate a lezione (sia in aula che in laboratorio) consultabili sul sito Web del corso

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/sd0809/>

ed eventualmente disponibili (su richiesta esplicita degli studenti) al centro fotocopie della biblioteca centrale.

Testi e soluzioni di esercizi proposti in laboratorio e di frequenti domande d'esame saranno resi disponibili sul sito Web del corso (questo anno accademico sarà il primo in cui il corso avrà questo rinnovato programma didattico):

<http://lia.deis.unibo.it/Courses/sd0809/>

#### Altri strumenti:

Ambienti di sviluppo integrato per J2EE, disponibili in laboratorio e indicati sul sito Web del corso

## 28761 - SISTEMI E TECNOLOGIE DELLELETTRONICA LS

<b>Docente:</b>	MASETTI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 44597 - SISTEMI ELETTRICI PER LENERGIA LS (9 CFU)

<b>Docente:</b>	NUCCI CARLO ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire gli elementi alla base della progettazione, pianificazione e gestione dei sistemi elettrici di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Esso lascia al corso di "Centrali elettriche" il compito di fornire gli analoghi elementi per le centrali nonché l'approfondimento degli argomenti strettamente in comune ai due corsi.

### Programma / Contenuti

**Richiami sulle linee elettriche.** Caratteristiche costruttive delle linee aeree: conduttori a fascio; sostegni; funi di guardia. I parametri primari e secondari per unità di lunghezza: resistenza, induttanza di servizio, capacità di servizio, conduttanza. Linee in cavo: cenni ai tipi di cavo più impiegati. Le linee elettriche in regime permanente; impedenza caratteristica e impedenza d'onda; costanti di attenuazione, di propagazione e di fase;

velocità di propagazione; lunghezza d'onda; potenza caratteristica e naturale. Calcolo elettrico delle grandi linee. La linea considerata come doppio bipolo; diagramma vettoriale della linea di Baum e Perrine; cenni ai diagrammi circolari delle potenze.

**Richiami sullo studio dei flussi di potenza nelle reti (Load flow).** Richiami sulla impostazione del problema del calcolo della ripartizione dei flussi di potenza. Risoluzione del problema: i metodi alla Gauss-Seidel ed alla Newton-Raphson. Le approssimazioni dei metodi di soluzione: l'approssimazione in corrente continua, di Carpentier e di Stott. Le curve delle prestazioni limite dei generatori sincroni trifase per macchine isotrope lineari. Cenni al dispacciamento economico.

**Stabilità del parallelo.** Stabilità di macchina sincrona collegata a motore sincrono e a rete di potenza infinita. Concetto di stabilità 'statica' e di stabilità transitoria. Equazioni del moto. Criterio delle aree. Applicazione del criterio delle aree ad alcuni casi notevoli (Guasto trifase seguito da apertura permanente o da richiusura riuscita per linee a doppia terna, a semplice terna, ...). Calcolo dell'angolo di spostamento del rotore. Calcolo ed analisi delle piccole oscillazioni di una macchina sincrona collegata a rete di potenza infinita. Concetto di stabilità dinamica.

**Calcolo delle correnti di cortocircuito.** Il cortocircuito e le conseguenze negli impianti. I regimi transitori (aperiodici) di c.c.. Richiamo sui circuiti equivalenti di sequenza degli elementi costituenti i sistemi elettrici (generatori, trasformatori, linee). Metodologie di calcolo delle correnti di c.c. in regime permanente in reti complesse per vari tipi di c.c. (trifasi, monofasi a terra, tra due fasi tra due fasi e terra). Procedure di soluzione per reti a molti nodi. La matrice delle impedenze.

**Le protezioni delle linee e dei trasformatori.** Requisiti di un sistema di protezione. Classificazione e tipi di relé. Protezioni delle linee: protezioni distanziometriche; protezioni con relé direzionali. Protezioni dei trasformatori: protezione differenziale; relé Bucholz; protezioni di terra; protezioni contro i guasti esterni. Protezioni delle sbarre. Protezioni contro i sovraccarichi (cenni).

**Regolazione della tensione.** Regolazione della tensione nelle reti di trasporto e di distribuzione primaria e secondaria. Rifasamento e controllo dei flussi di potenza reattiva. Trasformatori a rapporto di trasformazione variabile. Il collasso della tensione.

**Regolazione della frequenza.** Comportamento tipico di un regolatore di velocità di un gruppo termoelettrico. La regolazione della frequenza primaria in un sistema 'generatore con carichi'. La regolazione della frequenza secondaria nel sistema 'generatore con carichi'. La regolazione della frequenza in un sistema con più generatori e la ripartizione del carico attivo tra le centrali di una rete. Regolazione frequenza-potenza per reti interconnesse.

**Coordinamento dell'isolamento.** Approccio probabilistico del problema. Il ruolo delle sovratensioni di origine atmosferica. Cenni alla fenomenologia della fulminazione; i sistemi di rilevamento fulmini; protezione delle linee di trasmissione da fulminazione diretta ('shielding failure' e 'back-flashover'); protezione della linee di distribuzione dalle fulminazioni indirette; strutture tipiche e funzionamento degli scaricatori; funi di guardia e loro ruolo nella protezione delle linee aeree.

**I transitori elettromagnetici nei sistemi di potenza.** Onde viaggianti su linee prive di perdite; coefficienti di riflessione e trasmissione; linea con terminazione non puramente resistiva; generatore equivalente; riflessioni multiple in una linea priva di perdite di lunghezza finita. Propagazione su linee con perdite; impedenza del suolo; formula di Carson. Il metodo di Bergeron; Il codice di calcolo Electro Magnetic Transient Program (EMTP). Applicazione allo studio della protezione delle linee elettriche dalle fulminazioni.

**Impiego della corrente continua (cenni).** Casi in cui può convenire la utilizzazione di linee in corrente continua, per il trasporto di energia su grandi distanze, per collegamenti sottomarini e per scambi di energia tra grandi reti (back-to-back) come nel caso del collegamento tra le reti dell'Europa occidentale e orientale.

## Testi / Bibliografia

- R. Marin, M. Valtorta, *Trasmissione ed interconnessione*, V Ed., Cedam, Padova, 1973.
- D. Zanobetti, M. Pezzi, *Lezioni di impianti elettrici*, CLUEB, Bologna, 1981.
- F. Liceto, *Impianti elettrici*, Pàtron, 1981.

- R. Marconato, Sistemi elettrici di potenza, 2 voll. CLUP, Milano, 1985.
- A. Paolucci, Lezioni di trasmissione dell'energia elettrica, Cleup, Padova, 1990.
- G. Malaman, A. Giorgi, M. Calzati, Teletrasmissioni al servizio delle reti elettriche di energia, Pitagora editrice, Bologna, 1988.

### Metodi didattici

Il corso comprende esercitazioni sia in aula (calcolo delle correnti di corto circuito, calcolo della stabilità di trasmissione) sia al computer (calcolo del load-flow di reti ad alta tensione, calcolo dei transitori elettromagnetici delle linee) ed è di regola completato da una visita ad una grande sottostazione dell'ENEL, di cui in precedenza viene illustrato in dettaglio lo schema.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste di una prova scritta, superata la quale è possibile accedere alla prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili dispense aggiornate redatte dal docente al sito <http://www.ing.unibo.it/nucci/>

## 35045 - SISTEMI ELETTRONICI AD ALTA AFFIDABILITÀ LS

<b>Docente:</b>	METRA CECILIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti le conoscenze di base per l'analisi e la progettazione di circuiti e sistemi elettronici ad alta affidabilità.

### Programma / Contenuti

#### Introduzione al collaudo di circuiti e sistemi elettronici digitali

- Definizioni e motivazioni
- Collocazione all'interno del processo di realizzazione di chip VLSI
- Resa del processo e costo di produzione di un circuito integrato
- Alcuni tipi di collaudo: Characterization Testing; Manufacturing Testing; Burn-In; Incoming Inspection

#### Principali meccanismi di guasto

- Elettromigrazione: descrizione fenomeno ed esempi; interconnessioni in rame ed affidabilità delle interconnessioni
- Degrado ossidi di gate: struttura molecolare, trappole, degrado e breakdown
- Scaling degli ossidi: scaling e leakage; scaling e mobilità
- Radiazioni e particelle alpha: descrizione fisica e possibile generazione di guasti
- Variazioni dei parametri elettrici: parametri transistori; parametri interconnessioni; temperatura
- Scaling delle interconnessioni e crosstalk
- Rumore sulle alimentazioni (IR drop noise, delta I noise)

#### Modelli di guasto

- Guasti di tipo stuck-at: principi di base sul collaudo nei confronti di guasti di tipo stuck-at
- Equivalenza di guasti e "Fault Collapsing"

- Teorema del "Checkpoint"
- Dominanza di guasti e "Fault Collapsing"
- Guasti di tipo stuck-open: possibile collaudo
- Guasti di tipo stuck-on: possibile collaudo
- Guasti di tipo bridging resistivo, delay, crosstalk e transitori: possibile collaudo

#### **Automatic Test Pattern Generation (ATPG)**

- Definizione
- Algebre per ATPG
- Algoritmi esaustivi
- Algoritmi random
- "Path Sensitization"
- Copertura di guasti ed efficienza del collaudo

#### **Macchine automatiche di collaudo (ATE)**

- Esempio di componenti e specifiche
- Costo del collaudo mediante ATE

#### **Diagnosi di guasti**

- Definizione e motivazioni
- "Fault dictionary"
- "Diagnostic Tree"

#### **Misure di testabilità**

- Motivazioni ed utilizzo
- Controllabilità ed osservabilità
- Il "Sandia Controllability and Observability Analysis Program"

#### **IDDQ Testing**

- Idea di base
- Confronto con altre tecniche di collaudo (risultati delle analisi "Sematech")
- Guasti rilevati
- Problema definizione delle soglie dei chip guasti-corretti
- Built in current sensors (BICS)
- Limiti IDDQ testing
- Delta IDDQ Testing

#### **Tecniche di progettazione orientata al collaudo (DFT)**

- Introduzione
- Metodi ad-hoc e metodi strutturali
- Full-scan
- Partial scan
- Boundary scan

- Built-in-self-test (BIST)
- Built-in logic block observer (BILBO)

### Tecniche di progettazione Fault Tolerant

- Introduzione: applicazioni, motivazioni
- Ridondanza Modulare: strategie di base; realizzazioni e affidabilità del voter; guasti di modo comune; diagnosi dei moduli guasti
- On-line testing e recovery: duplicazione e confronto; progettazione self-checking
- Progettazione self-checking: proprietà circuiti self-checking; ipotesi di guasto; progetto di blocchi funzionali self-checking; progetto di checker; error indicators.
- Codici a rivelazione d'errore (codici di Berger e relativi checker; codici di parità e relativi checker; codice two-rail e relativi checker; codice m-out-of-m e relativi checker)
- Recovery: rollback and retry; tecniche riconfigurazione
- Codici a correzione d'errore: codici lineari di parità (codici di Hamming; codici di Hsiao); circuiti di codifica e decodifica

Il corso comprende esercitazioni di laboratorio su: - simulazione elettrica di guasti di tipo bridging resistivo, crosstalk, e transitorio ed analisi dei loro effetti - progettazione di componenti base di sistemi per applicazioni ad alta affidabilità e loro realizzazione mediante Field Programmable Gate Arrays Il corso è completato da seminari tenuti da colleghi di ditte operanti nel settore.

### Testi / Bibliografia

- J. Segura C. F. Hawkins, "CMOS Electronics – How It Works, How It Fails" IEEE Press – Wiley, 2004
- M. L. Bushnell, V. D. Agrawal, "Essential of Electronic Testing", Kluwer Academic Publishers, 2000
- M. Abramovici, M. A. Bruer, A. D. Friedman, "Digital Systems Testing and Testable Design", Computer Science Press, 1990
- S. Mourad, Y. Zorian, "Principles of Testing Electronic Systems", Essential of Electronic Testing", Wiley, 2000
- N. K. Jha, S. Kundu, "Testing and Reliable Design of CMOS Circuits", Kluwer Academic Publishers, 1990
- P. K. Lala, "Self-Checking and Fault Tolerant Digital Design", Morgan Kaufmann Publ, 2001

### Metodi didattici

Durante le lezioni verranno discusse le problematiche generali connesse con l'analisi e la progettazione di circuiti e sistemi elettronici ad alta affidabilità. Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio. Le esercitazioni hanno lo scopo di fornire un utile supporto per la comprensione di alcuni dei temi trattati durante le lezioni teoriche svolte in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento sarà orale e consisterà in una serie di domande che tenderanno ad accertare le conoscenze acquisite dallo studente riguardo le tematiche affrontate durante le lezioni e le esercitazioni.

### Strumenti a supporto della didattica

Software per la simulazione a livello elettrico e la progettazione di circuiti elettronici.

## 17385 - SISTEMI ENERGETICI L

Docente:	PERETTO ANTONIO
Corso di Laurea:	0057 - Ingegneria energetica
Ciclo:	1
Crediti:	11

## Programma / Contenuti

- **Richiami.** Trasformazioni di compressione ed espansione. Rendimenti interno e politropico per una compressione ed espansione. Rendimento isoentropico in funzione del rapporto di compressione e del rendimento politropico.
- **Gruppo turbogas a ciclo di Brayton.** Schema impiantistico di un gruppo turbogas a ciclo di Brayton. Ottimizzazione termodinamica delle prestazioni di un gruppo turbogas considerando il fluido ideale. Andamento di lavoro e rendimento in funzione del rapporto di compressione del ciclo, del rendimento politropico e della TIT. Equazioni che regolano il funzionamento di un gruppo a turbogas nel caso di gas reale.
- **Gruppi turbogas bialbero.** Schema e principio di funzionamento.
- **Influenza della temperatura ambiente sulle prestazioni di un gruppo TG.** Regolazione nei gruppi turbogas e principali strategie di gestione del gruppo.
- **Scambiatori di calore.** Coefficiente globale di scambio termico. Temperatura di parete. Scambiatori in equi e controcorrente. Diagramma temperatura, potenza termica e definizione di efficienza di uno scambiatore. Capacità termica oraria. Valutazione dell'efficienza di uno scambiatore per via grafica nel diagramma T,Q. DT medio logaritmico e metodo del  $\epsilon, NTU$ .
- **Gruppi a vapore.** Schema elementare. Diagramma T,s e h,s. Lavoro di compressione di un liquido. Valutazione analitica della convenienza di variare i parametri termodinamici di un gruppo a vapore ( $dh/ds < h/s$ ). Variazione della pressione massima di un ciclo di Rankine e sua massimizzazione. Variazione della pressione e temperatura massima di un ciclo di Hirm e loro massimizzazione. Influenza dell'abbassamento della pressione di condensazione di un gruppo a vapore. Ottimizzazione della pressione di surriscaldamento di un gruppo a vapore. Ottimizzazione termodinamica conseguente all'adozione degli spillamenti in un gruppo a vapore (grado di rigenerazione), influenza dell'abbassamento della pressione di condensazione di un gruppo a vapore. Schema di impianto a tre spillamenti. Diagramma T,s e di Mollier per l'acqua. Equazioni che regolano il funzionamento di un gruppo a vapore. Regolazione dei gruppi a vapore.
- **Il condensatore.** Schema a uno e più passaggi. Velocità dell'acqua di raffreddamento dentro tubi e sua influenza sul coefficiente globale di scambio termico e sulle perdite di carico. Accorgimenti costruttivi per aumentare le prestazioni di un condensatore aumentando il coefficiente globale di scambio termico.
- **Il generatore di vapore.** Schema e principio di funzionamento. Percorso acqua e percorso fumi. Il problema della temperatura dei fasci vaporizzatori e del DNB. Lo scambiatore Ljungstrom. Il carico termico. La temperatura di combustione ed il rendimento del generatore di vapore. Il grado di schermatura e suo aumento con le potenzialità del generatore di vapore.
- **Gruppi a ciclo combinato gas-vapore.** Schema di impianto di un due livelli di pressione. Diagramma T, s. Espressione analitica del rendimento di conversione. Andamento del rendimento di recupero in funzione del rapporto tra la portata di bassa pressione e la portata al condensatore. Influenza sul rendimento dell'adozione del surriscaldamento. Influenza sul rendimento dell'adozione degli spillamenti. Impianto combinato con post-combustione, valutazione analitica del rendimento; massimo lavoro del turbogas e massimo rendimento nel caso di post-combustione.
- **Le turbomacchine a fluido comprimibile.** Grandezze statiche e totali. Equazioni del moto dei fluidi per condotti mobili. La velocità del suono, regimi di moto. L'efflusso di un fluido comprimibile da un ambiente a stato fisico definito. Il choking. L'andamento delle aree di passaggio attraverso un condotto di portata assegnata a seconda del regime di moto: equazione di Hugoniot. Equazione di Eulero e alle differenze di energia cinetica per una schiera rotorica. Lo stadio ad azione: i triangoli di velocità, il lavoro massimo,

rappresentazione degli stati fisici sul diagramma entalpico. Lo stadio a reazione delle turbine assiali; triangoli di velocità, grado di reazione, lavoro massimo, rendimento total to total, rappresentazione degli stati fisici nel diagramma entalpico. Confronto. La turbina di De Laval e limiti del salto entalpico smaltibile. La ruota Curtis e triangoli di velocità. Valutazione del rendimento per uno due e tre salti di velocità. La turbina a salti di pressione e il rendimento di recupero. La turbina a reazione. Limiti sulla portata in volume all'ingresso e all'uscita di una turbina a reazione. Le turbine miste e a doppio flusso. Il compressore centrifugo e assiale: Triangoli di velocità di un compressore centrifugo e curva di prevalenza. Diagramma  $h,s$  per uno stadio di compressore centrifugo.

- **Le turbomacchine a fluido incomprimibile.** Turbina Pelton, triangoli di velocità e condizione di massimo lavoro. Indice caratteristico, velocità specifica e diametro specifico; diagramma di Balie. Turbina Francis: triangoli di velocità ingresso e uscita. Il diffusore presente in una turbina Francis e il recupero cinetico e geodetico. La cifra di Thomà. Turbina Kaplan: triangoli di velocità al mozzo e alla periferia. Turbina ad elica e diagramma del rendimento in funzione del carico.

### Testi / Bibliografia

G. NEGRI DI MONTENEGRO M. BIANCHI A. PERETTO SISTEMI ENERGETICI E LORO COMPONENTI II EDIZIONE. PITAGORA EDITORE

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame Orale

## 41576 - SISTEMI IN TEMPO REALE LS

<b>Docente:</b>	FALDELLA EUGENIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso è finalizzato alla presentazione dei principi, delle metodologie e degli strumenti fondamentali per la progettazione dei sistemi di elaborazione operanti in tempo reale.

### Programma / Contenuti

Nozioni introduttive, peculiarità e problematiche inerenti la progettazione dei sistemi di elaborazione in tempo reale. Strutturazione di un'applicazione in termini di processi cooperanti. Tipologie di processi. Processi con o senza vincoli temporali. Processi "hard real-time" e "soft real-time". Parametri temporali e modelli di riferimento per processi periodici, sporadici e aperiodici. Strategie per la schedulazione di processi periodici e sporadici. Strategie "off-line": l'approccio "cyclic executive". Strategie "on-line" di tipo statico: gli algoritmi "Rate Monotonic Priority Ordering" e "Deadline Monotonic Priority Ordering". Strategie "on-line" di tipo dinamico: l'algoritmo "Earliest Deadline First". Il problema della verifica a priori della schedulabilità di un'applicazione. Metodi basati sulla costruzione di diagrammi temporali, criteri basati sul fattore di utilizzazione del processore, calcolo del tempo di risposta dei processi, l'approccio "processor-demand". Strategie per la schedulazione di processi aperiodici: Servizio in background o tramite server. Server a priorità statica: "Polling Server", "Deferrable Server", "Priority Exchange Server", "Sporadic Server". Server a priorità dinamica: "Constant Utilization Server", "Total Bandwidth Server". Valutazione delle prestazioni. La condivisione di risorse tra processi: il problema dell'inversione di priorità e del blocco dei processi. I requisiti, dal punto di vista sia funzionale che prestazionale, dei protocolli di accesso a risorse condivise. I protocolli "Nonpreemptive Critical Section", "Priority Inheritance", "Ceiling Priority", "Immediate Ceiling Priority", "Stack Resource Policy". Valutazione delle prestazioni.

Esemplificazione degli aspetti di carattere teorico e metodologico con riferimento a pattern tipici del contesto applicativo dell'automazione e del controllo di processi industriali.

### Testi / Bibliografia

1. J. W. S. LIU: 'REAL-TIME SYSTEMS', PRENTICE HALL, 2000.
2. J. COOLING: 'SOFTWARE ENGINEERING FOR REAL-TIME SYSTEMS', ADDISON WESLEY, 2003.
3. G. C. BUTTAZZO: 'SISTEMI IN TEMPO REALE', PITAGORA EDITRICE, 1995.

### Metodi didattici

Le lezioni in aula vengono svolte con l'ausilio di un proiettore di diapositive (di cui è possibile preventivamente procurarsi una copia cartacea accedendo al sito WEB del corso), in modo da consentire allo Studente di concentrarsi sui contenuti esposti piuttosto che sulla stesura di appunti.

Lezioni ed esercitazioni sono continuamente intercalate, alternando l'esposizione di concetti con esemplificazioni applicative.

Per completare la preparazione sono inoltre proposti approfondimenti da sviluppare attraverso esercitazioni guidate o autonome in laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta obbligatoria ed in una eventuale prova orale a carattere integrativo.

### Strumenti a supporto della didattica

Nel sito del corso (<http://lia.deis.unibo.it/courses/>) sono disponibili le slide presentate a lezione, la guida alle esercitazioni in laboratorio, testi e soluzioni di prove scritte d'esame.

## 41516 - SISTEMI INFORMATIVI L

<b>Docente:</b>	GRANDI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire gli strumenti metodologici necessari alla corretta progettazione di un sistema informativo su piattaforma DBMS relazionale, Data Warehouse ed ERP. Una parte del corso è inoltre dedicata a fornire una conoscenza di base su alcuni aspetti tecnologici ed architetturali dei sistemi informativi.

### Programma / Contenuti

**Progettazione dei sistemi informativi.** Analisi dei requisiti. Il progetto concettuale dei dati: il modello Entity-Relationship. Strategie di progettazione. Progetto logico-relazionale.

**Modellazione di processi aziendali.** Workflow e diagrammi DFD. Sistemi integrati (ERP) e reingegnerizzazione dei processi.

**Sistemi informativi direzionali: data warehousing e OLAP.** Progettazione di un Data Warehouse. Progetto concettuale dei data mart: il modello DFM. Progettazione logica.

**Elementi di tecnologia dei sistemi informativi.** Architetture di base ed evolute. Servizi transazionali, gestione della concorrenza e ripristino.

### Testi / Bibliografia

Testi di riferimento:

- P. ATZENI, S. CERI, P. FRATERNALI, S. PARABOSCHI, R. TORLONE, **BASI DI DATI – Modelli e linguaggi di interrogazione**, McGraw-Hill, 2002.
- P. ATZENI, S. CERI, P. FRATERNALI, S. PARABOSCHI, R. TORLONE, **BASI DI DATI – Architetture e Linee di Evoluzione**, McGraw-Hill, 2003.
- M. GOLFARELLI, S. RIZZI, **Data Warehouse**, McGraw-Hill, 2002.
- L. BARESI, C. FRANCALANCI, F.A. SCHREIBER, L. TANCA, **Progettazione Integrata di Dati e Funzioni**, Esculapio, 2003.

### Metodi didattici

La didattica frontale del corso consiste in lezioni ed esercitazioni in aula, svolte dal docente con l'ausilio di lucidi proiettati tramite lavagna luminosa o PC e proiettore.

Lo studente è inoltre tenuto a sviluppare il progetto di una base di dati relazionale, applicando le nozioni metodologiche apprese a lezione.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame finale consiste principalmente in una prova scritta, nella quale sono presenti domande teoriche, che tenderanno ad accertare la conoscenza da parte dello studente dell'intero programma, ed esercizi pratici sulla parte progettuale (E-R, DFM, DFD e Wf).

La prova scritta si intende superata con un punteggio di 18/30 su un totale di 33/30. Una volta superata la prova scritta, lo studente è tenuto a sostenere un colloquio finale vertente sulla discussione della prova scritta e sulla presentazione del progetto.

### Strumenti a supporto della didattica

Sono disponibili in fotocopia e sul Web appunti informali rilasciati dal docente.

## 17927 - SISTEMI INFORMATIVI L-A

<b>Docente:</b>	BARTOLINI ILARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso è fornire allo studente gli strumenti teorici e pratici necessari per utilizzare le Basi di Dati relazionali, presentando le nozioni di base del modello relazionale e dei linguaggi relativi (algebra relazionale e SQL). Parte del corso è dedicata allo svolgimento di esercitazioni guidate sul sistema IBM DB2 UDB

### Programma / Contenuti

#### 1. Sistemi di gestione di basi di dati (DBMS)

Sistemi informativi e ruolo dei DBMS. Le funzionalità di base dei DBMS: architettura a 3 livelli, linguaggi, controllo degli accessi e della concorrenza, protezione dai guasti.

#### 2. Il modello relazionale dei dati

Concetti di base: domini, attributi, tuple e relazioni, relazioni in 1NF, valori nulli. Vincoli sui dati: di dominio, di tupla, di chiave, di integrità referenziale.

#### 3. L'algebra relazionale

Operatori unari: selezione, proiezione e ridenominazione. Operatori binari: join naturale, unione e differenza. Operatori derivati: intersezione, theta-join e divisione. Algebra con valori nulli: logica a 3 valori, outer join. Espressioni e regole di equivalenza di base.

#### 4. Il linguaggio SQL (Structured Query Language)

Istruzioni di definizione dei dati (DDL) e definizione di vincoli. Il blocco Select-From-Where. Ordinamento del risultato. Istruzioni di modifica dei dati. Interrogazioni con aggregazione del risultato. Interrogazioni innestate. Definizione di viste e risoluzione di interrogazioni ricorsive.

#### 5. L'interfaccia JDBC (Java Data Base Connectivity)

Principi generali.

#### 6. Il sistema IBM DB2 Universal Database (UDB)

Presentazione dell'ambiente. Definizione di tabelle. Scrittura di interrogazioni SQL da Command Center e da CLP. Sviluppo di applicazioni Java.

### Testi / Bibliografia

Per sostenere l'esame è sufficiente il materiale reso disponibile sul sito. Per chiunque voglia comunque avere a disposizione delle fonti in cui gli argomenti trattati a lezione vengono svolti in maniera più estesa sono consigliati i seguenti testi:

- P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone: *Basi di Dati: modelli e linguaggi di interrogazione*, seconda edizione, McGraw-Hill Italia, 2006
- P. Ciaccia, D. Maio: *Lezioni di Basi di Dati*, Esculapio, 2001

### Metodi didattici

Il corso viene erogato in aula mediante proiezione di slide dal computer del docente. Le lezioni sono integrate da esercitazioni in aula tenute dal docente e da esercitazioni pratiche in laboratorio tenute dal tutor del corso. Ogni esercitazione in laboratorio affronta uno specifico argomento trattato a lezione dal docente proponendo esercizi concreti, la cui soluzione presuppone l'uso del sistema IBM DB2 UDB.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La valutazione d'esame consiste in una prova "integrata" svolta in **laboratorio** relativa a tutto il programma del corso (la stessa richiede anche la risoluzione di esercizi in forma scritta). La prova orale viene svolta solo su richiesta del docente.

Per sostenere la prova d'esame è necessario iscriversi mediante **liste UNIWEX**. Non è possibile iscriversi per via cartacea. I risultati delle prove saranno pubblicati sulla pagina Web del corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Un elenco esaustivo di testi di riferimento e manuali è consultabile sul sito Web del corso (<http://www-db.deis.unibo.it/courses/SIL-A/>). Il sito fornisce inoltre informazioni e link utili relativi allo strumento software di riferimento IBM DB2 UDB.

## 58540 - SISTEMI INFORMATIVI L-B (6 CFU)

<b>Docente:</b>	CIACCIA PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Obiettivo del corso è fornire allo studente gli strumenti necessari per imparare a progettare ed amministrare Basi di Dati relazionali, presentando una metodologia di progettazione basata sul modello Entity-Relationship e illustrando i principi costruttivi dei Sistemi per la Gestione di Basi di Dati (DBMS)

### Programma / Contenuti

#### 1. Progettazione di basi di dati

Progettazione orientata ai dati. Fasi di progettazione. Modelli concettuali e modelli logici dei dati. I principali meccanismi di astrazione

## 2. Il modello Entity-Relationship (E-R)

Elementi di base: entità, associazioni, attributi. Meccanismi di identificazione. Tipi di gerarchie

## 3. Progettazione concettuale

Raccolta e analisi dei requisiti. Strategie di progettazione: top-down, bottom-up, inside-out, mista. Tipici pattern di progettazione

## 4. Progettazione logica

Carico di lavoro: volumi dei dati e schemi di navigazione. Analisi delle ridondanze. Ristrutturazione dello schema E-R: eliminazione delle gerarchie, partizionamento e accorpamento, eliminazione di attributi multi-valore, scelta degli identificatori principali. Traduzione di entità e associazioni orientata al modello relazionale

## 5. Normalizzazione di schemi relazionali

Dipendenze funzionale e anomalie. Forme normali (3NF e BCNF). Decomposizione di schemi. Decomposizioni senza perdita. Preservazione delle dipendenze. Dipendenze funzionali e schemi E-R

## 6. Il Data Base fisico

Gestione della memoria: dispositivi, pagine e file. Rappresentazione di attributi e tuple. Lettura e scrittura di pagine: il buffer manager. Tipi di file

## 7. Indici

Tipi di indici. Il B+-tree

## 8. Elaborazione di interrogazioni

Passi del processo di elaborazione. Check semantici e cataloghi. Riscrittura di interrogazioni SQL (cenni). Operatori logici e fisici: join (nested loops, merge scan, hash join) e sort (sort-merge esterno a Z vie). Piani di accesso: valutazione per materializzazione e in pipeline. Cenni al processo di ottimizzazione

## 9. Gestione delle transazioni

Concetto di transazione. Proprietà ACID. Modello di esecuzione. Commit e rollback. Controllo della concorrenza: tipi di problemi, lock e protocollo Strict 2PL. Protezione dai guasti: log file, protocollo WAL, gestione del buffer e del commit, checkpoint e DB dump

## Testi / Bibliografia

Per la preparazione dell'esame è sufficiente il materiale reso disponibile sul sito del corso (<http://www-db.deis.unibo.it/courses/SIL-B/>).

Per chi volesse approfondire gli argomenti trattati a lezione sono consigliati i seguenti testi:

- P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone: *Basi di Dati: modelli e linguaggi di interrogazione*, McGraw-Hill, 2002
- P. Ciaccia, D. Maio: *Lezioni di Basi di Dati*, Esculapio, 2001

Testi di esercizi:

- D. Maio, S. Rizzi: *Esercizi di Progettazione di Basi di Dati*, Esculapio, 2005
- D. Beneventano, S. Bergamaschi, M. Vincini: *Progetto di Basi di Dati Relazionali: lezioni ed esercizi*, Pitagora, 2000

## Metodi didattici

Le lezioni in aula affrontano le principali problematiche relative alla progettazione di basi di dati relazionali. Vengono inoltre forniti dettagli sulla tecnologia dei DBMS, essenziali per una corretta amministrazione del

sistema e per il miglioramento degli aspetti prestazionali. Le esercitazioni in aula permettono allo studente di approfondire quanto visto a lezione. Le esercitazioni in laboratorio propongono agli studenti la risoluzione di esercizi da svolgersi mediante un tool di progettazione e il sistema IBM DB2 UDB

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame di Sistemi Informativi L-B prevede una prova in laboratorio che verte su tutti gli argomenti del corso. In particolare, la prova prevede esercizi di progettazione concettuale (da svolgersi mediante lo strumento DB-MAIN) e di progettazione logica (con realizzazione sul sistema IBM DB2 UDB). Completa la prova una parte riguardante altri argomenti del corso

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni in aula vengono svolte con l'ausilio di lucidi proiettati da PC. Copia integrale dei lucidi proiettati è disponibile sul sito del corso (<http://www-db.deis.unibo.it/courses/SIL-B/>).

La parte svolta in laboratorio si avvale di un tool di progettazione (DB-MAIN) e del sistema IBM DB2 UDB

## 41574 - SISTEMI INFORMATIVI LS

<b>Docente:</b>	CIACCIA PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire allo studente gli strumenti necessari per poter trattare, efficacemente ed efficientemente, problemi di varia natura che riguardano i moderni sistemi informativi, illustrando le peculiarità di dati di tipo "non standard", quali documenti testuali e XML, immagini, oggetti geometrici, pagine Web e serie temporali, e fornendo, per ognuno di questi, soluzioni utili per il reperimento delle "migliori" informazioni in grado di soddisfare le preferenze degli utenti

### Programma / Contenuti

#### 1. Introduzione al corso

Obiettivi formativi, peculiarità dei moderni sistemi informativi, scenari applicativi (e-commerce, motori di ricerca, sistemi multimediali, disseminazione selettiva di informazioni).

#### 2. Interrogazioni Top-k

Limiti dei DBMS tradizionali relativamente agli scenari applicativi prospettati. Estensioni non-standard di SQL: la clausola Stop After e l'operatore Stop. Interrogazioni Top-k multidimensionali: spazio degli attributi, pesatura degli attributi, funzioni distanza, valutazione mediante B+-tree e suoi limiti. R-tree: principi di base e algoritmi per interrogazioni di range, k nearest neighbor e distance browsing.

#### 3. Interrogazioni Top-k multi-sorgente

Mediatori e wrapper (cenni). Modalità di accesso sorted e random, funzioni di scoring, relazioni con le funzioni distanza. Algoritmi B0, A0 e TA.

#### 4. Relazioni di preferenza

Preferenze quantitative e qualitative, relazioni di preferenza, ordini deboli e parziali, composizione di preferenze. Interrogazioni BMO (Best-Matches-Only): l'operatore Best e l'algoritmo BNL (Block-Nested-Loops). Interrogazioni Skyline: relazione con le funzioni di scoring e algoritmo BBS (Branch and Bound Skyline).

#### 5. Information Retrieval testuale

Interrogazioni Booleane, Inverted index, stemming e thesauri. Pesatura dei termini: il metodo tf.idf. Il modello Vector Space. Precision e recall. Motori di ricerca su Internet: importanza dei link nel calcolo

della rilevanza. La tecnica PageRank di Google. Hub e Authority. Ricerche approssimate su documenti XML: principi generali.

#### 6. Information Retrieval multimediale

Ricerca basata sul contenuto, estrazione di caratteristiche e loro approssimazione. La strategia di ricerca Filter & Refine (F&R): lemma L-B, ricerche k nearest neighbor in modalità multi-step. Basi di dati di immagini: spazi di colore, istogrammi di colore e distanza quadratica, tessitura e filtri di Gabor (cenni), forma di oggetti e rappresentazione parametrica. Serie temporali: riduzione di dimensionalità mediante DFT (Discrete Fourier Transform) e PAA (Piecewise Aggregate Approximation), allineamento basato su distanza DTW (Dynamic Time Warping). Relevance feedback: principi ed esempi, tecniche di base.

#### 7. Indicizzazione di dati multimediali

Il caso vettoriale: R-tree e algoritmi di gestione (inserimento e split). Spazi metrici: principi di indicizzazione, M-tree. Spazi a elevata dimensionalità: conseguenza sulle prestazioni degli algoritmi di ricerca, X-tree e VA-file.

### Testi / Bibliografia

Il corso non adotta libri di testo. Il materiale didattico consiste di copia delle slide proiettate a lezione, reperibili sia sul sito del corso (<http://www-db.deis.unibo.it/courses/SI-LS/>) che presso la biblioteca della Facoltà. Per ogni argomento trattato sono inoltre disponibili sul sito del corso, a scopo di approfondimento, copie dei lavori referenziati nei lucidi

### Metodi didattici

Il corso introduce, motivandole con esempi intuitivi, una serie di problematiche di attualità e spesso non ancora risolte in modo soddisfacente, e per ognuna di esse descrive gli approcci risolutivi maggiormente significativi. Lo studente viene inoltre stimolato a ricercare analogie tra problemi apparentemente non correlati e ad applicare ad altri contesti le tecniche apprese a lezione.

Al fine di garantire continuità con gli insegnamenti di Sistemi Informativi impartiti nel triennio, le problematiche trattate vengono presentate, ove possibile, come naturale evoluzione delle funzionalità proprie dei sistemi informativi di tipo tradizionale.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale e verte su quanto trattato a lezione. A ogni studente è inoltre richiesto di produrre un elaborato in forma scritta che approfondisca un argomento inerente i contenuti del corso. La forma di tale elaborato può variare, anche in funzione del numero di studenti in aula, e può consistere, ad esempio, nella preparazione di una presentazione, nella stesura di una "tesina" o nello sviluppo di un sistema software

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni vengono svolte con l'ausilio di lucidi (prevalentemente redatti in lingua inglese) proiettati mediante videoproiettore e PC

## 45171 - SISTEMI INFORMATIVI PER LE DECISIONI LS

<b>Docente:</b>	PATELLA MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Studiare i principali strumenti per l'analisi di grandi quantità di dati utili a supportare efficientemente i processi decisionali.

**Prerequisiti:**

- Basi di dati (2° anno PG, 1° anno LS G)
- Sistemi Informativi L (3° anno PG, 1° anno LS G)

**Programma / Contenuti****Data Mining:**

- Dai dati alle informazioni
- Motivazioni e definizioni
- Ambiti applicativi
- Alcuni algoritmi
- Regole associative
- Algoritmi di clustering
- Alberi di decisione
- Algoritmi di preparazione dati
- Interrogazioni di similarità
- Serie temporali
- Modellazione dei risultati
- Confronto di risultati

**Metodi didattici**

Il corso viene erogato mediante proiezione di slide dal computer del docente, in aula. Le slide sono disponibili esclusivamente sul sito web del corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La valutazione d'esame consiste in una prova orale, relativa a tutto il programma svolto a lezione. Per sostenere la prova è necessario contattare il docente. Non è possibile iscriversi per via cartacea.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sono disponibili sul sito Web del corso (<http://www-db.deis.unibo.it/courses/SID/>) le dispense proiettate in aula durante il corso; un elenco esaustivo di testi di riferimento e manuali è consultabile sia sul sito Web, sia sulle diapositive. Il sito fornisce inoltre suggerimenti per ulteriori esercizi e approfondimenti.

**45166 - SISTEMI INTEGRATI DI LAVORAZIONE LS**

<b>Docente:</b>	TANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## 35048 - SISTEMI INTEGRATI PER ANALISI SPETTRALE LS

<b>Docente:</b>	SPECIALE NICOLO' ATILIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il modulo intende mostrare alcune metodologie di rappresentazione dei segnali e fornire le tecniche di progettazione di sistemi integrati per l'acquisizione, l'elaborazione e la classificazione di segnali ed immagini mediante l'impiego di algoritmi basati sulla analisi multirisoluzione (MRA) e le tecniche tempo-frequenza. Si tratta di acquisire le competenze per la progettazione e la valutazione di Banci di Filtri digitali a perfetta ricostruzione in grado di implementare i principali algoritmi di analisi tempo-frequenza (Short-Time Fourier Transform, Trasformata Wavelet, Trasformata di Wigner-Ville).

**Programma / Contenuti**

- 1. Introduzione.** Opportunita' della analisi tempo-frequenza. Classificazione e proprieta' dei segnali, delle sequenze e dei sistemi LTI. Richiami di analisi di Fourier. Decomposizione, analisi e ricostruzione del segnale ed esempi di tecniche generali di analisi tempo-frequenza.
- 2. Metodologie di progetto:** Richiami sulle proprieta' dei filtri digitali e sulle metodologie di progetto classiche: filtri FIR e IIR. Decomposizione spettrale. Filtri passatutto: definizione, proprieta' e teoremi fondamentali. Filtri massimamente piatti.
- 3. Elaborazione multifrequenza del segnale: banchi di filtri:** campionamento e decimazione. Descrizione polifase: proprieta' e applicazioni. Filtri a M-bande. Banci QMF alias-free, Banci uniformi e strutture speciali. Progettazione di banchi di filtri a ricostruzione perfetta e multicanale. Esempi di progetto e valutazione delle prestazioni.
- 4. Elementi di Analisi tempo-frequenza del segnale.** Principio di indeterminazione e rappresentazione dei segnali come elementi di uno spazio vettoriale. Rappresentazione mediante basi ortonormali, biortogonali, frame. Esempi: base di Fourier, di Haar, di Shannon. La Short Time Fourier Transform (STFT): definizione, proprieta' principali, sua interpretazione come banco di filtri. Esempi di progetto. Basi di Gabor: teorema di Balian-Low. La Trasformata Wavelet Continua (CWT): definizione, proprieta' principali e definizione delle trasformate discrete (DWT).
- 5. Elementi di Analisi Multirisoluzione.** Definizione e caratteristiche di una Analisi Multirisoluzione. Spline e codifica in sottobande: metodi di costruzione delle funzioni scala e wavelet madre. Proprieta' di invertibilita', ortonormalita' e localizzazione. Basi di wavelet ortonormali e banchi di filtri. Proprieta' di regolarita' e definizione di Wavelet da filtri. Algoritmi di trasformazione veloci (FWT). Wavelet di seconda generazione.
- 6. Esempi di applicazioni:** Tecniche di campionamento del segnale. Compressione dati, video e audio. Denoising e features detection. Modulazione numerica ed equalizzazione di canale in trasmissioni numeriche. Analisi di segnali Radar e Sonar. Esempi di applicazioni biomediche.

**Testi / Bibliografia**

- S. K. Mitra "Digital Signal Processing" 3rd Edition, McGraw Hill 2006
- I. Daubechies "Ten Lectures on Wavelets" Philadelphia SIAM 1992
- M.Vetterli J.Kovacevic "Wavelets and Subband Coding" Prentice Hall 1995

## Metodi didattici

Durante le lezioni saranno illustrate le problematiche collegate al progetto di banchi di filtri digitali a perfetta ricostruzione per l'elaborazione di segnali e saranno discusse le principali proprietà delle tecniche di analisi tempo-frequenza più diffuse. L'attività didattica potrà essere completata da approfondimenti individuali richiesti allo studente e legati ad alcuni argomenti specifici illustrati durante il corso.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale, integrabile in parte con la discussione dei risultati ottenuti dallo studente nell'approfondimento di alcuni argomenti concordati con il docente.

## Strumenti a supporto della didattica

Personal Computer, Videoproiettore

## 49760 - SISTEMI LOGISTICI LS

**Corso di Laurea:** 0531 - Ingegneria dell'automazione

**Mutuato da:** 55015 - SISTEMI DI PRODUZIONE AVANZATI LS (vedi p. 950)

## 17926 - SISTEMI OPERATIVI L-A

**Docente:** CIAMPOLINI ANNA

**Corso di Laurea:** 0531 - Ingegneria dell'automazione

0233 - Ingegneria elettronica

0051 - Ingegneria informatica

**Ciclo:** 3

**Crediti:** 6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Si richiede come prerequisito la conoscenza dei linguaggi di programmazione C e Java.

### Obiettivi:

- Fornire alcuni concetti fondamentali della **teoria dei Sistemi Operativi**
- Illustrare le caratteristiche di un **sistema operativo reale (Unix/Linux)**, e gli strumenti a disposizione di utenti e programmatori per il suo utilizzo.
- Sperimentare in **laboratorio** i concetti e gli strumenti visti in aula

## Programma / Contenuti

### 1. Introduzione

Cos'è un sistema operativo: ruolo, funzionalità e struttura.

Evoluzione storica dei sistemi operativi.

Architettura di un S.O.: sistemi monolitici e modulari; sistemi stratificati; macchine virtuali, microkernel.

Organizzazione e funzionalità del sistema operativo Unix.

### 2. I processi

Il concetto di processo. Ruolo del Sistema Operativo nella gestione dei processi.

Processi e threads: rappresentazione, gestione e interazione. Scheduling della CPU.

La gestione dei processi in Unix: stati, rappresentazione, gestione, operazioni e comandi relativi ai processi.

La gestione dei thread in Linux e Java.

### 3. Sincronizzazione tra Processi.

Applicazioni concorrenti e loro rappresentazione: grafi di precedenza.

Processi e risorse. Deadlock.

#### **Modello a memoria comune:**

Il problema della mutua esclusione.

Il semaforo e sua realizzazione in ambiente mono e multiprocessore.

Costrutti linguistici di alto livello per la sincronizzazione: il monitor.

Realizzazione del costrutto monitor.

Sincronizzazione tra thread nel sistema Linux e nel linguaggio Java.

#### **Modello a scambio di messaggi:**

Comunicazione mediante scambio di messaggi: classificazione

Send asincrona e sincrona; RPC.

Sincronizzazione mediante segnali.

Interazione tra processi Unix: comunicazione mediante pipe e fifo; segnali.

#### **4. Gestione della Memoria**

Allocazione della memoria contigua e non contigua. Paginazione e segmentazione.

Memoria virtuale.

Gestione della memoria in Unix e Linux.

#### **5. Gestione delle periferiche di I/O**

Organizzazione logica del sottosistema di I/O. Device driver.

Gestione dell'I/O a controllo di programma e a interruzione.

### **Testi / Bibliografia**

P. Ancilotti, M. Boari, A. Ciampolini, G. Lipari: Sistemi Operativi, seconda edizione, McGraw-Hill, 2008.

P. Ancilotti, M. Boari: "Programmazione Concorrente e Distribuita", McGraw-Hill, 2006.

#### **In aula:**

le lezioni avverranno anche con il supporto di un PC collegato ad un videoproiettore mediante il quale potranno essere esemplificate concretamente i concetti esposti.

#### **In laboratorio:**

ogni studente potrà disporre di un PC da utilizzare due ore alla settimana, durante le esercitazioni assistite.

### **Metodi didattici**

Durante le lezioni in aula verranno discussi sia gli aspetti teorici che progettuali/realizzativi dei sistemi operativi moderni.

Il corso sarà affiancato da esercitazioni di laboratorio. Le esercitazioni saranno individuali e pratiche ed hanno lo scopo di fornire la possibilità a ogni studente di potersi misurare nello sviluppo di applicazioni di sistema in ambiente Linux e Java.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica avverrà mediante: Una prova scritta progettuale, per verificare

- **Capacità di programmazione nell'ambiente Unix**
- **Capacità di programmazione concorrente pthread e Java**
- Una prova orale .

### **Strumenti a supporto della didattica**

#### **In aula:**

le lezioni avverranno anche con il supporto di un PC collegato ad un videoproiettore mediante il quale potranno essere esemplificate concretamente i concetti esposti.

#### **In laboratorio:**

ogni studente potrà disporre di un PC da utilizzare due ore alla settimana, durante le esercitazioni assistite.

## 35049 - SISTEMI OPERATIVI LS

<b>Docente:</b>	BOARI MAURELIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica - [A-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di introdurre gli allievi alle principali problematiche relative alla progettazione e realizzazione di applicazioni concorrenti. Tali applicazioni sono sempre più diffuse ed interessano vasti settori del mondo industriale e dei servizi. Il problema centrale è la suddivisione di un'applicazione concorrente in un insieme di processi sequenziali interagenti, nell'individuazione dei tipi di interazione e nell'utilizzazione degli strumenti messi a disposizione dai moderni linguaggi di programmazione per una corretta soluzione del problema. Verranno, a questo proposito, utilizzati il linguaggio Java e la libreria pthread con un linguaggio sequenziale (C).

Il corso affronta inoltre alcuni problemi avanzati nel settore dei sistemi operativi quali la protezione, le tecniche per la realizzazione di macchine virtuali, la gestione dei dispositivi di I/O

### Programma / Contenuti

1. Programmazione concorrente
  - 1.1 Introduzione e definizioni
  - 1.2 Processi non sequenziali. Decomposizione e tipi di interazione
  - 1.3 Architetture e linguaggi per la programmazione concorrente
  - 1.4 Introduzione ai thread
2. Modello a memoria comune.
  - 2.1 Aspetti caratterizzanti
  - 2.2 Mutua esclusione
  - 2.3 Semafori
  - 2.4 Semafori privati
  - 2.5 Monitor
3. Nucleo di un sistema a processi
  - 3.1 Strutture dati
  - 3.2 Funzioni
  - 3.3 Estensione al caso multiprocessore
4. Modello a scambio di messaggi
  - 4.1 Aspetti caratterizzanti
  - 4.2 Primitive send e receive
  - 4.3 Comandi con guardia
  - 4.4 Chiamata di procedure remote
5. Azioni atomiche
  - 5.1 Proprietà
  - 5.2 Azioni atomiche multiprocesso
  - 5.3 Azioni atomiche innestate
  - 5.4 Sistemi distribuiti
6. Protezione
  - 6.1 Domini di protezione

- 6.2 Matrice degli accessi
- 6.3 Liste di controllo degli accessi e capabilities
- 7. Sistemi Operativi per la Virtualizzazione
- 7.1 Virtualizzazione dell'hardware
- 7.2 Realizzazione di virtual machine monitor : virtualizzazione e paravirtualizzazione
- 8 Gestione delle periferiche di I/O
- 8.1 Organizzazione logica del sottosistema di I/O
- 8.2 Gestore di un dispositivo
- 8.3 Gestione ed organizzazione dei dischi
- 9. Protezione
- 9.1 Domini di protezione
- 9.2 Matrice degli accessi
- 9.3 Liste di controllo degli accessi e capabilities

### Testi / Bibliografia

- P.Ancilotti, M.Boari: 'Principi e Tecniche di Programmazione Concorrente' II edizione, UTETLibreria
- P.Ancilotti, M.Boari A.Ciampolini, G.Lipari: ' Sistemi Operativi' McGraw-Hill -
- G.R.Andrews: "Foundations of Multithreaded, Parallel and Distributed Programming", Addison-Wesley
- W.Stallings: 'Sistemi operativi', Jackson Libri
- S. Tanenbaum: 'I Moderni Sistemi Operativi', Jackson Libri
- A.Silberschatz, P.Galvin, G.Gagne: 'Applied Operating System Concepts' I edizione, John Wiley & Son, Inc.

### Metodi didattici

- Lezioni ed esercitazioni in aula
- Esercitazioni in laboratorio

### Modalità di verifica dell'apprendimento

- Prova di laboratorio sull'uso dei P-threads in Linux e con JAVA.
- Prova orale sugli argomenti svolti a lezione

### Strumenti a supporto della didattica

- Diapositive proiettate a lezione consultabili sul sito Web del corso:
- <http://lia.deis.unibo.it/Courses/ModApplRetiCalc0607/>
- ~<http://lia.deis.unibo.it/Courses/SistOpLS0506>

## 41562 - SISTEMI RADIO LS

<b>Docente:</b>	VERDONE ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo del corso è la formazione di professionisti in grado di operare nel campo delle reti di telecomunicazioni via radio ed in particolare nei settori relativi al progetto di protocolli di comunicazione. Inoltre, il corso si prefigge l'obiettivo di illustrare i principali trend tecnologici e scientifici in materia, mostrando anche le vie per inserirsi nel mondo della ricerca.

### Programma / Contenuti

Preliminari - Sistemi Radio, Aspetti pratici Introduzione ai sistemi radio - Pila protocollare OSI-like, Cross Layer Design, Link Budget, Richiami di propagazione, Fading selettivo in frequenza e nel tempo, Fading

(piatto) e shadowing, Servizi a commutazione di pacchetto e circuito, applicazioni RT/NRT Fondamenti di accesso radio: livello di collegamento - Calcolo delle prestazioni con fading, Cenni sulle contromisure agli effetti del canale radio, Interferenze, Calcolo delle prestazioni con fading e interferenze Fondamenti di accesso radio: livello di rete - Accesso Multiplo: F/T/C/S/PDMA; Aloha e CSMA; scheduling. Reti cellulari: risorse radio, riuso, efficienza spettrale di rete e di collegamento, Gestione della risorsa radio: generalità, Key Performance Indicators al livello di collegamento e di rete Livello di collegamento: sistemi di modulazione numerica avanzati: CPM, DS e FH CDMA, OFDM e MC-CDMA Livello di collegamento: prestazioni in presenza di interferenze cocanale - CPM, M-QASK, DS-BPSK Reti cellulari: dimensionamento - Dimensionamento di cella, cluster Reti ad hoc: routing, connettività Reti di sensori wireless Sistemi cellulari radiomobili 2G e 2½ G - Organismi di standardizzazione, fora di ricerca, GSM, GPRS, GERAN, Gestione della risorsa radio e pianificazione, RxLEV, RxQUAL e FER, Hard Handover: descrizione algoritmo a isteresi, Slow Power Control: descrizione algoritmo e ottimizzazione, Simulazione statica e dinamica per reti radiomobili 2G Sistemi cellulari radiomobili 3G - UMTS, Gestione della risorsa radio e pianificazione, Soft Handover: descrizione algoritmo a isteresi e prestazioni, Capacità vs Copertura, Simulazione statica e dinamica per reti 3G Sistemi radio a corto raggio: IEEE 802.11, Bluetooth, Zigbee Cenni su sistemi via satellite

### Testi / Bibliografia

[IT] 1. G. Mazzini, "Appunti di Sistemi di Telecomunicazioni", Esculapio. 2. O. Andrisano, D. Dardari, "Appunti di Sistemi di Telecomunicazioni", Esculapio. [EN] 1. T. Halonen, J. Romero, J. Melero, "GSM, GPRS and EDGE Performance", Wiley. 2. J. Laiho, A. Wacker, T. Novosad, "Radio Network Planning and Optimisation for UMTS", Wiley. 3. B. Walke, "Mobile Radio Networks", Wiley. 4. J. Zander, S.-L. Kim, "Radio Resource Management for Wireless Networks", Artech House. 5. G. Stuber, "Principles of Mobile Communications", Kluwer. 6. K. Pahlavan et al., "Principles of Wireless Networks - A Unified Approach", Prentice Hall. 7. T. Rappaport, "Wireless Communications: Principles and Practice", Prentice Hall. 8. A. Hac, "Wireless Sensors - Network Designs", Wiley. 9. C.S. Raghavendra et alii, "Wireless Sensor Networks", Kluwer.

### Metodi didattici

Lezioni svolte in aula, ed assegnamento di argomenti di approfondimento individuale. Laboratori di gruppo ed individuali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## 00905 - SOCIOLOGIA

<b>Docente:</b>	PICCOLI FABIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	2

### Conoscenze e abilità da conseguire

Affronta l'evoluzione storica della disciplina, con particolare riferimento verso la caratterizzazione del contesto insediativo e umano in cui opera il progettista

### Programma / Contenuti

Il corso è diviso in due parti.

Nella prima parte sarà introdotta la Sociologia quale disciplina scientifica - facendo peculiare riferimento alle sue specificità rispetto alle altre scienze sociali, sia in relazione al suo oggetto (la società come ordine di realtà specifico - entità "sui generis", secondo la definizione di E. Durkheim) che in relazione ai suoi metodi

conoscitivi (spiegazione e compressione) - per mezzo dello studio dei Classici della disciplina e proponendo esempi mirati di ricerche sociologiche realizzate "sul campo".

Nella seconda parte, successivamente alla ricostruzione storico-sociale del processo di sviluppo urbano, dall'epoca dell'industrializzazione ad oggi, saranno studiati la città e il territorio quali "fenomeni sociologici". In particolare, a partire dalle riflessioni sulle ricerche condotte dalla Scuola ecologica di Chicago, verranno affrontati argomenti di rilevante attualità (principalmente: crisi della città fordista e nascita della città post-fordista, città globale/città dei flussi, marketing urbano, multiculturalismo, urban sprawl, sicurezza/insicurezza urbana) definendo e trattando la terminologia essenziale della disciplina (es. non-luogo, gentrification, gated-community, edge city, ecc.).

### Testi / Bibliografia

Si precisa che i testi seguenti non devono essere studiati nella loro interezza. Il docente, all'inizio del corso, indicherà le parti da preparare, nonché pubblicherà il materiale aggiuntivo (dispense on line) di supporto al corso. Per tale motivo, si invitano gli studenti ad aspettare l'avvio della prima settimana di lezione per acquisire il materiale sotto-elencato.

- S. Parker, *Teoria ed esperienza urbana*, Il Mulino, Bologna, 2004.
- C. Francesconi, F. Piccoli, *La prima volta al voto*, FrancoAngeli, Bologna, 2008.
- Dispense del docente.

### Metodi didattici

Lezioni frontali; lavori di gruppo

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame di profitto verte in un'unica prova scritta sugli argomenti trattati

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense del docente.

## 30820 - SOLID STATE CHEMISTRY AND LABORATORY

**Corso di Laurea:** 0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies

**Mutuato da:** 29193 - SOLID STATE CHEMISTRY AND LABORATORY M (vedi p. 976)

## 29193 - SOLID STATE CHEMISTRY AND LABORATORY M

**Docente:** FIORINI MAURIZIO

**Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

**Lingua:** Inglese

### Programma / Contenuti

Lo stato solido: impacchettamento degli atomi, strutture compatte, reticoli e celle elementari. Solidi cristallini: solidi ionici, solidi covalenti; silicati. Caratterizzazione di solidi: diffrazione dei raggi X; microscopia elettronica. Legame nei solidi e proprietà elettroniche. I difetti nei solidi, composti non stechiometrici; conducibilità ionica. Proprietà magnetiche e dielettriche: metalli e composti ferromagnetici; ferrimagnetismo. cristalli piezoelettrici.

**Testi / Bibliografia**

L. E. Smart, E. A. Moore *Solid State Chemistry: an introduction* CRC Press 3rd Ed. 2005

A. R. West *Basic Solid State Chemistry* 2nd Ed. John Wiley & Sons 1999

[I testi segnalati sono utili allo studente per approfondire la conoscenza degli argomenti trattati nel corso, ma non sono formalmente adottati come libri di testo]

**Metodi didattici**

Le lezioni in aula saranno accompagnate dalla discussione di alcuni argomenti selezionati dal programma del corso.

Le esercitazioni in laboratorio saranno precedute da una presentazione in aula per sottolineare le finalità delle prove pratiche e le metodologie utilizzate.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale in cui verranno anche discusse le relazioni sulle prove di laboratorio effettuate durante il corso

**Strumenti a supporto della didattica**

software (in prevalenza open source) per la visualizzazione di strutture chimiche: pc e videoproiettore. Gli schemi e i lucidi proiettati durante le lezioni saranno messi a disposizione degli studenti (tale materiale non sostituisce però un testo di riferimento)

**30680 - SOLID STATE ELECTRONICS**

<b>Docente:</b>	RUDAN MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**30697 - SOLID STATE PHYSICAL CHEMISTRY**

<b>Docente:</b>	COLLE RENATO
<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	English

**57994 - SOVRASTRUTTURE STRADALI E FERROVIARIE L**

<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Mutuato da:</b>	48808 - SOVRASTRUTTURE STRADALI E FERROVIARIE L (6 CFU) (vedi p. 978)

# 48808 - SOVRASTRUTTURE STRADALI E FERROVIARIE L (6 CFU)

<b>Docente:</b>	SIMONE ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Acquisire le conoscenze degli elementi di base per la progettazione, gestione e manutenzione di sovrastrutture stradali e ferroviarie

## Programma / Contenuti

1. COSTRUZIONE DEI RILEVATI E DELLE TRINCEE Stabilità del piano di posa: carichi di rottura e di plasticizzazione; cedimenti immediati e differiti. Consolidamento dei piani di posa e delle scarpate. Problemi di addensamento: tecniche di campionamento e prove Proctor e C.B.R. 1.1 I SOTTOFONDI STRADALI Definizione della portanza; prova di carico con piastra (PLT): a ciclo unico ed a cicli ripetuti, definizione del coefficiente di costipamento; metodo HRB. Metodo CBR e FAA. Determinazione di K e Md ed E. 1.2 IMPIEGO DEI GEOSINTETICI Generalità sui geosintetici: geotessili tessuti e nontessuti, geogriglie, georeti, geocompositi, geocelle, geomembrane. Funzioni ed applicazioni dei geosintetici: separazione, rinforzo, filtrazione, drenaggio, rinforzo superficiale. Caratteristiche fisico-chimiche dei principali geosintetici e dei polimeri; creep e creep apparente, durabilità e metodo dei coefficienti di sicurezza parziali. Riconoscimento pratico dei principali geosintetici. Prove di accettazione e caratterizzazione. 1.3 TECNICHE SPECIALI Materie prime secondarie: reimpiego di materiali di scarto: il ROSE, ceneri volanti e loppe d'altoforno. Stabilizzazioni delle terre con leganti idraulici: miscele binarie e ternarie: 2. SOVRASTRUTTURE STRADALI 2.1 TIPOLOGIE Tipologie tradizionali e con leganti modificati. Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Inerti granulari: composizione granulometrica a fuso continuo e discontinuo; inerti granulari stabilizzati. Misti cementati. Progettazione e mix-design dei conglomerati bituminosi: metodo francese. Prova Marshall: % di bitume, granulometria, indice dei vuoti, percentuale di filler. Sovrastrutture rigide: progettazione dei conglomerati cementizi: % di cemento, inerti, acqua: Resistenza, confezione, posa e giunti. 2.2 SUPERPAVE Il metodo SHRP-SUPERPAVE per il mix design dei conglomerati bituminosi con pressa giratoria. 2.3 METODI DI CALCOLO Calcolo a fatica delle sovrastrutture stradale flessibili. Individuazione della vita utile di progetto della sovrastruttura: rilievi di traffico, composizione del traffico di progetto, fattori di equivalenza dei veicoli, individuazione del traffico in ESA (equivalent standard axle). Metodi semiempirici: Road Note 29, AASHO (PSI, IS), esempi di calcolo. Metodi razionali: Bisar, leggi di fatica, esempi di calcolo. I Cataloghi delle sovrastrutture stradali. Pavimentazioni cementizie: Westergaard, Burmister-Peltier, Hogg. Influenza della temperatura: variazioni stagionali, variazioni giornaliere. Tecniche di controllo: falling weight deflectometer, trave di Benkelman. 3. SICUREZZA STRADALE Caratteristiche della rete stradale nazionale, classificazione e caratteristiche geometriche delle strade. L'incidentalità: cause e politiche europee per la sicurezza stradale. Fattori che influenzano la sicurezza stradale: aderenza e regolarità. Sistemi di gestione delle strade: il Catasto stradale, costituzione, gestione ed aggiornamento. Il GPS nella costituzione de Catasto stradale. 3.1 PAVIMENTAZIONI AD ELEVATA ADERENZA Conglomerati bituminosi drenanti e fonoassorbenti. Conglomerati bituminosi antiskid. Conglomerati bituminosi tipo splitmastixasphalt. 4. AEROPORTI Piste di volo, Taxiways, e Piazzali di sosta: dimensioni, pendenze. Calcolo della sovrastruttura: metodi FAA e STBA. Prove di carico. Zone critiche e giunti tra pavimentazioni diverse. Gambe di forza e carico equivalente su ruota singola. Numero PCN dell'aerostazione e dell'acromobile. Calcolo delle sovrastrutture flessibili e rigide. 5. FERROVIE Armamento ferroviario: armamento per alta velocità, piastre di armamento in c.a. Composizione della sovrastruttura ferroviaria.

**Testi / Bibliografia**

G. TESORIERE, COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI., F. GIANNINI E P. FERRARI, COSTRUZIONI STRADALI E FERROVIARIE, A. GOMES CORREIA, FLEXIBLE PAVEMENTS, BALKEMA, 1996 ISBN 90 5410 523

**Metodi didattici**

Le lezioni saranno integrate dallo svolgimento di esercitazioni di gruppo

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Agli studenti viene messa a disposizione una copia dei lucidi e delle diapositive presentati a lezione.

**17430 - STATICA L**

<b>Docente:</b>	PASCALE GUIDOTTI MAGNANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

6 ANALISI DELLE TRAVI Il solido di De Saint Venant. Ipotesi. Impostazione generale. Tensioni, deformazioni, lavoro di deformazione. Estensione alle travi reali.

Sforzo normale centrato. Flessione semplice retta e deviata. Studio della deformazione delle travi inflesse mediante il metodo della linea elastica. Sforzo normale eccentrico. Torsione: impostazione per sezioni di forma qualsiasi, centro di torsione, analogia idrodinamica e analogia della membrana. Casi particolari: sezioni circolari o a corona circolare, sezioni rettangolari, sezioni sottili aperte e chiuse. Taglio-flessione: trattazione approssimata, sezioni compatte e sottili, fattore di taglio, determinazione approssimata del centro di taglio.

7 ANALISI DELLE STRUTTURE Calcolo di componenti di spostamento di strutture isostatiche mediante il P.L.V. e la composizione cinematica degli spostamenti. Analisi delle strutture iperstatiche attraverso il metodo delle forze e il P.L.V., con determinazione delle caratteristiche della sollecitazione e della deformata elastica. Distorsioni e cedimenti vincolari. Telai a nodi fissi e a nodi spostabili.

8 MATERIALI E SPERIMENTAZIONE Materiali duttili e fragili. Acciai e calcestruzzi: classificazione e cenni alle normative. Legami costitutivi. Materiali compositi fibrosi a matrice polimerica: cenni.

Sperimentazione dei materiali e delle strutture: macchine di prova, procedure sperimentali e strumentazione. Prove di trazione su acciai e di compressione su calcestruzzi. Applicazioni pratiche in laboratorio.

Metodi non distruttivi per la stima delle proprietà meccaniche dei materiali e l'analisi dei difetti nelle strutture.

9 SICUREZZA STRUTTURALE Criteri di crisi per stati di tensione pluriassiali: Rankine, Mohr-Coulomb, Tresca, Beltrami, Huber-Von Mises-Hencky. Particolarizzazione agli stati tensionali di maggior interesse pratico.

Dimensionamento e verifica di resistenza di travi soggette a sollecitazioni semplici e composte, col metodo delle tensioni ammissibili.

10 INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO Impostazione del problema. L'asta di Eulero.

Lunghezza libera d'inflessione. Snellezza. Iperbole di Eulero e snellezza limite. Metodo Omega. Instabilità progressiva.

**Testi / Bibliografia**

PASCALE, Lezioni di scienza delle costruzioni, Voll. 1 e 2, Esculapio - Progetto Leonardo, Bologna.

VIOLA, Esercitazioni di scienza delle costruzioni, Voll. 1 e 2, Pitagora, Bologna.

- PASCALÉ, Scienza delle costruzioni: esercizi d'esame svolti, Esculapio - Progetto Leonardo, Bologna.
- BIGONI, DI TOMMASO, GEI, LAUDIERO, ZACCARIA, Geometria delle masse, Esculapio - Progetto Leonardo, Bologna.

#### ALTRI TESTI DI RIFERIMENTO

- DI TOMMASO, Fondamenti di scienza delle costruzioni, Patron, Bologna.
- CARPINTERI, Scienza delle costruzioni, Pitagora, Bologna (con esercizi).
- VIOLA, Scienza delle costruzioni, Pitagora, Bologna.
- BELLUZZI, Scienza delle costruzioni, Zanichelli, Bologna.
- CAPURSO, Lezioni di scienza delle costruzioni, Pitagora, Bologna.
- BEER, JOHNSTON, Scienza delle costruzioni, Mc Graw Hill, Milano.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale, preceduta dallo svolgimento di uno o più esercizi scritti.

## 46255 - STATISTICA APPLICATA ALLE MISURE E AL CONTROLLO DI QUALITÀ L-A

<b>Docente:</b>	TRAVERSO PIER ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0048 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

#### Conoscenze e abilità da conseguire

La valutazione dell'incertezza associata ad una misura è stata ricondotta, secondo l'attuale guida all'espressione dell'incertezza di misura (GUM), ad uno studio statistico. Esistono altri corsi, ad esempio Affidabilità e Controllo di Qualità, per i quali è necessario avere una buona conoscenza delle funzioni di distribuzione e stimare parametri di tali funzioni. E' inoltre importante in applicazioni che richiedono la valutazione della incertezza associata al risultato di una misura, come ad esempio nel controllo statistico di processo, sapere utilizzare i test statistici per la verifica delle ipotesi. Infine l'analisi della varianza (ANOVA) rappresenta la più importante tecnica sperimentale per la programmazione degli esperimenti nel controllo statistico di processo (DOE) o per la determinazione dei principali parametri di influenza in una misura.

Il corso, che presuppone nell'allievo una conoscenza della teoria di base del calcolo delle probabilità, si propone di riprendere le nozioni fondamentali di statistica e di applicarle, in particolare mediante esperienze di laboratorio, alla valutazione dei parametri di una misura e alla stima degli intervalli di confidenza ad essa associati. In tal modo il laboratorio diventa parte integrante del corso.

Lo scopo fondamentale del corso è quello di insegnare agli allievi le principali metodologie per una corretta interpretazione dei risultati sperimentali; infatti i risultati ottenuti applicando tecniche statistiche rappresentano una misura la cui attendibilità deve essere valutata.

#### Programma / Contenuti

Richiami di statistica: Inferenza statistica applicata al controllo di qualità di un processo: statistica campionaria; momenti; coefficiente di correlazione campionario; stime puntuali; verifica delle ipotesi statistiche; principali test statistici parametrici e non parametrici; processi stocastici markoviani (cenni).

La misura trattata come variabile aleatoria; valore atteso e varianza di una misura; grandezze del processo di misurazione trattate come variabili aleatorie. Il sistema internazionale SI. Processo di misurazione; misurando; grandezze di interesse.

Guida all'espressione dell'incertezza di misura (GUM). Definizioni di incertezza di misura e di errore; sorgenti di incertezza e loro effetti; incertezze standard; valutazioni di tipo A e B. Misure indirette; incertezza standard

combinata; incertezza espansa e fattore di copertura; grandezze di ingresso correlate ed incorrelate; valutazione di tipo A e B dei coefficienti di correlazione.

Laboratorio: valutazione sperimentale degli effetti delle sorgenti di incertezza su una misura.

Controllo statistico di un processo produttivo: Progetto degli esperimenti (DOE). Analisi della varianza (ANOVA) per il progetto di esperimenti; esperimenti con uno e due fattori; analisi dei residui; esperimenti fattoriali e frazionati. Piani di campionamento in accettazione per attributi e per variabili. La normativa MIL ST 414; dipendenza delle misure da fattori di influenza.

### Testi / Bibliografia

Appunti forniti dal docente;

### Metodi didattici

Spiegazione in aula e in laboratorio

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

### Strumenti a supporto della didattica

Programmi Matlab e Labview

## 32857 - STORIA DELL'ARCHITETTURA I

<b>Docente:</b>	TUTTLE RICHARD JAMES
<b>Corso di Laurea:</b>	0940 - Ingegneria edile - architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

## 04757 - STORIA DELL'ARCHITETTURA II

<b>Docente:</b>	GRESLERI GIULIANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'Architettura è un fenomeno concreto.

Essa si occupa, soprattutto, di dare sostanza costruita a cose che vanno oltre la pura risposta a questioni pratiche e funzionali.

Essa risponde – come l'arte in genere – a precise motivazioni *esistenziali*, che traduce in forme nello spazio. Le forme spaziali sono realizzate con apposite *tecniche*, frutto di conoscenze scientifiche di un determinato momento storico, dalle quali traggono origine determinati *linguaggi* formali.

Non è detto che ad ogni epoca corrisponda l'uso di una particolare tecnologia. La tecnologia stessa è piegata alle aspirazioni, ai significati, ai programmi che il progetto realizzato sottende; accade in tal modo che, il *linguaggio* elaborato in una certa epoca, passi a quella successiva, o che vari linguaggi sopravvivano uno accanto all'altro, all'interno di una stessa epoca storica.

Ad esempio, il *Classico* greco-romano, nel momento in cui viene introdotto nel vicino oriente dall'Ellenismo, si sviluppa accanto a linguaggi indigeni, che finisce per assorbire modificandosi e modificando a sua volta il contesto originario.

Il *Barocco* tedesco del XVIII secolo insiste su soluzioni eccezionali, quando Francia ed Italia sono già passate ad altre ricerche.

Il *Razionalismo* italiano produce i suoi capolavori come «arte di Regime», mentre perdura al suo fianco, negli anni '30, uno stile *Novecento* classicista non meno colto, che si spinge sino ai nostri giorni.

La complessità del quadro generale entro il quale si articola la storia dell'architettura e dell'ambiente costruito, deve quindi essere letta come condensarsi di *molte storie*, storia dell'ambiente umano, storia dei modi di gestirlo, storia degli intellettuali che hanno cercato di costruire politiche, modi e prassi, infine storia dei linguaggi.

Lo spazio dialettico che così si forma consente di dare motivazioni alla molteplicità delle proposte che stanno dietro l'intera vicenda dell'Architettura ma soprattutto di *delinearne la pluralità dei percorsi*. La ricerca dei significati, lo sforzo di interpretarli entro il tempo e la cultura che li hanno determinati, è il fine primario del nostro lavoro.

Gli Studenti saranno così messi di fronte alla *complessità dei linguaggi* e cercheranno di capire che non è possibile penetrare i significati dell'Architettura considerandola solo prodotto e conseguenza di una determinata corrente in un determinato periodo storico.

Il corso si pone essenzialmente tre obiettivi:

- 1) *Comunicare* criticamente una serie di eventi ritenuti basilari per lo sviluppo e la comprensione delle considerazioni sopra esposte.
- 2) *Verificare*, tramite il "Laboratorio", teorici, assunti, programmi e contenuti delle lezioni, con: visite sul campo ad edifici, luoghi urbani ritenuti, al proposito, particolarmente significativi.
- 3) *Verificare* le capacità critiche acquisite dagli Allievi, con una serie di esercitazioni.

## Programma / Contenuti

**N.B.** Fra parentesi quadre sono state indicate possibili destinazioni per visite di istruzione a Bologna e dintorni. Ci si riserva di confermare a lezione date e modalità delle stesse.

Nel corso delle lezioni saranno comunicate anche le date delle esercitazioni.

### I lezione

La Storia dell'architettura moderna: sue specificità. Rapporto tra modernità e "tradizione", internazionalità e nazionalità, regionalismo e localismo. Perché si studia la storia dell'architettura.

### II lezione

Per una appropriazione critica ed un approccio bibliografico alle Storie dell'architettura e i loro Autori: Semper, Durand, Rondelet, Violet le Duc, Choisy, Worringer, Giedion, Pevsner, Hitchcock, Fletcher, Zevi, Benevolo, Tafuri, Dal Co, Ciucci, De Seta, De Fusco, Frampton, Rowe, Watkin, Curtis.

### III lezione

La Bologna di inizi Ottocento: Cincinnato Baruzzi, Giovanni Antonio Antolini, Giovan Battista Martinetti, Filippo Antolini / [Visita alla Villa Aldini e alla Villa Baruzziana]

### IV lezione

L'idea di architettura agli esordi del XIX secolo: architetti e trasformazioni sociali. Ledoux, Schinkel, Soane, Nash. L'architettura nelle scuole riformate.

### V lezione

L'Architettura in Italia alla fine del XVIII secolo e la diffusione dell'Eclettismo in Europa.

### VI lezione

Le trasformazioni nelle città europee: Monaco, Parigi, Londra. Le città del sub continente americano e i loro modelli. / [Visita alla Rocchetta Mattei]

### VII lezione

Le Parigi di Haussmann e la trasformazione del paesaggio urbano. L'idea di città capitale: nuovi contenitori per nuove funzioni. I modelli di Haussmann fuori di Francia: Bruxelles, Firenze, Roma Capitale, Bologna, ecc.

### VIII lezione

Londra 1850: le esposizioni internazionali. Paxton e il Palazzo di cristallo. Esiti in Francia: Eiffel. Ingegneri ed architetti di fronte alle applicazioni del ferro.

### IX lezione

La questione delle città "fondate" e i loro modelli. Le città d'Europa fuori d'Europa.

**X lezione**

La rappresentazione dello spazio urbano e naturale nell'Ottocento: Impressionismo.

**XI lezione**

L'Art Nouveau: acciaio, vetro, ornamento. Victor Horta e l'Hotel Tassel. Van de Velde a Bruxelles e a Weimar. Hector Guimard in Rue la Fontaine a Parigi. Mackintosh a Glasgow

**XII lezione**

Antoni Gaudì a Barcellona. Naturalismo, tradizione, razionalismo, vernacolare. L'esordio di Otto Wagner a Vienna. / [Visita al Cimitero Monumentale della Certosa]

**XIII lezione**

La Wagner Schule (Wagner, Hoffmann, Olbrich). Esiti estremi dell'Art Nouveau: la colonia di Darmstadt. Lettura di una pagina di *Moderne Architektur*. Lettura di una architettura: Palazzo Stoclet a Bruxelles.

**XIV lezione**

Adolf Loos: "ornamento a delitto". Lettura di una pagina di *Parole nel vuoto*

**XV lezione**

La condizione degli architetti in Italia all'inizio del '900: D'Aronco, Muggia, Sironi. Il cemento armato. La diffusione dei modelli d'oltralpe: Perret, Hennebique, Le Corbusier e la *Maison Dom-ino*.

**XVI lezione**

Nuovi modelli e riorganizzazione urbana: La Città nuova di Sant'Elia, la Città industriale di Garnier, la Capitale mondiale di Hebrard, il mito di The King of New York, l'esordio di Le Corbusier e il mito del "macchinismo".

**XVII lezione**

Visita sul campo e lezione al Padiglione de L'Esprit Nouveau.

**XVIII lezione**

Il Deutscher Werkbund - arte e industria: Muthesius, Peter Behrens, Walter Gropius, Bruno Taut a Lipsia 1913 e Colonia 1914.

**XIX lezione**

Origini e sviluppi del Futurismo.

**XX lezione**

Il "sogno americano": il procedimento architettonico di Frank Lloyd Wright. Lettura di una pagina di *Io e l'architettura*.

**XXI lezione**

"The Swedish grace" e il Classicismo nordico. Lindegren, Markelius, Asplund, Saarinen e il giovane Aalto. Lettura di una pagina da *The white table* di Aalto.

**XXII lezione**

Cubismo, Neoplasticismo, De Stijl e nuove condizioni spaziali: da Braque a Picasso; Mondrian, Berlage, Rietveld, Van Doesburg.

**XXIII lezione**

Olanda. Laboratorio dell'architettura moderna, *visiting professor Maristella Casciato*

**XXIV lezione**

L'esordio di Le Corbusier: da Istanbul a La Chaux de Fonds a Parigi. Come si forma un intellettuale dell'architettura: lettura di una pagina del *Viaggio in Oriente* di Le Corbusier.

**XXV lezione**

Le Corbusier. Le Ville bianche. Purismo e impegno internazionale. Itinerario con diapositive attraverso l'appartamento-atelier di Rue Nungesser et Coli. / [Visita alla Villa Gotti]

**XXVI lezione**

La Città Mondiale, il Mundaneum, il dibattito con Karel Teige, *visiting professor Anna Ciotta*

**XXVII lezione**

Il Palazzo per la Società delle Nazioni. Lettura di lettere di Teige contro Le Corbusier.

**XXVIII lezione**

Le condizioni dell'architettura in URSS negli anni precedenti e seguenti la NEP.

**XXIX lezione**

Urbanisti e disurbanisti in Unione Sovietica. Leonidov, I Vesnin, Melnikow, Tatlin. Il problema dell'unità abitativa comune. Nuovi contenitori sociali e il Piano di Mosca di El Lissitzkij

**XXX lezione**

Convergenze e divergenze in Germania: Walter Gropius, Peter Behrens, Mies Van Der Rohe a Berlino. Mendelsohn a Postdam.

**XXXI lezione**

Architettura e Rivoluzione. Le Esposizioni internazionali sul problema della casa. Il Weissenhof di Stoccarda e il Werkbund di Vienna.

**XXXII lezione**

Riformismo sociale urbano. L'idea di Siedlung e l'esperienza della Vienna Rossa. Bruno Taut a Magdeburgo e a Berlino.

**XXXIII lezione**

L'esordio di Alvar Aalto: le opere fino a Imatra / [Visita alla chiesa di Alvar Aalto a Riola]

**XXXIV lezione**

Città di fondazione italiane e d'Oltremare: l'architettura dei Littori

**XXXV lezione**

"Transparenze", nuovi problemi spaziali: Le Corbusier e Mies. La sintesi estrema: Mies a Barcellona e a Brno.

Le Corbusier a Ville Savoy

**XXXVI lezione**

Sistema regionale e sistema internazionale. Alberto Sartoris e gli elementi dell'architettura funzionale.

**XXXVII lezione**

Figini e Pollini e il Gruppo 7. Diffusione del Razionalismo in Italia.

**XXXVIII lezione**

L'architettura moderna nella Ricostruzione post bellica / [Visita al quartiere Barca e all'Ina Casa di Borgo Panigale]

**XXXIX lezione**

Verso l'Architettura Contemporanea. Chiusura del Corso. Conclusioni.

**Testi / Bibliografia**

Leonardo Benevolo, *Introduzione all'Urbanistica*, Bari, Laterza, 1960

Kenneth Frampton, *Storia dell'architettura moderna*, Bologna, Zanichelli, 1982 (ed edizioni successive)

Leonardo Benevolo, *Storia dell'architettura Moderna*, Bari, Laterza, 1961 (ed edizioni successive)

Sigfried Giedion, *Spazio, tempo, architettura*, (cap. 2-3), Milano, Hoepli, 1965 (ed edizioni successive)

Renato De Fusco, *Mille anni di architettura in Europa*, Roma-Bari, Laterza, 1993

William Curtis, *L'architettura moderna del Novecento*, Milano, Bruno Mondadori, 1999

Amerigo Restucci, a cura di, *Storia dell'architettura italiana. L'Ottocento*, Milano, Electa, 2005

Giorgio Ciucci, Giorgio Muratore, a cura di, *Storia dell'architettura italiana: il primo Novecento*, Milano, Electa, 2004

Giuliano Gresleri, a cura di, *Guida di architettura: Bologna*, Torino, Allemandi, 2004

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale a fine corso con calendario da definire

## 30945 - STORIA DELL'ARCHITETTURA T

<b>Docente:</b>	CASSARA' SILVIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0921 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	8

## 55017 - STRATEGIA E GESTIONE DEL SISTEMA DEL VALORE LS

<b>Docente:</b>	ZANONI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Analizzare le relazioni verticali tra le imprese sviluppando:

- la sensibilità circa la loro importanza strategica;
- le competenze tecniche e gestionali necessarie per affrontare le decisioni in materia;
- le capacità organizzative necessarie per la gestione delle relazioni.

**Programma / Contenuti**

Il corso sviluppa il processo attraverso cui le imprese generano valore per il cliente. In tale processo hanno un ruolo essenziale le decisioni gestionali e organizzative inerenti i rapporti con i clienti e i fornitori che costituiscono l'argomento principale del corso.

Nelle lezioni verranno svolti i seguenti contenuti:

- il concetto di supply chain e di sistema del valore
- la definizione dei confini dell'impresa e le decisioni di insourcing e outsourcing
- la progettazione del network di filiera
- le politiche nei confronti dei fornitori
- la progettazione della struttura distributiva
- la gestione delle relazioni a monte e a valle dell'impresa
- le performance della supply chain
- il ruolo dell' ICT nella supply chain
- l'evoluzione dei modelli di business e gli attori emergenti

**Testi / Bibliografia**

Libri di testo suggeriti per la preparazione dell'esame:

Gianluca Spina (a cura di) - *La gestione dell'impresa* - Etas, Milano, 2006, (parte IV - Acquisti e supply chain da pag. 498 a pag. 634)

Enzo Baglieri (a cura di) - *La gestione strategica degli approvvigionamenti* - Etas, Milano, 2004

Sandro Castaldo - *Analisi e gestione dei canali distributivi* - il Mulino, Bologna, 2006 (capitolo 1 da pag. 15 a pag. 75 e capitoli 6, 7, 8, 9 da pag. 223 a pag. 404)

In alternativa ai tre testi suggeriti gli studenti potranno utilizzare, per preparare l'esame :

David Simchi-Levi , Philip Kaminsky e Edith Simchi-Levi - *Designing and managing the supply chain* - McGraw-Hill

Sunil Chopra e Peter Meindl - *Supply Chain Management* - Pearson Prentice Hall, 2004

**Metodi didattici**

Il corso viene svolto con lezioni tradizionali, discussione di casi aziendali, testimonianze e letture guidate. I materiali distribuiti durante il corso sono disponibili al sito <http://clearing.ing.unibo.it>

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento verrà svolta in un colloquio orale. Le date degli appelli e le iscrizioni alle liste per sostenere l'esame sono gestite con il sistema UNIWEX. Il giorno dell'appello verrà predisposto, in base agli studenti effettivamente presenti, un calendario operativo dei colloqui d'esame.

**35050 - STRUMENTAZIONE BIOMEDICA LS**

<b>Docente:</b>	AVANZOLINI GUIDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze di base per il progetto e per l'uso appropriato e sicuro delle principali apparecchiature di misura e di elaborazione dei segnali biomedici.

**Programma / Contenuti**

- 1. I concetti base della Strumentazione per misure biomediche.** L'architettura e la descrizione funzionale dei sistemi per misure biomediche. Le loro prestazioni statiche e dinamiche.
- 2. I sensori per misure biomediche.** I sensori resistivi di temperatura, e pressione. I sensori elettrochimici per la misura del pH e dei gas nel sangue. Gli elettrodi per la rilevazione di segnali bioelettrici.
- 3. Acquisizione di segnali biomedici.** Gli amplificatori per segnali biomedici, gli oscilloscopi ed i registratori per uso biomedico.
- 4. La misura di potenziali bioelettrici.** L'elettrocardiografo: specifiche, schema a blocchi, circuiti elettronici specifici, l'elaborazione automatica dell'elettrocardiogramma.
- 5. La strumentazione per il laboratorio di analisi chimico-cliniche.** Cenni alla spettrofotometria, all'autoanalizzatore, al contatore degli elementi figurati del sangue.
- 6. La sicurezza elettrica delle apparecchiature elettromedicali.** Effetti fisiologici dell'elettricità. Il pericolo di macroschoc ed i sistemi di protezione. Il pericolo di microschock ed i sistemi di protezione.

**Testi / Bibliografia**

- G. Avanzolini, *Strumentazione biomedica: progetto e impiego dei sistemi di misura*, Patron Editore, Bologna, 1998.  
 J.G. Webster, *Medical Instrumentation: application and design*, Wiley and Sons, NY, 1998.  
 W. Welkowitz, S. Deutsch, *Biomedical Instruments: Theory and design*, Academic Press, NY, 1992.  
 R.S.C. Cobbold, *Transducers for Biomedical Measurements: principles and applications*, Wiley and Sons, NY, 1974.  
 J.J. Carr, J.M. Brown, *Introduction to Biomedical Equipment Technology*, Wiley & Sons, NY, 2001.  
 B.N. Feinberg, *Applied Clinical Engineering*, Prentice-Hall, New Jersey, 1986.

**Metodi didattici**

Le esercitazioni in aula e/o in laboratorio, nonché la soluzione di problemi tipici costituiscono la diretta esemplificazione e la pratica applicazione dei concetti presentati nelle lezioni e sono parte integrante del corso.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Una o più prove in itinere  
 Esame finale in forma orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Diapositive da PC (PowerPoint) con videoproiettore e, talora, lavagna e/o lavagna luminosa; laboratorio di ingegneria biomedica

**35051 - STRUMENTAZIONE DIGITALE LS**

<b>Docente:</b>	LANZONI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende fornire conoscenze di base sulla moderna strumentazione elettronica e fornire guidelines per il progetto di un sistema di misura, anche distribuito.

**Programma / Contenuti****Modulo 1**

- Cenni sui sensori più comunemente usati e sui problemi di interfacciamento con l'elettronica di acquisizione.
- Smart sensors e standard IEEE 1451
- Circuiti di condizionamento e loro elementi: amplificatori differenziali, In-amp, amplificatori di isolamento.
- Scelte progettuali ed implementazioni circuitali
- Cenni sui convertitori A/D: parametri di merito e interfacciamento elettrico.
- Schede di acquisizione: struttura, scelta e corretto utilizzo
- LabVIEW: linguaggio, interfaccia utente e progetto di strumenti virtuali
- Sistemi industriali: PXI e sistemi CompactRIO
- LXI e strumentazione distribuita in rete

**Modulo 2**

**Generalità.** Parametri caratteristici delle misure in campo elettronico. Diagramma a blocchi. Flusso del segnale nella strumentazione elettronica. Elaborazione analogica e Digitale. Interfaccia utente. Interfaccia con calcolatori. Sistemi di misura. Panoramica del settore della strumentazione elettronica e classificazione degli strumenti.

**Gli analizzatori di spettro.** Richiami sull'analisi spettrale. Applicazioni dell'analisi spettrale. Architetture di analizzatori di spettro. Sistemi "superheterodyne". Architettura di un analizzatore "superheterodyne". Specifiche di un analizzatore *superheterodyne*: risoluzione, sensibilità, cifra di rumore, *range* dinamico. Rappresentazione dei risultati. Estensione del *range* di frequenze: analizzatori per microonde. Esercitazioni

**Analizzatori digitali di segnale e oscilloscopi a campionamento.** Richiami sulla trasformata discreta di Fourier. "Fast Fourier Transform". Architettura di un analizzatore digitale. *Band selectable analysis*. *Time window*. Tecniche di media. Generatori di rumore. Rappresentazione di dati digitali. *Real time bandwidth*. Esercitazioni

**Analisi di reti.** Analisi nel dominio del tempo e delle frequenze. Riflettometria nel dominio del tempo: principi generali. Identificazione di discontinuità. Problematiche di calibrazione, correzione degli errori. De-embedding. Analisi di rete nel dominio delle frequenze. Analisi di rete tramite generatori tracking e generatori di rumore. Generatori di rumore pseudo-random. Esercitazioni

**Metodi didattici**

lezioni in aula e esercitazioni in laboratorio

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

prova orale e pratica

**Strumenti a supporto della didattica**

Materiale fornito dal docente

**17392 - STRUMENTAZIONE E AUTOMAZIONE INDUSTRIALE I**

<b>Docente:</b>	SACCANI CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Programma / Contenuti**

Richiami di misure

generalità

termocoppie

traduttori di pressione

dispositivi per misure di portata

gli elementi funzionali di una catena di misura

segnali analogici e digitali

Misura di densità di liquidi e gas

- strumenti di misura di densità per liquidi

- strumenti di misura di densità per gas

Misura di portata in massa dei fluidi

- strumenti basati sulla variazione del momento della quantità di moto

- misuratore a vortici di von Karman

- misuratore di Coriolis

- misuratore magnetico.

Misura di umidità

- igrometri

- psicrometri

- misura del punto di rugiada

I regolatori

- l'azione regolatrice

- la regolazione a due posizioni

- il relè pneumatico

- il regolatore pneumatico a due posizioni

- prestazioni di un sistema regolato a due posizioni

- la regolazione proporzionale

- il regolatore proporzionale

- comportamento di un sistema proporzionale

- l'azione integrale

- il regolatore pneumatico ad azione PI

- la regolazione derivativa

- la regolazione PID

- il regolatore pneumatico PID

- messa a punto dei regolatori

La strumentazione e l'automazione d'impianto

- linea di combustione aria metano,

- impianto per aria compressa
- impianto frigorifero
- impianto per l'estrazione di acqua da pozzo con serbatoio di compenso
- autoclave
- Sistemi automatizzati per l'acquisizione dei dati
- sistema automatico per l'acquisizione di dati in un impianto sperimentale per il trasporto pneumatico:
- pesata di solidi in forma granulare
- misura della portata in massa d'aria mediante diaframma
- rilevamento delle perdite carico mediante trasduttori di pressione collegati a quadri multiplexer

### Testi / Bibliografia

P.M. Azzoni, Strumenti e misure per l'ingegneria meccanica. ed. Hoepli Milano

## 57995 - STRUMENTAZIONE E CONTROLLO NELL'INDUSTRIA DI PROCESSO L

<b>Docente:</b>	PASQUALI GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Simbologia, caratteristiche generali degli strumenti. Caratteristiche degli strumenti per la misura delle principali grandezze di un processo. Circuiti di controllo e loro componenti, caratteristiche dei controllori. Scelta di strumenti per la misurazione di grandezze del processo. Scelta delle componenti del circuito di controllo e delle modalità di controllo

### Programma / Contenuti

Strumentazione:

La misura di una grandezza e lo strumento di misura. Sensori, trasduttori, amplificatore. Trasmettitore.

Caratteristiche degli strumenti di misura. Segnali normalizzati. Simbologia della strumentazione.

Strumenti per la misura delle principali grandezze di un processo: pressione, temperatura, portata, livello, massa volumica, viscosità, umidità. Vantaggi e svantaggi dei vari tipi di strumenti, campo di applicazione, precisione, giustezza.

Controllo

Funzione del controllo nell'industria di processo. Variabili coinvolte nel processo (entranti, uscenti, manipolabili, misurabili) e schemi di controllo (feed back, feed forward, inferenziale) Controllo SISO (Single Input - Single Output) e MIMO (Multiple Input - Multiple Output). Valvole di controllo.

La trasformata Laplace per la dinamica dei processi. Funzione di trasferimento.

Controllo feed back: P, PI, PID. Influenza del controllo sulla dinamica dei processi.

Scelta delle azioni del controllore e tuning.

Controllo ad anelli multipli (Cascata, override, split range, auctioneering); controllo con elevato tempo morto.

Controllo adattivo.

Controllo feed forward, controllo di rapporto.

Controllo multivariabili, configurazioni, interferenza, matrice dei guadagni stazionari, disaccoppiamento.

### Testi / Bibliografia

Strumentazione:

- Strumentazione di misura e controllo nelle applicazioni industriali. A. Brunelli (vol. 1 e 2). G.I.S.I.;

- Appunti del docente.

Controllo:

- Chemical process control. Gorge Stephanopulos. Prentice Hall.
- Appunti del docente.

### Metodi didattici

Lezioni teoriche ed esercitazioni frontali.  
Esercitazioni personali e di gruppo.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

prove scritte (tre) durante lo svolgimento del corso con eventuale prova orale finale;  
prove scritte e/o orali agli appelli regolamentari

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi e software specifico.

## 23323 - STRUMENTAZIONE E MISURE PER LINQUINAMENTO

L

<b>Docente:</b>	MARCHETTI LEONARDO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	5

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali della strumentazione analitica ed industriale con riferimento alle misure dell'inquinamento e le capacità basilari per il trattamento dei dati analitici e la valutazione dei risultati per il controllo dell'inquinamento e per la formulazione degli indici di qualità dell'ambiente.

### Programma / Contenuti

L'ambiente: definizioni, sua importanza e necessità della sua salvaguardia.  
L'inquinamento: definizioni, origine, effetti, valutazione qualitativa e misura quantitativa.  
La visione ingegneristica e tecnologica del problema ambiente. La prevenzione dell'inquinamento ed il disinquinamento: l'importanza della tecnologia. L'etica ambientale.  
Le misure dell'inquinamento da sostanze chimiche e da agenti fisici: criteri generali.  
Il campionamento e la sua importanza. I metodi normalizzati di analisi.  
La misura dell'inquinamento negli ambienti chiusi, dell'aria, delle acque e dei suoli: tecniche di prelievo, metodologie analitiche e cenni alla normativa.  
I rifiuti: Lo smaltimento: le discariche e la distruzione dei rifiuti - La gestione dei rifiuti.  
L'analisi chimica: elementare e strutturale, qualitativa e quantitativa.  
I metodi dell'analisi chimica gravimetrica e volumetrica: principi, applicazioni ed esempi.  
I metodi dell'analisi strumentale: caratteristiche, vantaggi e limiti.  
I metodi di analisi spettroscopici, cromatografici ed elettrochimici.  
Il trattamento dei dati analitici e la valutazione dei risultati per la formulazione di indici di qualità ambientale, la verifica di standard di qualità e la definizione delle modalità di intervento sul territorio.  
La tossicità delle sostanze chimiche per l'uomo e per l'ambiente. La classificazione della tossicità, i suoi effetti ed i fattori che la influenzano. La valutazione e la quantificazione della tossicità.  
I principi generali della protezione sanitaria. Il REACH.  
Gli effetti dell'inquinamento atmosferico:

- L'ozono e lo strato di ozono - Lo smog fotochimica - L'effetto serra ed il Protocollo di Kyoto
- Le piogge acide - Le polveri nell'aria - La produzione di energia e le sue conseguenze.

## Testi / Bibliografia

### Testi consigliati:

- S. E. Manahan - Chimica dell'ambiente - Ed. Piccin, Padova - Cap. 1-14
- P. A. Vesilind *et al.* - Ingegneria ambientale - Ed. Clueb, Bologna - Cap. 13-14-15-18
- L. Bruzzi - Prevenzione e controllo dell'impatto ambientale - Ed. CLUEB, Bologna - Cap. 1-3-10
- Rapporti dell'Istituto Superiore di Sanità: Emissioni Atmosferiche - Qualità dell'aria e dei suoli: <http://www.iss.it/publ/rapp/index.php?lang=1&tipo=5>
- IRSA-CNR: Manuale di analisi delle acque: <http://www.irsa.cnr.it/Methodi/capitoli/1040.pdf>
- H. H. Bauer *et al.*, - Analisi Strumentale - Ed. Piccin, Padova - Cap. 1-2-5-6-7-8-10-11-14-21-22
- Appunti e Schemi su argomenti specifici, distribuiti o indicati a lezione.

## Metodi didattici

Il corso sarà integrato da esercitazioni di laboratorio durante le quali verranno mostrate le principali apparecchiature analitiche descritte a lezione. E' inoltre prevista una gita di istruzione per la dimostrazione sul campo di misure per l'inquinamento.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale. Le liste di iscrizione si trovano presso la portineria del DICASM. E' possibile iscriversi fino all'orario previsto per l'inizio dell'appello.

## Strumenti a supporto della didattica

E' previsto l'uso di materiale di supporto (proiezione di slides, integrazioni al programma mediante appunti e schemi).

Il corso sarà integrato anche da una visita ad un'industria per l'effettuazione di prelievi su un impianto, e da esercitazioni pratiche presso i laboratori del DICASM.

## 23019 - STRUMENTAZIONE ELETTRONICA DI MISURA LS

<b>Docente:</b>	MIRRI DOMENICO
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 57996 - STUDI DI FABBRICAZIONE L

<b>Docente:</b>	TANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0049 - Ingegneria gestionale
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso consentirà di acquisire competenze nel settore della fabbricazione sia per quanto riguarda la conoscenza dei principali processi metalmeccanici con estensioni ad altri comparti produttivi, sia nel settore della ingegneria di fabbricazione del prodotto, mediante la conoscenza dei criteri di scelta dei processi in funzione delle caratteristiche richieste al prodotto ed in funzione del contesto produttivo in cui dovrà essere fabbricato il prodotto.

## Programma / Contenuti

**Lo studio di fabbricazione:** Definizione, obiettivi, modalità di sviluppo di uno Studio di Fabbricazione.

**I sistemi produttivi:** Caratterizzazione dei sistemi produttivi per una corretta applicazione dei processi tecnologici. L'ingegneria di fabbricazione, le risorse per la fabbricazione. Le tipologie di Macchine ed i diversi gradi di automazione

**Il Prodotto da realizzare:** Gli elementi che concorrono alla definizione del prodotto.

**La qualità della superficie lavorata:** Precisione geometrica e dimensionale; il concetto di tolleranza; errori micro e macro geometrici: rugosità, errori di forma e loro misura.

**La rappresentazione grafica del prodotto:** le diverse tipologie di disegni tecnici usati in azienda; i disegni di Fabbricazione

**Materiali.** I materiali maggiormente utilizzabili per la fabbricazione dei prodotti in ambito metalmeccanico. Loro classificazioni e caratterizzazioni. Caratteristiche fisico-chimiche, meccaniche, tecnologiche. Le prove meccaniche dei materiali. Acciai e principali trattamenti termici. Le ghise, le leghe di rame, le leghe di alluminio.

**I Processi Tecnologici di Fabbricazione:** Classificazione dei processi. Criteri di scelta del processo produttivo, possibili sistematizzazioni dei criteri di scelta.

**I processi di Foggatura:** Metallurgia delle polveri. Fonderia. I processi fusori con forma a perdere: in terra, shell molding, cera persa. I processi in forma permanente: colata in conchiglia; presso fusione con macchine a camera calda e camera fredda, colata centrifuga e colata continua. Le caratteristiche di precisione ed i sovrametalli per i diversi processi fusori. I controlli sui getti.

**I processi per Deformazione plastica:** Caratteristiche dei materiali deformabili plasticamente. I principali processi di deformazione: Laminazione, Estrusione, Trafilatura, Forgiatura e Stampaggio.

**I processi per Asportazione di truciolo.** Il processo di formazione del truciolo, i moti di lavoro, la geometria degli utensili, la meccanica del taglio, le forze e le potenze di taglio; le temperature nelle zone di taglio. Classificazione delle Macchine Utensili, strutture e componenti. Macchine utensili convenzionali ed a Controllo Numerico. I principi del CNC. I principali processi: Tornitura, Foratura, Alesatura, Fresatura, Rettificatura.

**I Cicli di lavorazione:** Il ciclo di lavorazione finalità ed obiettivi; criteri e modalità di sviluppo dei cicli, riferimento dei pezzi su macchine ed attrezzature. Il cartellino di lavorazione, la scheda analisi delle operazioni. Calcolo dei tempi.

**Lo sviluppo di Studi di Fabbricazione:** Esempi di sviluppo di studi di fabbricazione

## Testi / Bibliografia

Appunti delle Lezioni

**A. Zompi, R. Levi**

TECNOLOGIA MECCANICA

Lavorazioni per asportazione di truciolo

UTET-Torino

**Fortunato Grimaldi**

CNC MACCHINE UTENSILI A CONTROLLO NUMERICO

Hoeppli

## Metodi didattici

Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in Laboratorio.

Sviluppo di uno studio di fabbricazione in una azienda a scelta degli studenti

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova Scritta alla fine del corso.

Prova orale, dopo superamento della prova scritta, atinente lo studio di fabbricazione sviluppato

## Strumenti a supporto della didattica

APPUNTI DELLE LEZIONI

## 44833 - SVILUPPO E PROGETTI DI IMPIANTI LS

<b>Docente:</b>	COZZANI VALERIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti alle metodologie dello sviluppo di processo e della progettazione di impianto attraverso esperienze di didattica a progetto.

**Programma / Contenuti**

Caratteristiche di uno sito produttivo

Produzione, Servizi tecnici ed Ingegneria

Infrastrutture di sito: parco serbatoi materie prime, produzione, area servizi ed officine, utilities, packaging e magazzino prodotti finiti, parco serbatoi reflui, impianto biologico

Utilities: Distribuzione energia elettrica (alimentazione, sottostazioni di trasformazione, MCC = motor control cabinet), Aria compressa, Azoto, Torri evaporative ed acqua di torre, Centrale termica, Olio diatermico, distribuzione e riduzione locale, Chilling water, Rete fognaria, Rete antiincendio.

Sistemi di controllo: segnali analogici e digitali, architettura di un DCS (Distributed Control System) o di un PLC. I 3 livelli di sicurezza adottati (software, hardware, meccanici)

**Il ruolo dell'Ingegneria in un contesto produttivo**

Project Engineer e Plant Engineer. L'ingegneria di processo e la parte di "gestione" (technical project management). Il contesto attuale: "ottimizzazione a basso costo". Le core-competence di un gruppo di ingegneria: Know-how di processo e conoscenza delle unit operations. Lo start-up. Project Management. Standardizzazione ed innovazione: come conciliare?

**Il progetto di "sbottigliamento" o "debottlenecking"**

Come si può calcolare la capacità di un impianto chimico batch (concetti di tempo di ciclo, stream-factor, capacità tecnica e planning). Concetto di bottleneck: alcuni esempi

Come impostare un progetto di debottlenecking: Raccolta, organizzazione ed analisi dei dati; Ipotesi e piano di azioni. Le 3 dimensioni di lavoro C-P-O: Capital Expenditure, Process, Organization. Modello PDCA: Plan-Do-Check-Act, il modo per ottimizzare tempi e costi di un investimento. Un esempio recente e di successo: aumento di capacità di una NOR HALS.

**Le fasi di un progetto**

Fasi di fattibilità:

Gate1: Project idea.

Gate2: Fattibilità tecnico economica.

Fasi di ingegneria:

Gate3: Rilascio del Processo da parte di Sviluppo Processi: il Technology Package.

Ingegneria di Processo: Bilancio di massa ed energia. Capacità iniziale e target, ipotesi di intervento;

Identificazione dei vincoli: congruenza con i master-plan (elettrico, strumentale e di automazione), basic design specialistico. Process Flow Diagram. La "Definizione di Impianto": strumento che riassume gli obiettivi ed i vincoli.

Gate4: Process Stop ed approvazione della "Definizione di Impianto".

Ingegneria di Base: P&ID (Piping & Instrumentation Diagrams) preliminary. Equipment List e specifiche. Lay-out preliminari, unifilari di strutture in carpenteria. La Risk-Analysis:check-list o Hazop?

Gate5: Safety Stop.

Ingegneria di Dettaglio: P&ID definitivi. Descrizione del processo. Specifiche software e blocchi. Capitolato meccanico + civile e strutturale. Instrument List. Elenco utenze elettriche. Ingegneria strumentale ed elettrica: specifiche e richieste di offerta per strumentazione, assegnamenti a calcolatore, loop diagrams, formazione cavi e wiring diagrams. Capitolato elettrostrumentale. Acquisti ed appalto lavori, expediting

Gate6: Inizio Costruzione.

Costruzione e Montaggio: La supervisione dei lavori, verifica dei tempi e del rispetto delle specifiche di progetto. Il commissioning (test idraulici e di pressatura, test segnali, verifica dei requisiti di legge (bloccaggi, messe a terra, ecc)). I verbali di collaudo

Gate7: Inizio Start-up: Le prove in bianco, il primo batch e le fasi di ottimizzazione

Gate8: Chiusura del Progetto: La verifica dei requisiti ed il Project Handover

### Testi / Bibliografia

Norme UNICHIM

Dispense fornite dai docenti.

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula.

Lezioni fuori sede.

Revisione dei progetti.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Redazione del progetto di un impianto.

### Strumenti a supporto della didattica

Documenti di progetto.

Software di simulazione.

## 57998 - TECNICA DEI LAVORI IDRAULICI L

<b>Docente:</b>	ARTINA SANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## 44868 - TECNICA DEI LAVORI IDRAULICI LS

<b>Docente:</b>	ARTINA SANDRO
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 23858 - TECNICA DEI SONDAGGI L

<b>Docente:</b>	MACINI PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire le conoscenze di base relative alle tecniche di perforazione, sia per l'esecuzione di sondaggi di monitoraggio e misura, sia per la realizzazione di pozzi per la produzione di fluidi del sottosuolo (acqua, greggio, gas). Il Corso, oltre ad una parte dedicata ad esercitazioni di laboratorio, prevede anche un'introduzione allo studio degli aspetti progettuali dei sondaggi, con lo svolgimento di esercizi applicativi, di dimensionamento e di verifica.

## Programma / Contenuti

Introduzione al corso: sondaggi e perforazioni; metodi a percussione, rotazione e rotoperussione. Valutazione economica dei progetti di perforazione e sondaggio. L'impianto di perforazione e la tecnica di perforazione a rotazione. Organizzazione del cantiere. Studio e dimensionamento di torre, gruppo motore, impianto di sollevamento e organi rotanti. Composizione della batteria di perforazione. Operazioni di manovra; calcolo del lavoro del cavo. Circuito fanghi: attrezzature principali ed accessorie. Fluidi di perforazione: composizione e studio delle caratteristiche reologiche. Gradienti di formazione e di fratturazione. Studio delle colonne di rivestimento del pozzo: dimensionamento e verifica. Cementazione delle colonne di rivestimento. Gli scalpelli da perforazione. Introduzione allo studio delle tecniche di carotaggio e di pescaggio. Configurazione della testa pozzo e delle attrezzature di sicurezza. Introduzione alle tecniche di controllo pozzo. Cenno ai problemi della perforazione a mare ed alle tecniche di perforazione direzionata. Gli impianti per la perforazione dei pozzi per acqua e per l'esecuzione di sondaggi geotecnici. Impianti idraulici automatizzati.

## Testi / Bibliografia

- Chilingarian, Vorabutr: *Drilling and Drilling Fluids*, Elsevier.
- Rabia: *Oilwell Drilling*, Graham & Trotman.
- University of Texas at Austin: *Rotary Drilling*, Units 1, 2, 3, 4, 5.
- Harlan: *Water Well Construction and Design*, Elsevier

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula, esercitazioni di laboratorio a piccoli gruppi. Attività seminariali svolte da esperti dell'industria.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale (orale)

## Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori.

## 44575 - TECNICA DEL CONTROLLO AMBIENTALE L

Corso di Laurea:	0445 - Ingegneria edile
Ciclo:	2
Crediti:	4

## 44712 - TECNICA DELLA PERFORAZIONE PETROLIFERA LS

Docente:	MACINI PAOLO
Corso di Laurea:	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
Ciclo:	3
Crediti:	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il Corso si propone di fornire le conoscenze avanzate relative alle tecniche della perforazione petrolifera, volte alla realizzazione di pozzi per la produzione di idrocarburi o fluidi endogeni. Il Corso, oltre ad una parte dedicata ad esercitazioni di laboratorio ed al calcolatore, prevede lo studio degli aspetti progettuali dei pozzi profondi, con lo svolgimento di esercizi applicativi di dimensionamento e di verifica.

## Programma / Contenuti

Gli idrocarburi nel panorama energetico mondiale: valutazioni economiche dei progetti di perforazione.

Evoluzione storico-tecnologica delle tecniche di perforazione petrolifera. Architettura dei pozzi profondi per la produzione degli idrocarburi e dei fluidi endogeni. Cenni alla legislazione relativa al rilascio di Concessioni per l'esplorazione e la produzione di idrocarburi in Italia e all'estero.

Moderni impianti per la perforazione petrolifera a terra; impianti con tavola rotary e con top drive: confronti tecnici ed economici. Motori di fondo foro: macchine centrifughe (turbine) e macchine volumetriche (positive displacement motors). Curve caratteristiche e calcolo della coppia massima.

Fluidi di perforazione speciali per la perforazione petrolifera: fanghi inibiti, a base olio e a base sintetica.

Fluidi di perforazione gassosi; schiume e fanghi aerati. Cenni alla perforazione ad aria.

Scalpellini speciali per la perforazione petrolifera profonda: triconi ad inserti, scalpelli PDC, TSP ed impregnati; scalpelli carotieri e carotieri speciali per rocce profonde. Valutazione economica delle performances degli scalpelli. Criteri tecnici per la scelta degli scalpelli.

Calcolo delle perdite di carico nel circuito idraulico di un impianto di perforazione. Perdite di carico in moto laminare in sezioni circolari ed anulari, per fluidi newtoniani e binghamiani. Perdite di carico in moto turbolento. Perdite di carico sulle duse. Modello reologico di Hershel-Bulkley.

Composizione della batteria di perforazione ed accessori speciali per pozzi profondi. Analisi delle tensioni e calcolo dell'instabilità della batteria. Determinazione del punto neutro. Determinazione del punto di presa: schemi di calcolo e utilizzo dei moderni sistemi di misura via cavo. Tecniche di back-off. Tecniche di pescaggio, fresaggio e di sidetracking: confronti tecnici ed economici.

Gradienti di pressione in foro. Pressione di formazione: formazioni a pressione normale e in sovrappressione. Fratturazione idraulica delle rocce, LOT (Leak-off Test) e FIT (Formation Integrity Test). Calcolo della pressione di fratturazione. Criteri per la determinazione della quota di rivestimento del pozzo. Criteri per il dimensionamento e la verifica delle colonne di rivestimento dei pozzi. Sollecitazioni a trazione, squarciamento, schiacciamento per tubi a parete sottile e a parete spessa. Calcolo delle sollecitazioni composte. Carichi termici. Il progetto delle operazioni di cementazione.

Il controllo idraulico del pozzo: sicurezza del cantiere e tecniche di controllo primario e secondario per la prevenzione delle eruzioni. Metodo del "perforatore" e metodo "wait-and-weight". Composizione dello stack di BOP di testa pozzo.

La perforazione direzionata. Profili pozzo. Tecniche per il controllo della traiettoria. Sistemi di misura e controllo di inclinazione ed azimuth. Sistemi MWD (Measurement While Drilling). Sistemi guidabili (sistemi tipo steerable, tecniche geosteering, rotary-closed-loop, straight-hole drilling devices). Tecnologie di perforazione di pozzi orizzontali (long, medium, short, ultrashort radius).

Tecniche di perforazione petrolifera in mare. Impianti speciali per la perforazione. Chiatte di perforazione.

Impianti autosollevanti tipo Jack-up. Impianti di perforazione semisommersibili. Navi di perforazione.

Tecniche di ancoraggio e di posizionamento dinamico. Drilling riser, BOP sottomarini. Sistemi di compensazione del moto. Le piattaforme fisse di perforazione e produzione.

Tecnologie di perforazione innovative: casing drilling.

## Testi / Bibliografia

- Rabia H.: *Oilwell Drilling*, Graham & Trotman
- Economides M.J.: *Petroleum Well Construction*, Wiley

- Aadnoy B.S.: *Modern Well Design*, Balkema
- Nguyen J.P.: *Drilling*, Technip

### Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula. Esercitazioni di laboratorio e laboratorio di calcolo (in gruppi). Attività seminariali svolte da esperti dell'industria.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale (orale)

### Strumenti a supporto della didattica

Videoproiettore, PC, lavagna luminosa, laboratori.

## 41447 - TECNICA DELLA SICUREZZA AMBIENTALE L

<b>Docente:</b>	SPADONI GIGLIOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

#### Obiettivi

1. comprendere quali sono i problemi di sicurezza presenti in un'industria di processo indicando alcuni metodi e strumenti per la loro valutazione e risoluzione;
2. caratterizzare l'inquinamento ambientale tipicamente prodotto da un'industria di processo e classificare le tipologie possibili di interventi per il disinquinamento;
3. discutere gli elementi di base della legislazione in materia di sicurezza ed ambiente.

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consentirà loro di affrontare lo studio di un processo avendo attenzione per i problemi di sicurezza presenti e sapendo riconoscere le correnti sorgenti di possibili inquinamento ambientale, anche alla luce della normativa vigente.

### Programma / Contenuti

#### Sicurezza

Definizioni di sicurezza, pericolo e rischio. Gli incidenti e le indagini statistiche. Alcune misure di rischio. L'accettabilità e la percezione del rischio. Le tipologie di incidenti di processo. Alcuni incidenti significativi (Seveso, Bhopal,....). Le sostanze pericolose ( classificazione, proprietà di pericolosità, schede di sicurezza). Incendi ed esplosioni: caratterizzazione e progettazione per la prevenzione (inertizzazione, elettricità statica e suo controllo, impianti e dispositivi a norma, ventilazione) e la protezione (valvole di sicurezza, dischi di rottura,...).  
Le normative europee ed italiane di riferimento (direttive Seveso, 334/99, DLgs 626/94 e rischi in ambiente di lavoro).

#### Ambiente

Inquinamento: definizione. Principali inquinanti chimici di aria acqua e suolo. Elementi introduttivi su apparati e impianti tipici per il disinquinamento (depurazione acque, incenerimento, ...).  
La legislazione italiana di protezione della qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo dall'inquinamento.  
Cenni sui Sistemi di Gestione Ambientale e di Gestione della Sicurezza.

### Testi / Bibliografia

1. copia dei lucidi del docente.
2. D.A. Crowl, J. F. Louvar, *Chemical process Safety: Fundamentals with Applications*, Prentice Hall, NJ, 1990.
3. Lees, F.P., *Loss Prevention in the process industries (II ed.)*, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 1996.

**Metodi didattici**

Alle lezioni durante le quali sono svolti gli argomenti del programma, si affiancano alcune esercitazioni che permettono l'acquisizione di abilità pratiche nello studio di problemi di sicurezza e di progettazione di dispositivi di protezione.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame consta di una prova scritta preliminare il cui superamento permette lo svolgimento dell'orale. Il voto finale è la media aritmetica dei voti conseguiti nelle due prove, scritta ed orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Copie di lucidi fornite ad inizio corso dal docente oppure CD con versione informatica. Possibilità di frequentare il Laboratorio informatico del DICMA per esercitarsi nella predisposizione di piccoli programmi di calcolo sugli argomenti del corso (previo appuntamento).

**44606 - TECNICA DELLE ALTE TENSIONI LS (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	MAZZANTI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0232 - Ingegneria elettrica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di approfondire la conoscenza delle tecniche degli apparati specifici utilizzati nel campo delle alte tensioni ponendo l'accento sulle modificazioni che la tecnologia elettrica subisce quando le tensioni assumono valori elevatissimi. Allo scopo nell'insegnamento vengono analizzati i diversi tipi di sollecitazioni cui sono soggetti gli apparati in alta tensione (tensione di esercizio, sovratensioni atmosferiche, sovratensioni di manovra) ed il comportamento dei diversi sistemi isolanti in presenza di tali sollecitazioni. Vengono inoltre illustrati gli apparati e le metodologie di prova per riprodurre in laboratorio le diverse sollecitazioni che si hanno in esercizio sugli apparati di alta tensione.

L'insegnamento si collega a monte con quelli di COMPONENTI E TECNOLOGIE ELETTRICHE, IMPIANTI ELETTRICI e MISURE ELETTRICHE.

**Programma / Contenuti**

In sintesi il programma dell'insegnamento è il seguente:

- Sovratensioni di origine atmosferica e mezzi per la loro riduzione.
- Sovratensioni di manovra e mezzi per la loro riduzione.
- Interruttori per alta tensione.
- Impianti di prova in alta tensione in corrente continua, corrente alternata ed ad impulso.
- Coordinamento degli isolamenti.
- Cenni sugli effetti fisiologici di campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ad alta tensione.

**Testi / Bibliografia**

Per un ulteriore approfondimento, si rimanda ai testi seguenti:

- 1) F.H. Kreuger, "Industrial High Voltage", Delft University Press, 1991.
- 2) Pearmain, Gallagher, "High Voltage Engineering", IEE Publ., 1982.

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula. Misure di campi magnetici in situ relative a linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale (due domande a scelta del Docente)

**Strumenti a supporto della didattica**

Vengono forniti appunti a cura degli studenti, tratti dalle lezioni svolte dal docente, contenenti anche indicazioni bibliografiche per l'approfondimento della materia. Gli appunti sono reperibili su internet all'indirizzo  
<http://www.limat.ing.unibo.it/didattica/tecnaltten.htm>

**09047 - TECNICA DELLE COSTRUZIONI**

<b>Docente:</b>	DIOTALLEVI PIER PAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	E
<b>Crediti:</b>	10

**Programma / Contenuti**

**Finalità dell'Insegnamento.** Il corso si propone di esaminare gli argomenti di carattere sia teorico sia applicativo per permettere agli allievi di redigere il progetto delle strutture più ricorrenti. **Programma** L'Insegnamento riguarda la teoria e la tecnica delle strutture e si articola nella nei seguenti capitoli fondamentali: la sicurezza strutturale le azioni sulle strutture i fondamenti del progetto delle strutture i sistemi di travi i procedimenti per la verifica della sicurezza (tensioni ammissibili e stati limite) le strutture di fondazione le strutture precomprese le lastre piane le membrane di rivoluzione i riferimenti normativi per le costruzioni le costruzioni in zona sismica (primi cenni). Le Esercitazioni riguardano le applicazioni pratiche relative ai tipi di strutture ricorrenti quali le strutture di cemento armato, le strutture metalliche, le strutture precomprese; questi temi sono accompagnati da una estesa illustrazione delle normative. Vengono inoltre portate alcune prime indicazioni sulla progettazione delle costruzioni di muratura e delle strutture di legno. Gli allievi vengono assistiti nello sviluppo di progetti riguardanti una struttura metallica, un telaio di cemento armato per un edificio multipiano e delle relative strutture di fondazione ed infine una trave di cemento armato precompresso. Svolgimento degli esami e delle esercitazioni L'esame consiste nello svolgimento dei progetti durante l'anno e in una prova orale alla quale si è ammessi se risulta positivo il giudizio sui progetti stessi. Gli studenti che nel corso delle esercitazioni non hanno raggiunto un numero minimo di presenze debbono svolgere una prova scritta per essere ammessi a quella orale. **Propedeuticità consigliate:** Scienza delle costruzioni Tesi di laurea Gli argomenti delle tesi di laurea hanno come carattere fondamentale il progetto delle strutture. Le tesi di laurea possono essere coordinate con altri insegnamenti interessati ai problemi della progettazione strutturale Dispense redatte dai Docenti del Raggruppamento Disciplinare Tecnica delle costruzioni' di Bologna.

**Testi / Bibliografia**

G. BALLIO F. M. MAZZOLANI STRUTTURE IN ACCIAIO ED. ISEDI MILANO 1979 O. BELLUZZI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI ED. ZANICHELLI BOLOGNA E. GIANGRECO TEORIA E TECNICA DELLE COSTRUZIONI ED. LIGUORI NAPOLI 1971 A. MIGLIACCI PROGETTI DI STRUTTURE ED. TAMBURINI MILANO 1968 P. POZZATI TEORIA E TECNICA DELLE STRUTTURE VOL. I II ED. UTET TORINO 1972 1977 V. ZIGNOLI COSTRUZIONI METALLICHE ED. UTET TORINO 1974

**44865 - TECNICA DELLE COSTRUZIONI LS**

<b>Docente:</b>	POLUZZI RAFFAELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso è rivolto a studenti già in possesso delle nozioni di base acquisite nel corso di "Tecnica delle Costruzioni L" o di "Elementi di Tecnica delle Costruzioni", pertanto tratta argomenti più specialistici ed attuali dal punto di vista sia normativo, sia applicativo.

**Programma / Contenuti**

- Progetto strutturale con il metodo semiprobabilistico agli stati limite;
- Impegno di software nei calcoli strutturali;
- Lastre: teoria delle lastre piane, cenni alle lastre curve, esempi di casi notevoli;
- Cemento armato precompresso: le travi precomprese, cenni sulla precompressione in iperstaticità;
- Sismica: effetti dei fenomeni sismici sulle strutture, analisi statiche, analisi dinamiche, normative, criteri di progettazione.

La trattazione degli argomenti è spesso accompagnata da riferimenti a casi applicativi concreti.

**Testi / Bibliografia**

O. Belluzzi, Scienza delle Costruzioni, Zanichelli Editore - volume 3°

A.A.V.V., Fondamenti di Ingegneria Sismica, Atti del Corso svolto a Bologna dal 28/10 al 10/12 del 1983, a cura dell'Associazione Ingegneri della Provincia di Bologna

OPCM 3431 del 03/05/05

**44865 - TECNICA DELLE COSTRUZIONI LS**

<b>Docente:</b>	CECCOLI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le tecniche di progettazione per le principali tipologie strutturali e le necessarie competenze per una corretta utilizzazione delle norme. Esempi concreti insegnano il modo corretto per affrontare la progettazione strutturale

**Programma / Contenuti****AFFIDABILITA' STRUTTURALE:**

Concetto di variabile aleatoria. Variabili aleatorie discrete. Istogrammi. Curva cumulata. PDF (Probability Density Function). Media, Varianza e Coefficiente di Variazione. Variabili aleatorie continue. PDF (Probability Density Function) e CDF (Cumulative Distribution Function). Media, Varianza e Coefficiente di Variazione, Mediana. Distribuzioni. Distribuzione uniforme. Distribuzione gaussiana. Distribuzione gaussiana standard, funzione  $f(x)$ . Tabelle della funzione  $f(x)$ . Concetto di valore caratteristico frattile 5%. Definizione numerica dei valori caratteristici. Concetto di indipendenza statistica delle variabili aleatorie. Strutture in serie. Strutture in parallelo. Variabile aleatoria somma di variabili aleatorie. Il caso fondamentale. Sistema dello stato limite:  $g(x)=R-S$ . Indice di affidabilità Beta. Osservazioni al caso fondamentale.

**SISTEMI DI TRAVI:**

Concetto di nodo rigido, nodo semirigido, nodo a cerniera. Metodo dell'equilibrio. Matrice di rigidezza classica (calcolata col metodo diretto). Matrice di rigidezza geometrica. Metodo semplificato. Metodo generale (principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale). Metodo dei tagli fittizi (effetto P-Delta). Impiego di programmi di calcolo commerciali.

**LASTRE CURVE DI RIVOLUZIONE:**

Breve richiamo a strutture piane caricate nel piano. Lastre di rivoluzione. Geometria delle lastre di rivoluzione. Membrane di rivoluzione. Regime di membrana e regime flessionale. Condizioni per il regime di membrana. Esempi di regime di membrana. Calcolo di un serbatoio cilindrico di calcestruzzo. Precompressione nei serbatoi. Membrana sferica soggetta a compressione uniforme. Calotta emisferica soggetta al peso proprio. Membrana conica. Movimenti in regime di membrana. Regime flessionale dei cilindri. Casi notevoli di cilindri non in regime di membrana. Cilindro incastrato alla base di lunghezza semi-illimitata con pressione interna  $p$ . Anello di fondazione alla base del cilindro/serbatoio. Richiami trave su suolo elastico di lunghezza semi-illimitata. La cupola sferica: soluzione di Geckeler.

#### **FONDAZIONI:**

Verifiche secondo le Norme Tecniche per Costruzioni (GU n. 222 del 23-09-2005 - Suppl. Ord. n. 159). Strutture di fondazione. Fondazioni isolate (plinti). Fondazioni continue (travi rovesce, platee). Verifica delle pressioni di contatto nel terreno. Verifica a flessione con carico uniforme e con carico trapezio. Verifiche a taglio per elementi snelli. Verifica a punzonamento (secondo l'Eurocodice modificato). Metodo tirante-puntone. Fondazioni a plinto su pali. Metodo del tirante-puntone. Travi continue di fondazione. Calcolo della pressione media di contatto nel terreno. Verifiche a taglio. Le due situazioni limite della trave rovescia di fondazione. Reticoli di travi di fondazione e platee nervate. Platee di fondazione. Criteri di sicurezza dei pali di fondazione.

#### **CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO:**

Concetti di base. Tecniche di precompressione. Calcolo sollecitazioni in strutture staticamente determinate (sistema di carichi equivalenti). Cenni sulla precompressione di strutture iperstatiche. Calcolo delle sezioni: trazione semplice per cavi scorrevoli e cavi aderenti. Calcolo delle sezioni: flessione semplice per cavi scorrevoli e cavi aderenti: calcolo in fase elastica non fessurata. Esempio. Gli stati da considerare e il fuso limite per le travi con armatura post-tesa. Verifiche secondo normativa. Perdite e cadute di tensione. Dettagli costruttivi e verifiche locali.

#### **Testi / Bibliografia**

- Ang - Tang, "Probability concepts in engineering palnning and design. Vol. 1: Basic principles", John Wiley, New York, 1975 (per l'affidabilità strutturale).
- Ang - Tang, "Probability concepts in engineering palnning and design. Vol. 2: Decision, risk and reliability", John Wiley, New York, 1984 (per l'affidabilità strutturale).
- Pozzati, P., Ceccoli, C., "Teoria e Tecnica delle Strutture", UTET, Torino, 1972 (per i sistemi di travi).
- Belluzzi, O., "Scienza delle Costruzioni" (per le lastre di rivoluzione).
- Lancellotta, R., Lcalavera, J., "Fondazioni", McGraw-Hill, Milano, 1999 (per le fondazioni).
- Lancellotta, R., "Geotecnica", Zanichelli, Bologna, 1987 (per le fondazioni).
- Walther, R., Miehlbradt, M., "Progettare in calcestruzzo armato", Hoepli editore, Milano, 1990 (per il calcestruzzo armato ordinario e precompresso).
- Cestelli-Guidi, C., "Cemento armato precompresso", settima edizione, Hoepli editore, Milano, 1987 (per il calcestruzzo armato precompresso).

#### **Metodi didattici**

- Lezioni frontali con prevalente impiego della lavagna.
- Esercitazioni con sviluppo di semplici progetti strutturali.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

- Prova orale.

#### **Strumenti a supporto della didattica**

- Appunti forniti dal docente.
- Fotocopie di documentazioni tecniche.
- CD di programmi dimostrativi per analisi F.E.M.

## 44865 - TECNICA DELLE COSTRUZIONI LS

<b>Docente:</b>	MAZZOTTI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le tecniche di progettazione per le principali tipologie strutturali e le necessarie competenze per una corretta utilizzazione delle norme. Esempi concreti insegnano il modo corretto per affrontare la progettazione strutturale

**Programma / Contenuti****AFFIDABILITA' STRUTTURALE:**

Concetto di variabile aleatoria. Variabili aleatorie discrete. Istogrammi. Curva cumulata. PDF (Probability Density Function). Media, Varianza e Coefficiente di Variazione. Variabili aleatorie continue. PDF (Probability Density Function) e CDF (Cumulative Distribution Function). Media, Varianza e Coefficiente di Variazione, Mediana. Distribuzioni. Distribuzione uniforme. Distribuzione gaussiana. Distribuzione gaussiana standard, funzione  $f_i(s)$ . Tabelle della funzione  $f_i(s)$ . Concetto di valore caratteristico frattile 5%. Definizione numerica dei valori caratteristici. Concetto di indipendenza statistica delle variabili aleatorie. Strutture in serie. Strutture in parallelo. Variabile aleatoria somma di variabili aleatorie. Il caso fondamentale. Funzione dello stato limite:  $g(x)=R-S$ . Indice di affidabilità Beta. Osservazioni al caso fondamentale.

**SISTEMI DI TRAVI:**

Concetto di nodo rigido, nodo semirigido, nodo a cerniera. Metodo dell'equilibrio. Matrice di rigidezza classica (calcolata col metodo diretto). Matrice di rigidezza geometrica. Metodo semplificato. Metodo generale (principio di stazionarietà dell'energia potenziale totale). Metodo dei tagli fittizi (effetto P-Delta). Impiego di programmi di calcolo commerciali.

**LASTRE CURVE DI RIVOLUZIONE:**

Breve richiamo a strutture piane caricate nel piano. Lastre di rivoluzione. Geometria delle lastre di rivoluzione. Membrane di rivoluzione. Regime di membrana e regime flessionale. Condizioni per il regime di membrana. Esempi di regime di membrana. Calcolo di un serbatoio cilindrico di calcestruzzo. Precompressione nei serbatoi. Membrana sferica soggetta a compressione uniforme. Calotta emisferica soggetta al peso proprio. Membrana conica. Movimenti in regime di membrana. Regime flessionale dei cilindri. Casi notevoli di cilindri non in regime di membrana. Cilindro incastrato alla base di lunghezza semi-illimitata con pressione interna  $p$ . Anello di fondazione alla base del cilindro/serbatoio. Richiami trave su suolo elastico di lunghezza semi-illimitata. La cupola sferica: soluzione di Geckeler.

**FONDAZIONI:**

Verifiche secondo le Norme Tecniche per Costruzioni (GU n. 222 del 23-09-2005 - Suppl. Ord. n. 159). Strutture di fondazione. Fondazioni isolate (plinti). Fondazioni continue (travi rovesce, platee). Verifica delle pressioni di contatto nel terreno. Verifica a flessione con carico uniforme e con carico trapezio. Verifiche a taglio per elementi snelli. Verifica a punzonamento (secondo l'Eurocodice modificato). Metodo tirante-puntone. Fondazioni a plinto su pali. Metodo del tirante-puntone. Travi continue di fondazione. Calcolo della pressione media di contatto nel terreno. Verifiche a taglio. Le due situazioni limite della trave rovescia di fondazione. Reticoli di travi di fondazione e platee nervate. Platee di fondazione. Criteri di sicurezza dei pali di fondazione.

**CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO:**

Concetti di base. Tecniche di precompressione. Calcolo sollecitazioni in strutture staticamente determinate (sistema di carichi equivalenti). Cenni sulla precompressione di strutture iperstatiche. Calcolo delle sezioni: trazione semplice per cavi scorrevoli e cavi aderenti. Calcolo delle sezioni: flessione semplice per cavi

scorrevoli e cavi aderenti: calcolo in fase elastica non fessurata. Esempio. Gli stati da considerare e il fuso limite per le travi con armatura post-tesa. Verifiche secondo normativa. Perdite e cadute di tensione. Dettagli costruttivi e verifiche locali.

### Testi / Bibliografia

Ang - Tang, "Probability concepts in engineering planning and design. Vol. 1: Basic principles", John Wiley, New York, 1975 (per l'affidabilità strutturale).

Ang - Tang, "Probability concepts in engineering planning and design. Vol. 2: Decision, risk and reliability", John Wiley, New York, 1984 (per l'affidabilità strutturale).

Pozzati, P., Ceccoli, C., "Teoria e Tecnica delle Strutture", UTET, Torino, 1972 (per i sistemi di travi).

Belluzzi, O., "Scienza delle Costruzioni" (per le lastre di rivoluzione).

Lancellotta, R., Lcalavera, J., "Fondazioni", McGraw-Hill, Milano, 1999 (per le fondazioni).

Lancellotta, R., "Geotecnica", Zanichelli, Bologna, 1987 (per le fondazioni).

Walther, R., Miehlbradt, M., "Progettare in calcestruzzo armato", Hoepli editore, Milano, 1990 (per il calcestruzzo armato ordinario e precompresso).

Cestelli-Guidi, C., "Cemento armato precompresso", settima edizione, Hoepli editore, Milano, 1987 (per il calcestruzzo armato precompresso).

### Metodi didattici

Lezioni frontali con prevalente impiego della lavagna.

Esercitazioni con sviluppo di semplici progetti strutturali.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Appunti forniti dal docente.

Fotocopie di documentazioni tecniche.

CD di programmi dimostrativi per analisi F.E.M.

## 57990 - TECNICA E SICUREZZA DEI CANTIERI VIARI L

**Corso di Laurea:** 0045 - Ingegneria civile

**Mutuato da:** 48809 - TECNICA E SICUREZZA DEI CANTIERI VIARI L (6 CFU) (vedi p. 1003)

## 48809 - TECNICA E SICUREZZA DEI CANTIERI VIARI L (6 CFU)

**Docente:** SIMONE ANDREA

**Corso di Laurea:** 0045 - Ingegneria civile

**Ciclo:** 2

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Acquisire le conoscenze degli elementi di base delle lavorazioni e delle tecnologie per la costruzione delle strade e la sicurezza dei cantieri. Organizzazione di un cantiere stradale con applicazioni pratiche relative al piano di sicurezza e coordinamento.

### Programma / Contenuti

1.Organizzazione del cantiere Pianificazione e programmazione, Analisi dei costi, Problemi relativi alla sicurezza 2.Impianti per la preparazione degli inerti Frantumazione, vagliatura, lavaggio 3.Impianti per la produzione e posa dei calcestruzzi cementizi Approvvigionamento e conservazione dei componenti,

Dosaggio, Impasto, Trasporto, Posa. 4. Impianti per la produzione e posa dei conglomerati bituminosi Produzione, impianti discontinui, impianti continui, impianti per emulsioni bituminose, impianti per la modifica dei bitumi, trasporto e posa, compattazione. 5. La sicurezza dei cantieri viari, ferroviari ed aeroportuali Contenuti del Piano di sicurezza e coordinamento Quadro di riferimento Normativo D.Lgs 19 settembre 1994, N. 626 - D.L. 14 agosto 1996, N. 494 - D.L. 19 novembre 1999, N. 528 - D.P.R. 3 luglio 2003, N. 222 6. Lo scavo delle terre Scavo con esplosivi, scavo con macchine, macchine per lo scavo 7. Macchine per il trasporto Autocarri, autotreni, autoarticolati, dumper. 8. Macchine per spandimento e livellamento Livellatrice 9. Macchine per il costipamento Il costipamento, tecnologia dell'addensamento, macchine ad azione statica, macchine ad azione dinamica, controllo del costipamento. 10. La manutenzione stradale Le caratteristiche funzionali delle pavimentazioni stradali Il ripristino dell'aderenza, i trattamenti superficiali, gli interventi di fresatura e ricostituzione, i rafforzamenti. 11. Valutazione di impatto ambientale La metodologia, la normativa. 12. La certificazione della qualità Quadro normativo, sistema qualità, controllo del processo di produzione, prove e collaudi. 13. Atti amministrativi dei lavori Legge N. 109/94 e successive modificazioni, regolamento N. 554/99, Capitolato generale n° 145/2000. Contratti, il subappalto, la direzione lavori, il tempo dell'esecuzione, impreviste difficoltà di esecuzione, contestazioni tra committente e appaltatore, risoluzione del rapporto, collaudo, revisione prezzi.

## Testi / Bibliografia

Dispense delle lezioni. Normativa di riferimento: Legge 11 febbraio 1994, n. 109 (Legge "Merloni") e successive modificazioni. "Legge quadro in materia di Lavori Pubblici" Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554. "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni." Pubblicato sul supplemento ordinario n. 66/L alla "Gazzetta Ufficiale" del 28 aprile 2000, n. 98. Ministero dei Lavori Pubblici - Decreto 19 aprile 2000, n. 145. "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'art.3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni." Pubblicato sulla "Gazzetta Ufficiale" del 7 giugno 2000, n. 131. D.Lgs 19 settembre 1994, N. 626 - Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro (in Suppl. ordinario n. 141, alla Gazz. Uff. n. 265, del 12 novembre). D.L. 14 agosto 1996, N. 494 - Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili (G.U. 23-9-1996, n. 223 - suppl.) D.L. 19 novembre 1999, N. 528 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili (G.U. 18-1-2000, n. 13) D.P.R. 3 luglio 2003, N. 222 - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni e dell'articolo 22, comma 1, del decreto legislativo 19 novembre 1999, n. 528 di modifica del decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494. (G.U. 21-08-2003, n. 193, Serie Generale) D.Lgs n.285/1992 - Codice della Strada D.P.R. n. 495/1992 - Regolamento di attuazione del Codice della Strada

**Metodi didattici**

Le lezioni saranno integrate da esercitazioni pratiche di gruppo con la realizzazione di un Piano di Sicurezza

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

lavagna luminosa, presentazioni con proiettore digitale

**41467 - TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI L**

<b>Docente:</b>	LUPI MARINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti è un corso introduttivo e di base. Il corso ha come scopo, principale, quello di dare le conoscenze di base di Ingegneria dei Sistemi di Trasporto. In particolare nel corso sono studiate la domanda di trasporto e l'offerta di trasporto. L'analisi dell'offerta è diviso nello studio: della meccanica della locomozione dei veicoli stradali e ferroviari; dei sistemi di trasporto collettivo urbano; del sistema di trasporto ferroviario; del sistema di trasporto individuale stradale.

**Programma / Contenuti****LEZIONI****Introduzione al corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti**

Scopo e oggetto del corso

**Richiami di calcolo delle probabilità**

Eventi e spazio delle prove. Probabilità di un evento. Variabili aleatorie. Funzione di distribuzione, funzione di probabilità e funzione di densità di probabilità di una variabile aleatoria. Media, varianza e percentili di una variabile aleatoria. Variabili aleatorie congiunte. Covarianza di due variabili aleatorie. Variabile aleatoria normale. Variabile aleatoria di Weibull-Gumbel

**I SISTEMI DI TRASPORTO**

Definizione di sistema di trasporto. Il sottosistema della domanda e il sottosistema dell'offerta. Interazione fra il sistema di trasporto e il sistema socioeconomico del territorio. Definizione di grafo e metodi di rappresentazione. Alcune caratteristiche dei grafi. Definizione di rete di trasporto: costi degli archi e costi dei percorsi. Schematizzazione del sistema dell'offerta di trasporto come rete di trasporto: i comparti ambientali, la classificazione delle strade urbane, rappresentazione delle intersezioni semaforizzate,

**LA DOMANDA DI TRASPORTO****Modelli di domanda.**

Classificazione dei modelli di domanda: modelli descrittivi e comportamentali; modelli aggregati e disaggregati. Fasi di messa a punto di un modello di domanda: specificazione, calibrazione, corroborazione. Esempi di modelli descrittivi: i macromodelli di domanda, i modelli gravitazionali. Elasticità della funzione di domanda. Modelli comportamentali: ipotesi fondamentali dei modelli di utilità aleatoria. La variabile aleatoria di Weibull-Gumbel. Il modello logit. Osservazioni sulla specificazione di un modello logit. Difetti del modello logit.

**Domanda di trasporto in area urbana.**

Il sistema di modelli a 4 stadi. Il modello di generazione degli spostamenti. Il modello di distribuzione degli spostamenti. Il modello di scelta modale. Il modello di scelta dell'itinerario. Assegnazione a costi costanti

rispetto ai flussi. Assegnazione tutto o niente: l'algoritmo di Dijkstra e l'algoritmo di L-deque. Assegnazione stocastica di tipo probit: procedimento di simulazione.

#### **Calcolo della domanda di trasporto.**

Il modello di regressione lineare per la stima dei parametri di un modello di domanda. Stima del vettore dei parametri del modello: l'estimatore dei minimi quadrati. Corroborazione di un modello di regressione lineare: il coefficiente di determinazione, il test "t di Student" sui singoli parametri del modello. Calibrazione di un modello di utilità aleatoria: metodo della massima verosimiglianza. Corroborazione di un modello di utilità aleatoria: statistica rho-quadro, test di ipotesi sui parametri del modello.

### **ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO**

#### **Elementi di meccanica della locomozione dei veicoli ferroviari e stradali**

Introduzione al problema del moto. Ruota, rotaia e sovrastruttura ferroviaria. Ruota stradale: pneumatico. Il fenomeno dell'aderenza. L'aderenza nel caso di: ruota motrice, ruota portante, ruota frenata. Valori pratici del coefficiente di aderenza nel caso ferroviario e in quello stradale. Introduzione alle resistenze al moto nei veicoli terrestri. Resistenza al rotolamento: caso stradale, caso ferroviario; formule pratiche per il calcolo. Resistenza dell'aria: formula per il calcolo, coefficienti di forma. Formule globali pratiche per il calcolo delle resistenze ordinarie nel caso ferroviario. Resistenza dovuta alla pendenza. Resistenza dovuta alle curve. Gradi di prestazione di una linea ferroviaria. Equazione generale del moto: massa equivalente. Moto in curva dei veicoli stradali e ferroviari: aderenza trasversale e svio; relazione fra velocità, raggio della curva circolare e pendenza trasversale. Formula di Pochet per la condizione di svio. Spazio di frenatura e di arresto nel caso stradale e in quello ferroviario. Peso frenato di un veicolo ferroviario. Caratteristica meccanica di trazione ideale. Curve caratteristiche di trazione di veicoli ferroviari. Trasmissione meccanica in un veicolo con motore a combustione interna: rapporti al cambio; scelta dei rapporti al cambio. Curve caratteristiche di trazione di veicoli equipaggiati con motore endotermico. Integrazione dell'equazione generale del moto: diagramma di trazione. Fasi del moto: avviamento, regime, lancio, frenatura. Forme del diagramma di trazione: caso triangolare, caso trapezio, caso con fase di lancio, caso con fase di lancio e di regime. Velocità commerciale e velocità di esercizio di una linea di trasporto pubblico. Numero di mezzi per eseguire un servizio di trasporto collettivo, tempo al giro.

#### **Sistemi di trasporto collettivo urbano**

Classificazione dei sistemi di trasporto collettivo urbano in base a: "supporto", "guida", "propulsione", "controllo", "sede". Caratteristiche peculiari, pregi e difetti di: autobus, filobus, tram, metropolitana pesante, metropolitana leggera, metrotranvia. Capacità dei mezzi e capacità delle linee per i diversi sistemi di trasporto collettivo.

#### **Sistema di trasporto ferroviario**

Regimi di circolazione per una linea ferroviaria. Blocco elettrico automatico a circuito di binario: sezioni di blocco "non concatenate" e "concatenate". Blocco elettrico automatico a circuito di binario a correnti codificate: a 4 codici; a 9 codici. Blocco elettrico automatico conta assi. Potenzialità di una linea ferroviaria omotachica. Formula UIC per il calcolo della potenzialità di una linea ferroviaria. Potenzialità di una linea ferroviaria eterotachica. Il nuovo sistema di segnalamento europeo ERMTS/ETCS. ERTMS di livello 1. ERTMS di livello 2: il blocco radio. ERTMS di livello 3. Il sistema di controllo marcia treno (SCMT): caratteristiche, esempi di funzionamento. Sistemi di esercizio: dirigenza locale, dirigenza centrale, controllo del traffico centralizzato (CTC), sistema comando e controllo (SCC).

#### **Sistema di trasporto individuale stradale**

Modelizzazione del deflusso veicolare. Variabili macroscopiche di una corrente veicolare: densità, velocità, portata; relazione fondamentale. Modelli macroscopici di deflusso veicolare. Definizione di capacità, livello di servizio secondo l'HCM ("Highway Capacity Manual"), . Determinazione del livello di servizio delle autostrade secondo l'HCM.

### **ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono: in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma e nella redazione di un progetto di un servizio di trasporto collettivo. A questo ultimo fine gli studenti sono riuniti in gruppi, composti di non più di cinque allievi: ciascun gruppo deve preparare un elaborato che è sottoposto alle revisioni di un tutore. La guida metodologica per la redazione del progetto è costituita da spiegazioni effettuate in aula e dalle discussioni e verifiche, delle soluzioni progettuali proposte, effettuate con i tutori.

#### **LEZIONI DI SPIEGAZIONE DEL PROGETTO TENUTE IN AULA**

Rete di trasporto utilizzata per l'esercitazione. Matrice della domanda di trasporto. Calcolo dei flussi sui rami della rete. Diagrammi fiume dei carichi sulla rete. Caratteristica meccanica di trazione e caratteristica resistente dei veicoli per il trasporto urbano. Potenza resistente. Verifica di aderenza. Diagramma di trazione per tratte urbane centrali e per tratte urbane periferiche: velocità media e velocità commerciale di tratta.

Dimensionamento di una linea di trasporto pubblico. Orario grafico di una corsa: velocità commerciale e velocità di esercizio di linea. Orario grafico di una linea.

#### **Testi / Bibliografia**

Lucidi presentati a lezione; scaricabili dal sito <http://elearning.ing.unibo.it>.

Cantarella G. E. ( a cura di) "Sistemi di reasporto: Tecnica ed Economia". UTET, Torino.

Lupi M. "La Domanda di Trasporto (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Lupi M. "Elementi di Meccanica della Locomozione (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Lupi M. "Sistemi di Trasporto Collettivo - Tipologia (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Lupi M. "Elementi di Circolazione Ferroviaria (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Micucci A. e Bottazzi A. "Guida alla Progettazione di un Servizio di Trasporto Pubblico Urbano in una Città di Medie Dimensioni." Pitagora Editrice Bologna.

Orlandi A: "Meccanica dei Trasporti". Pitagora Editrice Bologna.

Materiale riguardante l'esercitazione è scaricabile dal sito <http://www.trasporti.ing.unibo.it/>

#### **Metodi didattici**

Il corso è strutturato in lezioni ed esercitazioni.

Durante le lezioni sono illustrate e discusse le principali problematiche teoriche ed applicative relative all'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto. In particolare sono trattate la domanda di trasporto e l'offerta di trasporto. Questa ultima è divisa nello studio: della meccanica della locomozione dei veicoli stradali e ferroviari; dei sistemi di trasporto collettivo urbano; del sistema di trasporto ferroviario; del sistema di trasporto individuale stradale.

Le lezioni sono affiancate dalle esercitazioni. Le esercitazioni consistono: in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma e nella redazione di un progetto di un servizio di trasporto collettivo. A questo ultimo fine, gli studenti sono riuniti in gruppi, composti di non più di cinque allievi: ciascun gruppo deve preparare un elaborato che è sottoposto alle revisioni di un tutore. La guida metodologica per la redazione del progetto è costituita da spiegazioni effettuate in aula e dalle discussioni e verifiche, delle soluzioni progettuali proposte, effettuate con i tutori.

#### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale con discussione del progetto elaborato dagli allievi. Prima di presentarsi all'esame il progetto di esercitazione deve essere revisionato dal tutor assegnato al gruppo di cui l'allievo fa parte. Il tutor esprime su ciascun allievo un giudizio individuale sul lavoro di esercitazione svolto.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore: i lucidi che vengono illustrati a lezione sono messi a disposizione degli studenti. Attrezzature informatiche del laboratorio didattico DISTART- Trasporti. Software per lo svolgimento del progetto di esercitazione. Dispense delle lezioni.

**41467 - TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI I**

<b>Docente:</b>	LUPI MARINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	9

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti è un corso introduttivo e di base. Il corso ha come scopo, principale, quello di dare le conoscenze di base di Ingegneria dei Sistemi di Trasporto. In particolare nel corso sono studiate la domanda di trasporto e l'offerta di trasporto. L'analisi dell'offerta è diviso nello studio: della meccanica della locomozione dei veicoli stradali e ferroviari; dei sistemi di trasporto collettivo urbano; del sistema di trasporto ferroviario; del sistema di trasporto individuale stradale.

**Programma / Contenuti****LEZIONI****Introduzione al corso di Tecnica ed Economia dei Trasporti**

Scopo e oggetto del corso

**Richiami di calcolo delle probabilità**

Eventi e spazio delle prove. Probabilità di un evento. Variabili aleatorie. Funzione di distribuzione, funzione di probabilità e funzione di densità di probabilità di una variabile aleatoria. Media, varianza e percentili di una variabile aleatoria. Variabili aleatorie congiunte. Covarianza di due variabili aleatorie. Variabile aleatoria normale. Variabile aleatoria di Weibull-Gumbel

**I SISTEMI DI TRASPORTO**

Definizione di sistema di trasporto. Il sottosistema della domanda e il sottosistema dell'offerta. Interazione fra il sistema di trasporto e il sistema socioeconomico del territorio. Definizione di grafo e metodi di rappresentazione. Alcune caratteristiche dei grafi. Definizione di rete di trasporto: costi degli archi e costi dei percorsi. Schematizzazione del sistema dell'offerta di trasporto come rete di trasporto: i comparti ambientali, la classificazione delle strade urbane, rappresentazione delle intersezioni semaforizzate,

**LA DOMANDA DI TRASPORTO****Modelli di domanda.**

Classificazione dei modelli di domanda: modelli descrittivi e comportamentali; modelli aggregati e disaggregati. Fasi di messa a punto di un modello di domanda: specificazione, calibrazione, corroborazione. Esempi di modelli descrittivi: i macromodelli di domanda, i modelli gravitazionali. Elasticità della funzione di domanda. Modelli comportamentali: ipotesi fondamentali dei modelli di utilità aleatoria. La variabile aleatoria di Weibull-Gumbel. Il modello logit. Osservazioni sulla specificazione di un modello logit. Difetti del modello logit.

**Domanda di trasporto in area urbana.**

Il sistema di modelli a 4 stadi. Il modello di generazione degli spostamenti. Il modello di distribuzione degli spostamenti. Il modello di scelta modale. Il modello di scelta dell'itinerario. Assegnazione a costi costanti rispetto ai flussi. Assegnazione tutto o niente: l'algoritmo di Dijkstra e l'algoritmo di L-deque. Assegnazione stocastica di tipo probit: procedimento di simulazione.

**Calcolo della domanda di trasporto.**

Il modello di regressione lineare per la stima dei parametri di un modello di domanda. Stima del vettore dei parametri del modello: l'estimatore dei minimi quadrati. Corroborazione di un modello di regressione lineare: il coefficiente di determinazione, il test "t di Student" sui singoli parametri del modello. Calibrazione di un modello di utilità aleatoria: metodo della massima verosimiglianza. Corroborazione di un modello di utilità aleatoria: statistica rho-quadro, test di ipotesi sui parametri del modello.

## **ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO**

### **Elementi di meccanica della locomozione dei veicoli ferroviari e stradali**

Introduzione al problema del moto. Ruota, rotaia e sovrastruttura ferroviaria. Ruota stradale: pneumatico. Il fenomeno dell'aderenza. L'aderenza nel caso di: ruota motrice, ruota portante, ruota frenata. Valori pratici del coefficiente di aderenza nel caso ferroviario e in quello stradale. Introduzione alle resistenze al moto nei veicoli terrestri. Resistenza al rotolamento: caso stradale, caso ferroviario; formule pratiche per il calcolo. Resistenza dell'aria: formula per il calcolo, coefficienti di forma. Formule globali pratiche per il calcolo delle resistenze ordinarie nel caso ferroviario. Resistenza dovuta alla pendenza. Resistenza dovuta alle curve. Gradi di prestazione di una linea ferroviaria. Equazione generale del moto: massa equivalente. Moto in curva dei veicoli stradali e ferroviari: aderenza trasversale e svio; relazione fra velocità, raggio della curva circolare e pendenza trasversale. Formula di Pochet per la condizione di svio. Spazio di frenatura e di arresto nel caso stradale e in quello ferroviario. Peso frenato di un veicolo ferroviario. Caratteristica meccanica di trazione ideale. Curve caratteristiche di trazione di veicoli ferroviari. Trasmissione meccanica in un veicolo con motore a combustione interna: rapporti al cambio; scelta dei rapporti al cambio. Curve caratteristiche di trazione di veicoli equipaggiati con motore endotermico. Integrazione dell'equazione generale del moto: diagramma di trazione. Fasi del moto: avviamento, regime, lancio, frenatura. Forme del diagramma di trazione: caso triangolare, caso trapezio, caso con fase di lancio, caso con fase di lancio e di regime. Velocità commerciale e velocità di esercizio di una linea di trasporto pubblico. Numero di mezzi per eseguire un servizio di trasporto collettivo, tempo al giro.

### **Sistemi di trasporto collettivo urbano**

Classificazione dei sistemi di trasporto collettivo urbano in base a: "supporto", "guida", "propulsione", "controllo", "sede". Caratteristiche peculiari, pregi e difetti di: autobus, filobus, tram, metropolitana pesante, metropolitana leggera, metrolinca. Capacità dei mezzi e capacità delle linee per i diversi sistemi di trasporto collettivo.

### **Sistema di trasporto ferroviario**

Regimi di circolazione per una linea ferroviaria. Blocco elettrico automatico a circuito di binario: sezioni di blocco "non concatenate" e "concatenate". Blocco elettrico automatico a circuito di binario a correnti codificate: a 4 codici; a 9 codici. Blocco elettrico automatico conta assi. Potenzialità di una linea ferroviaria omotachica. Formula UIC per il calcolo della potenzialità di una linea ferroviaria. Potenzialità di una linea ferroviaria eterotachica. Il nuovo sistema di segnalamento europeo ERMTS/ETCS. ERTMS di livello 1. ERTMS di livello 2: il blocco radio. ERTMS di livello 3. Il sistema di controllo marcia treno (SCMT): caratteristiche, esempi di funzionamento. Sistemi di esercizio: dirigenza locale, dirigenza centrale, controllo del traffico centralizzato (CTC), sistema comando e controllo (SCC).

### **Sistema di trasporto individuale stradale**

Modelizzazione del deflusso veicolare. Variabili macroscopiche di una corrente veicolare: densità, velocità, portata; relazione fondamentale. Modelli macroscopici di deflusso veicolare. Definizione di capacità, livello di servizio secondo l'HCM ("Highway Capacity Manual"). Determinazione del livello di servizio delle autostrade secondo l'HCM.

## **ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono: in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma e nella redazione di un progetto di un servizio di trasporto collettivo. A questo ultimo fine gli studenti sono riuniti in gruppi, composti di non più di cinque allievi: ciascun gruppo deve preparare un elaborato che è sottoposto alle revisioni di un

tutore. La guida metodologica per la redazione del progetto è costituita da spiegazioni effettuate in aula e dalle discussioni e verifiche, delle soluzioni progettuali proposte, effettuate con i tutori.

### **LEZIONI DI SPIEGAZIONE DEL PROGETTO TENUTE IN AULA**

Rete di trasporto utilizzata per l'esercitazione. Matrice della domanda di trasporto. Calcolo dei flussi sui rami della rete. Diagrammi fiume dei carichi sulla rete. Caratteristica meccanica di trazione e caratteristica resistente dei veicoli per il trasporto urbano. Potenza resistente. Verifica di aderenza. Diagramma di trazione per tratte urbane centrali e per tratte urbane periferiche: velocità media e velocità commerciale di tratta.

Dimensionamento di una linea di trasporto pubblico. Orario grafico di una corsa: velocità commerciale e velocità di esercizio di linea. Orario grafico di una linea.

### **Testi / Bibliografia**

Lucidi presentati a lezione; scaricabili dal sito <http://clearning.ing.unibo.it>.

Cantarella G. E. (a cura di) "Sistemi di trasporto: Tecnica ed Economia". UTET, Torino.

Lupi M. "La Domanda di Trasporto (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Lupi M. "Elementi di Meccanica della Locomozione (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Lupi M. "Sistemi di Trasporto Collettivo - Tipologia (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Lupi M. "Elementi di Circolazione Ferroviaria (Appunti dalle lezioni di Tecnica ed Economia dei Trasporti)". DISTART - Trasporti, Bologna.

Micucci A. e Bottazzi A. "Guida alla Progettazione di un Servizio di Trasporto Pubblico Urbano in una Città di Medie Dimensioni." Pitagora Editrice Bologna.

Orlandi A: "Meccanica dei Trasporti". Pitagora Editrice Bologna.

Materiale riguardante l'esercitazione è scaricabile dal sito <http://www.trasporti.ing.unibo.it/>

### **Metodi didattici**

Il corso è strutturato in lezioni ed esercitazioni.

Durante le lezioni sono illustrate e discusse le principali problematiche teoriche ed applicative relative all'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto. In particolare sono trattate la domanda di trasporto e l'offerta di trasporto. Questa ultima è divisa nello studio: della meccanica della locomozione dei veicoli stradali e ferroviari; dei sistemi di trasporto collettivo urbano; del sistema di trasporto ferroviario; del sistema di trasporto individuale stradale.

Le lezioni sono affiancate dalle esercitazioni. Le esercitazioni consistono: in esempi ed applicazioni degli argomenti in programma e nella redazione di un progetto di un servizio di trasporto collettivo. A questo ultimo fine, gli studenti sono riuniti in gruppi, composti di non più di cinque allievi: ciascun gruppo deve preparare un elaborato che è sottoposto alle revisioni di un tutore. La guida metodologica per la redazione del progetto è costituita da spiegazioni effettuate in aula e dalle discussioni e verifiche, delle soluzioni progettuali proposte, effettuate con i tutori.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale con discussione del progetto elaborato dagli allievi. Prima di presentarsi all'esame il progetto di esercitazione deve essere revisionato dal tutor assegnato al gruppo di cui l'allievo fa parte. Il tutor esprime su ciascun allievo un giudizio individuale sul lavoro di esercitazione svolto.

### **Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore: i lucidi che vengono illustrati a lezione sono messi a disposizione degli studenti. Attrezzature informatiche del laboratorio didattico DISTART- Trasporti. Software per lo svolgimento del progetto di esercitazione. Dispense delle lezioni.

## 01016 - TECNICA URBANISTICA

<b>Docente:</b>	CORLAITA ALBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento contribuisce alla formazione dell'ingegnere edile-architetto, promuovendo lo sviluppo delle sue capacità scientifiche e tecniche nel campo delle pratiche urbanistiche. Lo studente acquisirà competenze adeguate a permettergli la redazione di strumenti di pianificazione generali, specialistici e di settore, con il fine di assicurare adeguati standard di qualità della vita. Si intende costruire un'attitudine critica e riflessiva degli allievi nei confronti dei problemi dell'organizzazione e del funzionamento dei sistemi urbani e territoriali, unitamente alla capacità di proporre soluzioni adeguate attraverso gli strumenti di pianificazione spaziale. L'insegnamento tratta, quindi, i metodi e gli strumenti per il controllo delle trasformazioni dell'ambiente antropico e naturale secondo un approccio che pone particolare attenzione agli aspetti processuali dell'intervento di pianificazione. Gli approfondimenti teorici trovano coerenza e giustificazione mediante il continuo confronto con casi esemplari di piani urbanistici e territoriali. Le potenzialità applicative degli strumenti di pianificazione sono verificate altresì nelle attività del Laboratorio progettuale di Tecnica urbanistica.

**Programma / Contenuti**

L'insegnamento si pone l'obiettivo di approfondire i contenuti scientifico-disciplinari della pianificazione urbana e territoriale mediante la specificazione e l'integrazione dei processi formativi acquisiti dagli studenti nei precedenti insegnamenti afferenti alla disciplina urbanistica.

L'insegnamento è organizzato in gruppi di lezioni, omogenei per i temi trattati.

Un primo gruppo di lezioni affronta i temi fondativi della tecnica e pianificazione urbanistica, introducendo le questioni inerenti alle forme di rappresentazione e ai modi di governo dei processi insediativi alla scala urbana e territoriale. Particolare attenzione è riservata alla lettura critica dell'evoluzione degli strumenti di pianificazione urbana e territoriale nel quadro legislativo nazionale e regionale.

Un secondo gruppo di lezioni concerne i problemi posti dalla costruzione dei quadri conoscitivi per la pianificazione, mediante la specificazione delle principali tecniche di analisi nel campo delle indagini politico-sociali ed economiche e delle indagini sui sistemi infrastrutturali e sul contesto ambientale.

Un terzo gruppo di lezioni riguarda le tecniche per gli strumenti di pianificazione, illustrate nella evoluzione che ha portato alla recente proposta dei piani di struttura, ai piani operativi e alle innovazioni negli aspetti regolamentari della gestione degli usi del suolo.

Un quarto gruppo di lezioni è dedicato ai nuovi strumenti per la realizzazione della città pubblica, attraverso l'evoluzione del concetto di rendita urbana per arrivare alla presentazione dei recenti approdi alle pratiche di perequazione urbanistica. Il ciclo di lezioni è completato dai riferimenti all'esperienza dei programmi complessi, in quanto strumenti di attualità per la descrizione dei rinnovati rapporti tra potere pubblico e iniziativa privata nel governo delle trasformazioni territoriali, e alle prime prove di pianificazione strategica in ambito urbanistico.

Un ultimo gruppo di lezioni introduce i temi della pianificazione speciale e di settore, alla luce del portato culturale della pianificazione ambientale e dell'ingegneria territoriale: pianificazione paesaggistica, pianificazione di bacino, pianificazione delle reti territoriali, pianificazione dei trasporti e della mobilità sono i campi di interesse, letti negli aspetti che più mettono in evidenza l'includibile interrelazione con gli strumenti di pianificazione generale del territorio.

Alle lezioni teoriche si affiancano due cicli di seminari dedicati alla presentazione di casi esemplari di pianificazione urbana e territoriale e alla introduzione dei modelli in urbanistica. Nel primo caso si provvede

alla presentazione di strumenti di pianificazione di particolare interesse in quanto paradigmatici di un modo di fare urbanistica, nell'intenzione di fornire agli studenti un utile appiglio per verificare gli enunciati teorici e confrontarsi con i problemi e le soluzioni messe in campo nelle pratiche urbanistiche. Nel secondo caso l'esperienza dei modelli permette una diversa lettura delle interazioni tra sottosistemi ed elementi componenti dei sistemi spaziali al fine di ricostruire, mediante apposite tecniche di localizzazione ed interazione spaziale, i caratteri e le dinamiche della struttura spaziale urbana e territoriale.

## Testi / Bibliografia

- Alexander, Ernest, *Introduzione alla pianificazione*, Clean, Napoli, 1997.
- Campos Venuti, Giuseppe, Oliva, Federico, *Cinquant'anni di urbanistica in Italia*, Laterza, Roma-Bari, 1993.
- Chiodi, Cesare, *La città moderna. Tecnica urbanistica*, Gangemi, Roma, 2006 (ed. or. 1945).
- Corlaita, Alberto, Martini, Giampiero, *L'urbanistica tra normativa nazionale e gestione federalista*, Pitagora, Bologna, 2006.
- Gabellini, Patrizia (a cura di), *Tecniche urbanistiche*, Carocci, Roma, 2001.
- Hall, Peter, *Urban and regional planning*, Routledge, Londra-New York, 1992.
- Harvey, David, *L'esperienza urbana*, Il Saggiatore, Milano, 1998.
- Morbelli, Guido, *Città e piani d'Europa. La formazione dell'urbanistica contemporanea*, Dedalo, Bari, 1997.
- Moroni, Stefano, Patassini, Domenico (a cura di), *Problemi valutativi nel governo del territorio e dell'ambiente*, Angeli, Milano, 2006.
- Palermo, Pier Carlo, *Interpretazioni dell'analisi urbanistica*, Angeli, Milano, 1992.
- Palermo, Pier Carlo, *Trasformazioni e governo del territorio. Una introduzione critica*, Angeli, Milano, 2004.
- Perulli, Paolo, *Piani strategici*, Angeli, Milano 2004.
- Piroddi, Elio, *La forma del piano urbanistico*, Angeli, Milano, 1998.
- Richardson, Harry W., *Economia Regionale*, Il Mulino, Bologna, 1971.
- Rodwin, Lloyd, *Città e pianificazione urbana*, Dedalo, Bari, 1989.
- Salzano, Edoardo, *Elementi di urbanistica*, Laterza, Roma-Bari, 2001.
- Secchi, Bernardo, *Un progetto per l'urbanistica*, Einaudi, Torino, 1989.
- Tintori, Silvano, *Piano e pianificatori dall'età napoleonica al fascismo*, Angeli, 1985.
- Zazzi, Michele, "Paesaggio e piani urbanistici", in Guido Ronzani (a cura di), *La dimensione ambientale dei piani urbanistici*, Club, Bologna, 1998.
- Zazzi, Michele, *La pianificazione di bacino*, Edizioni del Gruppo 183, Roma, 2004, (anche in: [www.gruppo183.org](http://www.gruppo183.org))
- Zucconi, Guido, *La città contesa. Dagli ingegneri sanitari agli urbanisti, 1885-1942*, Jaca Book, Milano, 1989.

## Metodi didattici

Oltre alle ordinarie lezioni frontali, nelle quali saranno comunque privilegiate attività di carattere seminariale, sono previste presentazioni di casi esemplari di pianificazione urbanistica e territoriale, anche da parte di funzionari pubblici. Le attività di didattica assistita (esercitazioni), saranno dedicate al supporto teorico e informativo per le attività del laboratorio progettuale di Tecnica urbanistica.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso si svolgerà dapprima mediante una prova scritta sugli argomenti essenziali trattati nella didattica frontale. La valutazione positiva della prova scritta consente allo studente lo svolgimento della seconda parte della verifica, attraverso un colloquio di approfondimento inerente a tutti gli argomenti trattati nella didattica frontale.

Per l'ammissione all'esame occorre avere conseguito l'idoneità del Laboratorio progettuale di Tecnica urbanistica.

**Strumenti a supporto della didattica**

Le lezioni si avvarranno di opportuni supporti multimediali, alcune volte in forma di ipertesti. Agli studenti verranno fornite dispense sintetiche degli argomenti trattati a lezione, estratti di letture particolarmente significative e documenti originali degli strumenti di pianificazione.

**01016 - TECNICA URBANISTICA**

<b>Docente:</b>	VIRGILIO GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso intende introdurre lo studente alle problematiche della città e del territorio fornendo gli strumenti per condurre l'analisi, l'identificazione e la valutazione degli effetti delle azioni di trasformazione dei sistemi urbani e territoriali. Lo sviluppo del percorso formativo disciplinare avviene attraverso l'introduzione alla pluralità e complessità delle problematiche che riguardano gli attuali sistemi urbani e territoriali ed illustrando la varietà degli approcci metodologici potenzialmente adottabili. A tale scopo si provvederà a delineare il quadro degli strumenti di governo e di pianificazione territoriale a tutte le scale e le tecniche necessarie alla loro definizione. Si provvederà, inoltre, ad approfondire i modelli ed i metodi analitici necessari per l'identificazione dei caratteri qualificanti le diverse politiche di gestione e programmazione degli interventi, nonché per l'esplicitazione dei processi decisionali che ne governano gli effetti sull'evoluzione dei sistemi in oggetto.

**Programma / Contenuti**

- Temi, problematiche ed obiettivi della disciplina urbanistica.
- La pianificazione. Teorie, metodi ed esperienze.
- Lo spazio antropizzato l'organizzazione del territorio, i processi urbani.
- Metodi e strumenti di analisi territoriale ed urbana: gli strumenti tecnici; le analisi territoriali e urbanistiche attraverso l'uso dei modelli per lo studio dei caratteri e le dinamiche della struttura spaziale urbana e territoriale.
- L'applicazione degli strumenti urbanistici (dimensionamento e destinazione d'uso, zonizzazione, standard urbanistici, indici edificatori, normativa di piano).
- Il quadro delle norme di governo dell'ambiente, del territorio e della città (soggetti e competenze, la legislazione urbanistica, i livelli della pianificazione, il piano urbanistico comunale e i suoi strumenti di attuazione; gli elementi del piano, le leggi di tutela dell'ambiente e del paesaggio.
- L'esperienza dei programmi complessi e le nuove forme di trasformazioni territoriali
- I nuovi strumenti per la realizzazione della città pubblica, attraverso l'evoluzione del concetto di rendita urbana per arrivare alla presentazione dei recenti approdi alle pratiche di perequazione urbanistica.
- La pianificazione strategica.

**Testi / Bibliografia****Testi per la conoscenza di base**

- Gabellini P., (2001); *Tecniche Urbanistiche*, Carocci, Roma.
- Monti C. (2000); *Elementi Di Urbanistica*, Clueb Bologna
- Salzano, E. (2001), *Fondamenti di Urbanistica. La storia e la norma*, Laterza, Bari, 2003.
- Virgilio G. (2003); *La costruzione della fattibilità strategica. Programmi, attori, processi della riqualificazione urbana*. Alinea, Firenze

**Normativa**

- Corlaita A., Martini G. (2006); *L'urbanistica tra normativa nazionale e gestione federalista*, Pitagora, Bologna.
- Mantini P. (a cura di), (2004), *Codice dell'edilizia e dell'urbanistica*, Milano, Pirola - Il Sole 24 Ore.

Fiale A. *Diritto Urbanistico* Ed. Simone (ultima edizione)

### **Letture Consigliate**

Alexander, Ernest, *Introduzione alla pianificazione*, Clean, Napoli, 1997.

Campos Venuti, Giuseppe, Oliva, Federico, *Cinquant'anni di urbanistica in Italia*, Laterza, Roma-Bari, 1993.

Harvey, David, *L'esperienza urbana*, Il Saggiatore, Milano, 1998.

Morbelli, Guido, *Città e piani d'Europa. La formazione dell'urbanistica contemporanea*, Dedalo, Bari, 1997.

Palermo, Pier Carlo, *Trasformazioni e governo del territorio. Una introduzione critica*, Angeli, Milano, 2004.

Piroddi, Elio, *La forma del piano urbanistico*, Angeli, Milano, 1998.

Richardson, Harry W., *Economia Regionale*, Il Mulino, Bologna, 1971.

Rodwin, Lloyd, *Città e pianificazione urbana*, Dedalo, Bari, 1989.

Secchi, Bernardo, *Un progetto per l'urbanistica*, Einaudi, Torino, 1989.

Benevolo L., (1993), *La città nella storia d'Europa*, Laterza, Bari.

Calabi D., (2000), *Storia dell'urbanistica europea. Questioni, strumenti, casi esemplari*, Bruno Mondadori, Milano

A lezione, inoltre, verranno indicate letture specifiche sui temi affrontati e distribuiti materiali didattici utili ai fini della preparazione dell'esame.

### **Metodi didattici**

Le lezioni teoriche sono accompagnate da esercitazioni, in cui vengono condotti degli approfondimenti relativi all'attività di progetto svolta nel Laboratorio progettuale ed in modo da configurarsi come momento di sintesi tra le conoscenze teoriche acquisite nel corso e le attività pratiche di laboratorio.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso si svolgerà dapprima mediante una prova scritta sugli argomenti essenziali trattati nella didattica frontale. La valutazione positiva della prova scritta consente allo studente lo svolgimento della seconda parte della verifica, attraverso un colloquio di approfondimento inerente a tutti gli argomenti trattati nella didattica frontale.

## **09235 - TECNICA URBANISTICA II**

<b>Docente:</b>	CROCIONI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	8

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Il Corso ha l'obiettivo di fornire elementi fondamentali di consapevolezza sui problemi attuali della pianificazione territoriale e urbanistica.

Il Corso punta, per questo motivo, a garantire in termini di primo inquadramento, sia una padronanza complessiva dei problemi della città e del territorio, a livello culturale e conoscitivo, che un adeguato controllo delle tecniche strumentali ed operative, fornendo, sia pure in sintesi, un primo quadro completo della problematica disciplinare.

### **Programma / Contenuti**

#### **Parte Prima**

#### **I. I PROBLEMI ATTUALI DELLA CITTÀ' E DEL TERRITORIO**

1 - Cenni introduttivi.

Necessità di collocare la problematica urbanistica all'interno di processi storici determinati.

2 - Inquadramento storico.

2.1 - Il mondo antico e la città.

2.2 - La città nell'Europa del medioevo e la rivoluzione industriale.

2.3 - Il caso italiano. La città e il territorio dallo Stato Unitario al secondo dopoguerra.

3 - Il rapporto città-campagna nell'Italia del dopoguerra.

3.1 - I dati di fondo e le fasi strutturali del rapporto città-campagna negli ultimi cinquant'anni.

3.2 - La città e il territorio nella trasformazione economica del paese.

3.3 - Il rapporto nord-sud; gli squilibri territoriali; le tre Italie.

3.4 - L'urbanesimo, la diffusione insediativa e le tendenze recenti.

3.5 - La casa e il settore delle costruzioni nel ciclo economico complessivo.

3.6 - La rendita fondiaria, il mercato dei suoli ed il mercato immobiliare.

3.7 - L'interpretazione dei processi territoriali: dai modelli dualistici alla complessità delle tendenze in atto.

3.8 - Il caso emiliano. L'uso del territorio nelle regioni ad economia periferica.

La prima parte "I problemi attuali della città e del territorio" ha il compito di mettere a fuoco in sintesi i processi territoriali, sotto il profilo di una analisi dei modi, delle linee di tendenza e dei nessi strutturali di tali processi.

Il rapporto città-campagna nell'Italia del dopoguerra viene riguardato come una chiave interpretativa da cui far discendere le necessarie valutazioni di ordine culturale, disciplinare e tecnico, relative alla pianificazione territoriale e urbanistica.

Questa parte caratterizza l'intero Corso, chiarendo, in definitiva, l'insieme dei presupposti e delle premesse concettuali del processo di pianificazione e, nello stesso tempo, i problemi di merito sui quali occorre operare concretamente, anche nella pratica professionale.

#### Parte Seconda

### III. L'URBANISTICA COME PIANIFICAZIONE

1 - Introduzione ai temi fondamentali della politica di piano.

1.1 - Alcune definizioni del concetto di pianificazione.

1.2 - Cenni di esperienze di rilievo condotte in questo secolo in materia di pianificazione.

2 - La politica di piano nell'esperienza italiana.

2.1 - L'assetto istituzionale ed il quadro delle competenze in materia di pianificazione e programmazione. Dallo stato centrale, alle regioni, alle autonomie locali. L'ipotesi federalista.

2.2 - La legislazione urbanistica e la legislazione per la casa. Una lettura dei principali provvedimenti legislativi in questo dopoguerra e della loro evoluzione: dalla legge 1150 del 1942 alla legge 142 del 1990, fino ai provvedimenti più recenti. Le legislazioni urbanistiche regionali.

2.3 - I livelli di pianificazione.

2.4 - Il livello nazionale:

2.4.1 - L'esperienza italiana nel dopoguerra. La riforma agraria e l'intervento straordinario nel Mezzogiorno. La filosofia della programmazione nella esperienza del Centro-Sinistra. La politica di piano a livello nazionale degli anni '80 e '90. Le attuali incertezze sulle politiche per la città.

2.4.2 - L'evoluzione del dibattito culturale e tecnico dal 1960 ad oggi, relativamente alla politica di programmazione ed alla politica del territorio a livello nazionale.

2.5 - Il livello regionale:

2.5.1 - L'esperienza pre-regionalista. L'esperienza delle regioni nelle prime

cinque legislature 1970-1995. Le tendenze attuali. La programmazione regionale e la pianificazione territoriale in Emilia Romagna ed in altre regioni italiane. Il Piano Territoriale Regionale e il Piano Paesistico Regionale.

2.5.2 - Gli strumenti e le tecniche della programmazione economica e della pianificazione territoriale di livello regionale nelle esperienze reali.

L'analisi delle risorse, l'uso degli strumenti statistici, i criteri di elaborazione degli obiettivi. La pianificazione strategica.

2.6 - Il livello dell'ente intermedio:

2.6.1 - Il dibattito urbanistico sul ruolo dell'ente intermedio. L'esperienza dei Comprensori in Emilia Romagna ed in altre regioni del decennio 1960-1970. Il ruolo attuale della Provincia, a partire dalla Legge 142/90.

2.6.2 - La problematica tecnica del piano di area vasta. Piano territoriale e piano socio-economico. Le compatibilità ambientali nella dimensione territoriale. Natura e contenuti del piano territoriale. Gli strumenti di analisi e di intervento. Una verifica di alcune esperienze in atto. Il Piano come processo, e la pianificazione strategica.

2.7 - L'urbanistica di livello comunale:

2.7.1 - Ruolo e spazio dell'urbanistica comunale nell'attuale fase e nelle esperienze degli anni '60 e '70. Limiti ed efficacia del Piano Regolatore Generale e degli strumenti propri dell'urbanistica comunale. Il Piano Strutturale Comunale e il Piano Operativo come nuovi strumenti di pianificazione urbanistica. I programmi urbani complessi degli anni '90.

2.7.2 - Come si costruisce il Piano a scala urbana: le scelte di assetto, l'utilizzo dell'economia urbana, i fabbisogni ed il dimensionamento, la normativa, lo zoning, gli standards urbanistici, gli indici ed i parametri. Gli strumenti di gestione: procedure, convenzioni, oneri di urbanizzazione.

La costruzione dei Programmi complessi, la concertazione e la negoziazione, i rapporti con il mercato, la razionalizzazione delle risorse pubbliche.

La seconda parte "L'urbanistica come pianificazione" ha il compito di inquadrare correttamente la politica del territorio all'interno della situazione italiana. L'urbanistica viene vista prima di tutto come pianificazione, cioè come strategia e pratica di governo territoriale. In tal senso un ruolo centrale assumono, evidentemente, i problemi delle competenze istituzionali, dei livelli di pianificazione e della legislazione urbanistica, in sintesi della capacità di governo del territorio nella società "complessa" e nella città complessa degli anni '80 e '90.

## Testi / Bibliografia

- G. Crocioni "Il Piano utile. Un'urbanistica del mercato ragionevole ed efficace". Gangemi Editore, 1997.  
G. Crocioni, M. Tarozzi - "Urbanistica e cooperazione a Bologna 1889-1985. Cento anni di vite parallele". Gangemi Editore, 1999  
G. Crocioni "Politiche urbane a Bologna nei primi anni 2000". Gangemi Editore, 2004

## Metodi didattici

TRADIZIONALI  
(LEZIONI ED ESERCITAZIONI)

## Modalità di verifica dell'apprendimento

In sede di esame anche grazie alle esercitazioni.

**Strumenti a supporto della didattica****LABORATORIO**

I contenuti delle lezioni vengono integrati dalle esercitazioni pratiche, tenute in gruppo, sotto il controllo e con l'aiuto di un Assistente, sui temi di ricerca ricondotti al presente programma.

Compito delle esercitazioni è, evidentemente, quello di garantire un minimo di padronanza tecnica effettiva, attraverso lo svolgimento di una serie di operazioni di ricerca, analisi e proposta di pianificazione, su un campo reale e con interlocutori esterni.

La partecipazione alle esercitazioni è obbligatoria, ed i risultati saranno materia d'esame.

**17432 - TECNICA URBANISTICA L**

<b>Docente:</b>	MONTI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli obiettivi formativi del corso riguardano: 1. la conoscenza dell'evoluzione storica delle città e del territorio; 2. le politiche per l'organizzazione, il recupero e il controllo del territorio e dell'ambiente; 3. le normative per il governo della città e la pianificazione; 4. cenni ai metodi e alle tecniche dell'urbanistica.

**Programma / Contenuti**

1. Presentazione dei problemi della città e del territorio La città, il territorio, l'ambiente. La gestione del territorio come processo di piano. Gli strumenti della pianificazione e della progettazione urbanistica. L'evoluzione dei rapporti città/territorio: dalla città antica, alla città industriale, alla città diffusa. Le reti di città, il marketing urbano, la città sostenibile. 2. Trasformazioni territoriali ed evoluzione degli strumenti di governo del territorio Gli strumenti per la tutela dell'ambiente e le procedure per la Valutazione di Impatto Ambientale. 3. Gli strumenti della pianificazione a scala locale. Il Piano Regolatore Generale: contenuti e modi di attuazione. Le forme di concertazione fra iniziativa pubblica e privata. La valutazione ambientale e la valutazione economica. 4. Le esperienze di pianificazione a scala sovracomunale e regionale. Le esperienze di pianificazione regionale in Italia e in Europa: i modelli tradizionali di pianificazione territoriale e il loro superamento. I rapporti fra Piano Territoriale, Piano Paesistico, Piani di settore. La pianificazione a scala provinciale e di area metropolitana. 5. Le tecniche dell'urbanistica: l'analisi del sito, l'analisi dei tessuti urbani ed extraurbani; le componenti elementari del progetto urbano (i tipi edilizi ed urbanistici, gli spazi e i nodi del sistema delle comunicazioni, il progetto delle aree verdi, le opere di urbanizzazione, ecc.). E' prevista l'elaborazione di un piccolo progetto su un'area urbana.

**44578 - TECNICHE DI RILEVAMENTO E CATASTO L**

<b>Docente:</b>	BARBARELLA MAURIZIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

**Programma / Contenuti****Programma Preventivo**

**Tecniche di Rilievo Altimetrico . Livellazione Geometrica.** Livellazione di precisione: strumenti e metodi. Linee di livellazione e loro precisione. Controllo altimetrico di porzioni del territorio. Controllo altimetrico di strutture.

**Tecniche di Rilievo planimetrico e tridimensionale.** Strumenti integrati: caratteristiche e precisioni. Rilievi di dettaglio. Inquadramento in rete di un rilievo. Intersezioni. Intersezioni miste. Controllo di movimenti: controllo di frane, controllo di strutture. Rilievo di punti fiduciali catastrali.

#### **Tecniche di Rilievo Satellitare**

**Rilievo satellitare statico.** Progettazione di un rilievo GPS. Caratteristiche e materializzazione dei punti. Sessione e basi indipendenti. Criteri dell'Intesa Stato-Regioni per il raffittimento di reti: capitolato ed esempi.

**Rilievo satellitare cinematico e in tempo Reale.** Strumenti e metodi. Calcolo di un rilievo cinematico.

Real Time Kinematic. Uso di una rete di Stazioni Permanenti per il R.T.

Integrazione delle tecniche di rilievo terrestri e satellitari. Sistemi locali e sistemi utilizzati dal GPS. Passaggio dei dati.

#### **La rappresentazione cartografica.**

Deformazione e moduli. Leggi della rappresentazione.

**Il sistema cartografico Gauss Boaga.** Il sistema cartografico UTM UPS. La cartografia dell'IGM. Lettura carte IGM a scala 1:25000. Cartografia regionale.

**Rappresentazione Cassini-Soldner.** Leggi della rappresentazione. Cartografia Catastrale. Punti Fiduciali Catastrali, TAV. Pregeo

#### **Richiami e approfondimenti Strumentali**

**Misura di angoli. Teodoliti.** Parti costitutive: assi, cannocchiale collimatore, cerchi graduati, apparati di lettura, livelle, sistemi pendolari - Messa in stazione - Metodo di lettura di angoli azimutali: regola di Bessel, strati - Lettura di angoli zenitali - Zenit strumentale - Teodoliti elettronici. **Misura di distanze.**

**Geodimetri.** Principio di funzionamento - Equazione fondamentale - Precisioni strumentali, effetto ambiente - Stazioni totali. **Misura di dislivelli. Livelli** Parti costitutive: livelle, viti di elevazione - Livello di precisione - Stadi invar - Livellazione dal mezzo - Precisione di una battuta e di una linea. **Ricevitori**

**G.P.S.** Principio di funzionamento del sistema — Errori sistematici del sistema. - Osservabile pseudo range e fase. **Esercitazioni strumentali:** Livello, Stazione integrata, ricevitore geodetico GPS Essendo il corso al suo primo anno, potranno essere necessarie modifiche al programma inizialmente previsto.

#### **Testi / Bibliografia**

Appunti distribuiti dal docente.

## 41493 - TECNICHE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE L

<b>Docente:</b>	BRAGADIN GIANNI LUIGI
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

#### **Conoscenze e abilità da conseguire**

##### **Obbiettivi formativi principali:**

Fornire le conoscenze disciplinari di base per la conduzione e la gestione degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.

Fornire le conoscenze disciplinari necessarie al controllo di qualità ed al risanamento dei corpi idrici secondo le norme vigenti.

Fornire criteri di dimensionamento e gestione per impianti e sistemi naturali di trattamento reflui.

##### **Figure professionali interessate:**

Gestori di impianti trattamento acque reflue.

Responsabili di servizi tecnici pubblici preposti al controllo e risanamento sanitario dei corpi idrici.

Responsabili tecnici di società di servizi operanti nel trattamento delle acque.

## Programma / Contenuti

**Premessa:** Ingegneria Sanitaria Ambientale: Igiene e Tecnica.

Acque . Cicli e bilancio di acque naturali e reflue. Legislazione e tecnica. Portate e caratteristiche di qualità di acque di rifiuto industriali e domestiche. Trattabilità in relazione agli usi. Biodegradabilità.

Competizione. Tossicità. Inibizione. Bilancio dell'ossigeno in acque superficiali soggette a scarichi organici. Piani di tutela e risanamento dei corpi idrici. Bilanci di massa ed energia nei processi di trattamento. Tecniche di trattamento mediante biomasse sospese. Tecniche di trattamento mediante biomasse adese. Criteri di dimensionamento per impianti di trattamento acque di scarico urbane. Criteri di gestione. Trattamento e smaltimento dei fanghi di risulta. Tecniche di rimozione biologica di azoto e fosforo. Tecniche di disinfezione delle acque di scarico. Sistemi naturali di trattamento o finissaggio reflui. Tecniche di trattamento on site per piccole comunità. Costi di realizzazione e gestione. Criteri per il riutilizzo dei reflui. Criteri per il rilascio di acque reflue in fiumi, laghi, acque di transizione e costiere.

Aria. Fisica dell'atmosfera. Diffusione di inquinanti

Terra. Rifiuti solidi: le discariche, l'incenerimento, il compostaggio.

## Testi / Bibliografia

Consigliato:

DEPURAZIONE E SMALTIMENTO DEGLI SCARICHI URBANI

Autore: **Bragadin G.L. , Mancini M.L.**

Editore: Pitagora-Bologna (2007)

## Metodi didattici

L'insegnamento prevede escursioni e visite didattiche presso impianti di trattamento e zone oggetto di bonifica o rinaturalizzazione.

Alle ore di teoria sono associate ore di esercitazione ed ore di assistenza personale all'analisi di impianti di trattamento acque a scala reale.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova d'esame è orale.

## Strumenti a supporto della didattica

Consegna preventiva di lucidi e files di videoproiezione utilizzati nella didattica frontale.

Consegna di una **dispensa** di riferimento riguardante la progettazione di massima di un impianto esistente di depurazione acque reflue urbane.

Consegna ad ogni studente di un **compendio** aggiornato della vigente legislazione tecnica in merito alla disciplina degli scarichi e all'approvvigionamento, trattamento e riutilizzo delle acque reflue.

## 23870 - TECNICHE PER LA SICUREZZA AMBIENTALE L

<b>Docente:</b>	SPADONI GIGLIOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento intende fornire elementi per:

- 1) comprendere quali sono i problemi di sicurezza e salute presenti nelle realtà lavorative ed indicare alcuni metodi e strumenti per la loro valutazione e risoluzione;
- 2) conoscere quali sono gli strumenti tecnici (e tecnologici) di tutela dell'ambiente e come si può valutare il rapporto impresa-ambiente mediante strumenti di identificazione, valutazione e gestione degli impatti ambientali di un'impresa produttiva.

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consentirà loro di partecipare con un buon bagaglio di conoscenze alla stesura di analisi di rischio in ambienti di lavoro, e alla identificazione di soluzioni tecnologiche di rimozione dei rischi, con particolare riferimento al rischio chimico e fisico (da rumore). Nella seconda parte dell'insegnamento gli studenti acquisiranno le basi, anche normative, per la stesura di semplici studi di impatto ambientale e di valutazioni di rischio per la salute umana legate ad insediamenti produttivi.

## Programma / Contenuti

### Sicurezza e salute sul lavoro

Introduzione al rischio ed alle sue misure. Le diverse tipologie di rischio e la valutazione dei rischi ai sensi della 626 e seg. Le sostanze pericolose ed il rischio chimico, il controllo dell'esposizione ad agenti chimici (elementi di progettazione di ventilazione ed aspirazione localizzata). Un altro rischio per la salute: l'esposizione al rumore.

### Il rischio ambientale

Principali problemi di inquinamento ambientale di acqua, aria, suolo: inquinanti, indicatori e indici ambientali. La valutazione di impatto e lo studio di impatto ambientale: alcuni metodi di identificazione e valutazione (liste di controllo, matrici,...). L'importanza della modellistica di simulazione per le valutazioni previsionali: esempio di modellistica semplice per la dispersione atmosferica. Cenni sulla legislazione italiana di protezione della qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo e sul "problema rifiuti". Elementi sulla valutazione del rischio per la salute umana.

Elementi sugli strumenti di eco-gestione ed eco-audit (i sistemi di gestione secondo EMAS e ISO).

## Testi / Bibliografia

copia dei lucidi del docente.

raccolta di articoli monografici su temi ambientali.

R.Vismara, Protezione Ambientale. Criteri e tecniche per la pianificazione territoriale, Ed. SLibri, Napoli, 2001.

G. Troina, L'impresa e la gestione ambientale: Dinamiche Operative e soluzioni, Il Sole 24ORE, Milano 2001.  
F.P.Foraboschi, L'inquinamento ambientale, Appunti di lezione, Bologna, 1999.

## Metodi didattici

Alle lezioni durante le quali saranno svolti gli argomenti del programma, si affiancano alcune esercitazioni sui bilanci di materia ed energia per impianti, nonché sulla progettazione di casi semplici di ventilazione/ aspirazione di ambienti di lavoro.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di accertamento è orale e consta di una serie di domande, che tendono ad accertare la conoscenza teorica da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione. E' inoltre prevista la risoluzione di un semplice esercizio del tipo di quelli affrontati durante le ore di esercitazione che affiancano l'insegnamento.

## Strumenti a supporto della didattica

Copie di lucidi fornite ad inizio corso dal docente oppure CD con versione informatica. Possibilità di frequentare il Laboratorio informatico del DICMA per esercitarsi nella predisposizione di piccoli programmi di calcolo sugli argomenti del corso (previo appuntamento).

# 01043 - TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA

<b>Docente:</b>	BIGNOZZI MARIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	7

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce uno strumento razionale ed unitario per la scelta e l'impiego corretto dei materiali nelle costruzioni in rapporto all'ambiente di servizio, per la loro protezione dal degrado e dal fuoco e per la sicurezza nell'impiego.

**Programma / Contenuti**

Tipologia e caratteristiche dei materiali per l'edilizia e l'architettura: materiali strutturali e materiali funzionali. Classificazione e sviluppo storico e tecnologico dei materiali da costruzione. Richiami sulle proprietà fisico-meccaniche dei materiali (resistenza caratteristica e microstruttura, processi di deformazione elastica, anelastica e plastica, processi di frattura) e sulle proprietà termiche ed elettriche. Metodi di prova, Norme Tecniche Min. LL. PP. e normative prestazionali. Materiali metallici. Ghise ed acciai: materie prime e tecnologia, trattamenti termici, lavorazioni, saldabilità, caratteristiche, prestazioni e normativa. Acciai da costruzione e speciali e loro impieghi. Leghe non ferrose per edilizia ed architettura: materie prime e tecnologia. Impieghi e normativa. Materiali ceramici e vetri per l'edilizia e l'architettura. Materie prime, tecnologia, caratteristiche, prestazioni e normativa. I leganti per l'edilizia e l'architettura: gesso, calci, cementi. Materie prime, tecnologie e loro sviluppo storico. Malte ordinarie e speciali, normativa. Cementi sec. UNI EN 197. Calcestruzzi e conglomerati cementizi preconfezionati normali e speciali sec. UNI EN 206-1 e UNI EN 11104. Componenti, formulazione, tecnologia e proprietà allo stato fresco ed indurito, controllo di qualità e criteri di posa in opera. Classi di esposizione ambientale e progetto. Capitolati di fornitura. Il calcestruzzo autocompattante. Calcestruzzi speciali. Materie plastiche, resine e materiali compositi impiegati nelle costruzioni (impermeabilizzanti, isolanti termici ed acustici, sigillanti, adesivi, rinforzi, etc.). Vernici e pitture: componenti, caratteristiche e normativa. Degrado e corrosione dei materiali da costruzione in ambiente di servizio e sistemi di protezione. Sicurezza nell'impiego dei materiali. Resistenza e reazione al fuoco. Criteri generali di scelta dei materiali per l'edilizia. Riciclo degli scarti di costruzione e di demolizione ed ecosostenibilità nei materiali da costruzione.

**Testi / Bibliografia**

- V. Alunno Rossetti, Il Calcestruzzo. Materiali e tecnologie, McGraw-Hill Libri Italia, s.r.l. Milano.  
 L. Bertolini, P. Pedferri et al., Tecnologia dei Materiali, Citta' Studi Edizioni.  
 N. Jackson (Ed.) Civil Engineering Materials. Macmillan Press London 1983  
 M. Illston (Ed.) Construction Materials. E & F Spoon London 1994

**Metodi didattici**

Lezioni frontali. Laboratori. Esercitazioni in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Esercitazioni e laboratorio: applicazioni numeriche in aula; prove coordinate sui materiali e revisione degli elaborati tecnici sui materiali assegnati singolarmente agli studenti all'interno del Laboratorio Progettuale di Tecnologie edilizie. Sugli argomenti più importanti verranno distribuiti supporti riassuntivi di norme e leggi in aula. Tirocini sugli accessi informatici alle fonti bibliografiche pertinenti.

**17438 - TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA  
L**

<b>Docente:</b>	MANZI STEFANIA
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire ai futuri ingegneri edili gli strumenti necessari per la scelta e l'impiego corretto dei materiali nelle costruzioni, con particolare attenzione ai problemi della sicurezza in servizio e della durabilità.

**Programma / Contenuti**

1. Tipologia e caratteristiche dei materiali strutturali e non strutturali per l'ingegneria edile. Proprietà fisico-meccaniche dei materiali (resistenza caratteristica e microstruttura). Metodi di prova sui materiali.
2. Materiali metallici. Ghise ed acciai. Acciai da costruzione e speciali. Trattamenti termici. Saldabilità. Leghe non ferrose per l'edilizia. Impieghi e normativa.
3. Leganti. Calci aeree e idrauliche. Gesso. Cemento Portland. Tipi di cemento sec. UNI EN 197-1. Durabilità dei cementi: il cemento pozzolanico e d'altoforno.
4. Calcestruzzi normali e speciali: formulazione, produzione e posa in opera, proprietà allo stato fresco e allo stato indurito. Calcestruzzo preconfezionato a resistenza e capitolati di fornitura. Controlli a piè d'opera. Classi di esposizione ambientale sec. UNI EN 206-1. Normativa sui cementi, sugli aggregati e sui calcestruzzi. Cenni sul calcestruzzo auto-compattante.
5. Materiali ceramici per l'edilizia: tecnologia di produzione, proprietà e normativa. Laterizi. Piastrelle. Vetri comuni e di sicurezza.
6. Materiali polimerici termoplastici e termoindurenti. Caratteristiche, prestazioni e campi di impiego nell'ingegneria edile.

**Testi / Bibliografia**

Testi per l'approfondimento:

- V. Alunno Rossetti. Il calcestruzzo. Materiali e tecnologia. Ed. McGraw-Hill, Milano, 2007.
- Norme Tecniche emanate dal Min. LL. PP. sui materiali da costruzione (D. M. 14.01.2008, D. M. 09.01.1996, altre vengono segnalate a lezione).

**Metodi didattici**

Lezioni frontali. Alcune ore di lezione saranno dedicate ad esercizi applicativi. Durante il corso viene normalmente effettuata una visita d'istruzione presso un'azienda del settore edile in Emilia Romagna (ad esempio: cementifici, centrali di betonaggio, acciaierie, etc.).

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Lavagna, lavagna luminosa, videoproiettore.

**31604 - TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA**

T

<b>Docente:</b>	SACCANI ANDREA
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo studente possiede conoscenze relative alle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali di maggior interesse nel settore dell'ingegneria civile (acciai, calcestruzzi, ceramici tradizionali): vengono fornite indicazioni di massima su come la microstruttura influisca sulle proprietà meccaniche e fisiche dei materiali e sulla loro

affidabilità e durabilità nelle condizioni di servizio. Lo studente consegue inoltre indicazioni di massima sui criteri di scelta dei materiali.

## 31604 - TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA APPLICATA T

<b>Docente:</b>	TIMELLINI GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0919 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo studente possiede conoscenze relative alle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali di maggior interesse nel settore dell'ingegneria civile (acciai, calcestruzzi, ceramici tradizionali): vengono fornite indicazioni di massima su come la microstruttura influisca sulle proprietà meccaniche e fisiche dei materiali e sulla loro affidabilità e durabilità nelle condizioni di servizio. Lo studente consegue inoltre indicazioni di massima sui criteri di scelta dei materiali.

### Programma / Contenuti

#### 1. Introduzione al corso

Classificazione dei materiali. Proprietà generali. Introduzione alla scienza dei materiali. Microstruttura e proprietà fisico-meccaniche.

#### 2. I materiali ceramici

Laterizi, piastrelle, sanitari; vetri: classificazione, proprietà, applicazioni. La specifica tecnica e le norme.

#### 3. Cementi e calcestruzzo

Tipi di cemento: composizione, proprietà, normativa.

Il calcestruzzo: composizione, produzione, proprietà (calcestruzzo fresco e indurito), applicazioni. Norme e leggi

#### 4. I materiali polimerici

Materiali termoplastici e termoindurenti: caratteristiche, prestazioni ed impieghi in edilizia

#### 5. I metalli

Il diagramma di stato ferro-carbonio. Gli acciai: microstruttura e proprietà. Classificazione e normativa

### Testi / Bibliografia

W.F.Smith - Scienza e Tecnologia dei Materiali, 2<sup>a</sup> Ed - McGraw-Hill It., Milano, 2004

L.Bertolini, F.Bolzoni, M.Cabrini, P.Peddeferrì - Tecnologia dei Materiali. Ceramici, polimeri, compositi - Città Studi Ed., 2001

L.Bertolini, P.Peddeferrì - Tecnologia dei Materiali. Leganti e calcestruzzo - Città Studi Ed., 1996

### Metodi didattici

Lezioni frontali

Esercitazioni: analisi e valutazioni comparative di specifiche tecniche di materiali. Calcoli.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense delle lezioni (scaricabili dal sito del docente)

## 47665 - TECNOLOGIA DELLA PRODUZIONE EDILIZIA E SICUREZZA L

<b>Docente:</b>	COMANI CLAUDIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso di Tecnologia della Produzione Edilizia 1 e Sicurezza L tratta degli aspetti inerenti la tecnologia "hard" della produzione edilizia. Sono in particolare approfonditi gli aspetti inerenti l'industrializzazione edilizia e la componentistica industriale.

Obiettivi: L'insegnamento si prefigge lo scopo di contribuire, nell'ambito del corso integrato di Cantieri e Produzione Edilizia, a formare una figura culturale e professionale capace di pianificare, programmare e controllare le azioni tecniche e quelle economiche che consentono di razionalizzare il processo di produzione e l'impiego delle risorse economiche necessarie la realizzazione delle scelte di progetto

### Programma / Contenuti

Sono oggetto del corso i seguenti argomenti:

qualità in edilizia:

qualità di prodotto;

qualità di processo;

le regole dei seguenti procedimenti costruttivi, ovvero le soluzioni tecniche per:

struttura ad arco;

struttura intelaiata;

struttura a guscio;

strutture spaziali;

tensostrutture;

le scelte tecnologiche per gli elementi di involucro:

isolanti;

impermeabilizzanti;

pannelli prefabbricati;

infissi;

pareti multistrato:

-pareti ventilate;

-isolamento a cappotto.

### Testi / Bibliografia

Claudio Comani, *Appunti di lezione per il corso di Tecnologia della Produzione Edilizia*, Facoltà di Ingegneria

Roberto Guizzardi, *Elementi di tecnologia della produzione edilizia*, ed. Pitagora, Bologna 1999;

AA.VV., *Manuale di Progettazione Edilizia*, Hoepli Ed., Milano 1995;

### Metodi didattici

Il Corso si articola su un ciclo di lezioni frontali sugli argomenti teorici e su impostazioni metodologiche, integrate da esercitazioni e applicazioni su casi pratici.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La votazione di profitto finale si basa su esame scritto e orale, oltre alla valutazione delle esercitazioni.

## 17369 - TECNOLOGIA DELLA PRODUZIONE EDILIZIA II E SICUREZZA I

<b>Docente:</b>	BRAGADIN MARCO ALVISE
<b>Corso di Laurea:</b>	0445 - Ingegneria edile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	4

### Conoscenze e abilità da conseguire

Fornire le conoscenze di metodi e strumenti avanzati per la gestione della costruzione: programmazione e gestione delle risorse, gestione operativa e controllo dei lavori; sicurezza e salute sul lavoro.

### Programma / Contenuti

- 1. Metodi e strumenti per la gestione tecnica dei lavori:** norme per l'esecuzione dei lavori; la progettazione esecutiva, la documentazione tecnica, la verifica dei lavori e il collaudo delle opere; le riserve e il contenzioso, il risk management.
- 2. La sicurezza in cantiere:** la legislazione sulla sicurezza sul lavoro; norme tecniche per la sicurezza dei lavori; il piano di sicurezza e coordinamento e il piano operativo di sicurezza, il fascicolo dell'opera.
- 3. La gestione operativa ed economica dei progetti:** il controllo operativo della costruzione, la schedulazione dei lavori ripetitivi e dei cantieri lincari, il metodo dell'earned value.
- 4. La programmazione delle risorse:** Ottimizzazione a tempi fissi e risorse fisse; il metodo tradizionale di livellazione e allocazione delle risorse, il metodo del minimo momento.

### Testi / Bibliografia

- Rigamonti G. "La gestione dei processi di intervento edilizio", UTET, Torino
- Lacava M. Solustri C. "Progetto e sicurezza del Cantiere", NIS, Roma 1996.
- Picone M. "Tecnologia della Produzione edilizia", Utet, 1984.
- Auteri A. Dibennardo U. Pasqua A. "Il cantiere edile" NIS Roma 1996.
- Amato R. Chiappi R. "Tecniche di project management" FrancoAngeli, Milano.
- Flores A., Conti M. "Manuale della sicurezza nel cantiere", Il sole 24 ore Pirola, Milano, 1998.
- Gottfried A., Trani M.L. (a cura di) "Il coordinatore per la sicurezza nelle costruzioni in fase di progettazione ed esecuzione" Maggioli, Rimini, 1997.
- Comani, C. "La progettazione degli edifici per l'industria", Bordigiani, Bologna.
- Zignoli V. "Costruzioni edili", Utet, Torino, 1974.

### Metodi didattici

Oltre alle lezioni gli studenti svolgeranno un tema di esercitazione che sarà valutato ai fini del superamento dell'esame.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale preceduto da prova scritta. La votazione riportata nelle esercitazioni verrà valutata per il conseguimento della votazione finale.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense fornite dal docente nel corso delle lezioni

## 35077 - TECNOLOGIA MECCANICA L

<b>Docente:</b>	TANI GIOVANNI
<b>Corso di Laurea:</b>	0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi basilici di conoscenza per la fabbricazione di prodotti metalmeccanici. In particolare consentirà di valutare le proprietà dei materiali da trasformare e di conoscere in dettaglio i processi di asportazione di truciolo e le relative operazioni e macchine.

**Programma / Contenuti**

**La Tecnologia Meccanica e la fabbricazione del prodotto.** La qualità della superficie lavorata. Precisione geometrica e dimensionale; il concetto di tolleranza. Le tolleranze dimensionali e geometriche. Errori micro e macro geometrici: rugosità, errori di forma e loro misura. Relazioni tra tolleranze e lavorazioni e tra rugosità e lavorazioni. La rappresentazione grafica del prodotto. I disegni di Fabbricazione

**I Materiali.** I materiali maggiormente utilizzabili per la fabbricazione dei prodotti. Loro classificazioni. La caratterizzazione dei materiali. Caratteristiche fisico-chimiche, meccaniche, tecnologiche. Le prove meccaniche dei materiali: Prova di Trazione e Compressione, Flessione, Prove di Durezza, Prova di Tenacità. Le prove per la determinazione delle caratteristiche tecnologiche.

**Le Leghe Ferro-Carbonio.** I processi metallurgici per la loro produzione. Le strutture del materiale. Gli Acciai, definizione e classificazione, i principali componenti di lega, acciai speciali ed applicazioni. Il comportamento della lega Fe-C ed i cambiamenti di struttura. I principali trattamenti termici: normalizzazione, ricottura, tempra, rinvenimento, bonifica, cementazione, nitrurazione. Le Ghise: Ghise grigie, Ghise speciali: ghise sferoidali, ghise legate. Ghise malleabili. Leghe di Rame e Leghe di alluminio

**I Processi Tecnologici di Fabbricazione:** Descrizioni e Classificazione dei processi; Criteri di scelta del processo produttivo più idoneo.

**I Processi per Asportazione di truciolo:** Descrizione e Classificazione. Basi fisiche del processo di taglio; Tipologie di truciolo; I moti di lavoro nelle operazioni di taglio, caratteristiche di forma e geometria dei taglienti di un utensile, i parametri di taglio. La rugosità teorica nel processo di taglio. Il modello di Pijspanen per la rappresentazione del processo di taglio. La cinematica del taglio. La meccanica del processo di taglio: le forze che agiscono nel taglio. Teorie di Ernst-Merchant e di Merchant modificata. Le forze di taglio mediante la pressione e la pressione specifica di taglio; le potenze di taglio. La termodinamica del taglio. Utensili: I materiali per utensili e loro caratteristiche operative, meccanismi di usura e vita degli utensili. Curve di usura, leggi di Taylor e derivate. Lavorabilità. Aspetti economici del taglio.

Le macchine Utensili: Classificazione delle Macchine Utensili, strutture e componenti. Macchine utensili convenzionali ed a Controllo Numerico. I principi di funzionamento del CNC.

**I principali processi per asportazione di truciolo:**

**Tornitura.** Classificazione delle lavorazioni di tornitura. Caratteristiche degli utensili. Tornitura da ripresa e da barra. Moti di lavoro e parametri tecnologici; montaggio di pezzi ed utensili. Scelta dei parametri di taglio, tempi di lavorazione e forze di taglio. Le macchine: torni convenzionali, torni CNC, Centri di tornitura. I parametri caratteristici dei torni, scheda macchina, archivi macchina,

**Foratura.** Le lavorazioni di foratura con punta elicoidale. La geometria dell'utensile e gli angoli di taglio. I parametri tecnologici, tempi di lavorazione e forze di taglio. Le macchine per foratura, dal trapano alla foratrice CNC. Foratura profonda: utensili e macchine.

**Alesatura.** Le lavorazioni di alesatura, precisioni ottenibili. Macchine e utensili per alesatura.

**Fresatura.** lavorazioni di fresatura: fresatura di spianatura con utensili cilindrici periferici in concordanza ed in opposizione; fresatura frontale; fresatura con utensili di forma; fresatura di contornitura; fresatura a 3, 4

e 5 assi assi controllati simultaneamente, fresatura di superfici libere nello spazio. I moti di lavoro, gli utensili, i parametri tecnologici ed il calcolo dei tempi di lavorazione. Le macchine: classificazione delle fresatrici, fresatrici convenzionali, fresatrici CNC e Centri di lavoro CNC. La scheda macchina di fresatura.

**Rettificatura:** lavorazioni di rettifica cilindrica esterna ed interna. Rettifica di superfici piane, rettifica senza centri. I parametri tecnologici e le precisioni ottenibili. Le macchine convenzionali e CNC. Gli utensili: le mole, caratteristiche, designazione e parametri caratteristici

**I Cicli di lavorazione:** Il ciclo di lavorazione finalità ed obiettivi; criteri e modalità di sviluppo dei cicli. Il cartellino di lavorazione, la scheda analisi delle operazioni. Il pre-setting e la scheda utensili per il set-up delle macchine utensili. Calcolo dei tempi e costi di lavorazione. Esempi di sviluppo di cicli di lavorazione.

## Testi / Bibliografia

TESTI DI CONSULTAZIONE:

- R. Levi, A. Zompi;** TECNOLOGIA MECCANICA- Lavorazioni ad asportazione di truciolo-UTET  
**F.Giusti, M.Santocchi;** TECNOLOGIA MECCANICA E STUDI DI FABBRICAZIONE-Editrice Ambrosiana - Milano.  
**F. Grimaldi;** CNC MACCHINE UTENSILI A CONTROLLO NUMERICO-Hoeppli

## Metodi didattici

Lezioni frontali, Esercitazioni, Esercitazioni in Laboratorio

## Modalità di verifica dell'apprendimento

- Prova scritta, alla fine del Corso, articolato in due parti:
  - ciclo di lavorazione
  - domande sugli argomenti del corso
- Prova orale sugli argomenti dello scritto

## Strumenti a supporto della didattica

APPUNTI DELLE LEZIONI

## 29183 - TECNOLOGIA MECCANICA M

<b>Docente:</b>	TOMESANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	3

## 49759 - TECNOLOGIE DEI PROCESSI DI PRODUZIONE LS

<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Mutuato da:</b>	57996 - STUDI DI FABBRICAZIONE L (vedi p. 991)

## 44718 - TECNOLOGIE DI RISANAMENTO DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO LS

<b>Docente:</b>	NOCENTINI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0451 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti acquisiranno la preparazione di base per affrontare i problemi di risanamento dei siti inquinati mediante l'acquisizione degli strumenti tecnici e legislativi specifici. In particolare acquisiranno le capacità di scegliere, valutare e dimensionare le principali tecnologie di trattamento dei terreni insaturi e saturi, di stabilire obiettivi di bonifica sulla base di valutazioni dei rischi sanitari, di impostare l'iter progettuale della bonifica di un sito inquinato secondo le leggi vigenti in materia.

## Programma / Contenuti

Introduzione alla problematica della contaminazione dei suoli (siti contaminati, meccanismi di propagazione della contaminazione), leggi di riferimento.

Suolo e sue componenti. Inquinanti principali (Idrocarburi, Metalli, CAH, IPA, BTEX, PCB, Diossine, Pesticidi...) loro origine e caratteristiche. Interazioni contaminanti terreno. Distribuzione degli inquinanti nelle fasi solida, liquida, gassosa e liquida non acquosa (NAPL); determinazione della presenza di NAPL e della composizione all'equilibrio (caso con uno e più componenti). Fenomeni di trasporto tra le fasi nei terreni, determinazione sperimentale dei coefficienti di trasporto di materia.

Richiami sul moto di fluidi in mezzi porosi (mono-, bi- e tri-fasico) e trasporto degli inquinanti nell'insaturo e nel saturo; soluzioni analitiche semplificate.

Caratterizzazione dei siti: metodi di indagine e di interpretazione dei dati, determinazione delle dimensioni delle aree contaminate.

Principi di funzionamento, applicabilità, limitazioni, metodi di dimensionamento e costi delle principali tecnologie per la bonifica *in situ* e *on-site* di terreni e acque di falda (Pump & Treat, Air Sparging, Biosparging e Cometabolic Air Sparging, Barriere Permeabili Reattive, Ossidazione Chimica, Natural Attenuation, Venting e Bioventing, Bioslurping, Escavazione, Soil Washing, Biopile, Landfarming, Fitoremediation, Stabilizzazione/Inertizzazione, trattamenti termici, Barriere Fisiche).

Analisi di rischio per siti contaminati (identificazione della sorgente e delle concentrazioni rappresentative, identificazione dei percorsi di esposizione, valutazione critica dei modelli di trasporto, identificazione dei bersagli e dei parametri di esposizione, calcolo del rischio e degli obiettivi di bonifica mediante l'approccio deterministico e l'analisi Monte Carlo).

## Testi / Bibliografia

- 1) Lucidi e appunti delle lezioni.
- 2) Bonifica di siti contaminati, Caratterizzazione e tecnologie di risanamento, A cura di L. Bonomo, McGraw-Hill, 2005.
- 3) Manuale UNICHRIM 196/1 Suoli e falde contaminati - analisi di rischio sito specifica - criteri e parametri, 2002.
- 4) Contaminant Hydrogeology, C. W. Fetter, second edition, Prentice Hall, NJ, 1993.

Riferimenti in rete utili per informazioni sulle tecnologie:

- > Clean-up Information (CLU-IN) web site CLU-IN homepage <http://www.clu-in.org/>
- > REACHIT : REmediation And Characterisation Innovative Technologies <http://www.epareachit.org/index3.html>

Altri riferimenti utili:

- > EPA : <http://www.epa.gov/>
- > IRIS : <http://www.epa.gov/iris/>
- > RAIS : <http://rais.ornl.gov/>
- > Agency for Toxic Substances and Disease Registry: <http://www.atsdr.cdc.gov/>
- > APAT : [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi\\_per\\_l'Ambiente/Siti\\_contaminati/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Siti_contaminati/)
- > NICOLE : <http://www.nicole.org/>

## Metodi didattici

Lezioni in aula ed esercitazioni sugli argomenti trattati.

Per alcuni argomenti potranno essere svolte esercitazioni in laboratorio informatico utilizzando software applicativi.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di verifica dell'apprendimento è orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa, PC e proiettore

## 29189 - TECNOLOGIE DI RISANAMENTO DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO M

**Corso di Laurea:** 0929 - Ingegneria chimica e di processo  
**Mutuato da:** 44718 - TECNOLOGIE DI RISANAMENTO DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO LS (vedi p. 1027)

## 41553 - TECNOLOGIE ELETTRICHE INNOVATIVE LS

**Corso di Laurea:** 0455 - Ingegneria energetica  
**Mutuato da:** 44601 - TECNOLOGIE ELETTRICHE INNOVATIVE LS (6 CFU) (vedi p. 1029)

## 44601 - TECNOLOGIE ELETTRICHE INNOVATIVE LS (6 CFU)

**Docente:** MONTANARI GIAN CARLO  
**Corso di Laurea:** 0232 - Ingegneria elettrica  
**Ciclo:** 2  
**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze approfondite sugli aspetti tecnologici più innovativi nell'ambito della produzione, trasmissione, utilizzazione e accumulo dell'energia elettrica. In particolare saranno presentati dettagliatamente i componenti a superconduttori, le celle a combustibile, i cavi più innovativi per il trasporto dell'energia, i sistemi elettrochimici per l'accumulo dell'energia elettrica e le problematiche legate ai fenomeni di accumulo della carica elettrostatica in ambito industriale.

### Programma / Contenuti

#### *I Nuove tecnologie per cavi energia*

1. Cavi estrusi per media ed alta tensione: sviluppo dei cavi estrusi nel mercato, tecniche di reticolazione, morfologia ed imperfezioni, effetto delle condizioni ambientali e delle sollecitazioni (degradazione, water trecing).
2. Nuovi tipi di cavo per alte tensioni: cavi a gas (isolante elettrico, processi di scarica, criteri di progetto), cavi a temperatura criogenica e superconduttori (isolante elettrico, processi di scarica, criteri di progetto).

#### *II Qualità dell'energia*

1. Compensazione della potenza reattiva e della qualità dell'energia: definizione del fattore di potenza in regime di distorsione di tensione e corrente, metodi di compensazione della potenza reattiva, controllo delle correnti armoniche e limiti di distorsione, risonanza serie e parallelo e filtri (criteri di progetto dei filtri).
2. Condensatori per rifasamento: materiali, fabbricazione e progetto (condensatori all film e dielettrico misto), prestazioni.

#### *III Sistemi elettrochimici per l'accumulo dell'energia*

1. Principi di funzionamento delle batterie: pila di Volta e Daniell, polarizzazione e reversibilità
2. Caratteristiche delle batterie: tensione, capacità e loro dipendenza da fattori progettuali.
3. Tipi di pile: pile a liquido, pile a secco (struttura, caratteristiche di scarica, prestazioni).
4. Accumulatori: accumulatori acidi (reazioni elettrochimiche fondamentali, gassing e accumulatori a ricombinazione di gas, caratteristiche delle celle al piombo), accumulatori alcalini (tipi, reazioni elettrochimiche fondamentali, caratteristiche delle celle al cadmio, batterie sigillate), accumulatori per automobile.

5. Supercondensatori (cenni).

#### **IV Celle a combustibile**

1. Principi di funzionamento della cella, effetto dei parametri operativi sulle prestazioni.
2. Tipi di celle (AFC, PEMFC, PAFC, MCFC e SOFC) ed applicazioni.
3. Principali metodologie di produzione dell'idrogeno (elettrolisi e reforming).

#### **V Componenti a Superconduttori**

1. Aspetti generali della superconduttività: cenni storici, proprietà macroscopiche, fenomenologia dei superconduttori, superconduttori del I tipo, temperatura critica campo critico, corrente critica, frequenza critica e mutui legami, lo stato intermedio e lo stato misto, superconduttori del II tipo, teoria di London, cenni sulle teorie di Ginzburg-Landau e BCS, superconduttori reali e fenomeni di pinning.
2. Ossidi superconduttori - una nuova classe di materiali per l'ingegneria elettrica: materiali superconduttori per le applicazioni elettriche, struttura cristallina e metodi di preparazione, BSCCO e YBCO, configurazione dei manufatti superconduttori per applicazioni energetiche.
3. Metodi per la caratterizzazione elettromagnetica dei superconduttori: misura della corrente critica, misura della magnetizzazione e ciclo di isteresi. Esercitazioni di laboratorio.
4. Applicazioni nel settore energetico: vari tipi di applicazioni (risonanza magnetica, limitatori di corrente, SMES, motori e trasformatori, cavi a superconduttori).

#### **VI Cenni sulle nuove tecnologie per sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia**

#### **VII Tecnologie relative ai processi di formazione di cariche elettrostatiche**

1. Processi microscopici di formazione delle cariche: modello a bande, meccanismi di carica macro e microscopici, trasferimento delle cariche.
2. Fenomenologia macroscopica: separazione di carica per induzione, sfregamento, tempo di carica ed energia accumulata, scarica. Funzionamento della fotocopiatrice
3. Problemi connessi ai fenomeni elettrostatici: industria elettronica, ospedali, luoghi con rischio di esplosione ed incendio, aspetti normativi, prevenzione degli eventi di scarica.
4. Misura delle grandezze tipiche dei fenomeni elettrostatici: misura della carica totale, della densità di carica superficiale, del campo elettrico, dell'energia, misure per la qualificazione dei componenti, modelli per la simulazione degli eventi di accumulo e scarica.

### **Metodi didattici**

Il corso si articola in lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio su cariche elettrostatiche, superconduttori e batterie.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

### **Strumenti a supporto della didattica**

All'inizio del corso vengono fornite dal docente alcune dispense da fotocopiare.

## 58006 - TECNOLOGIE GENERALI DEI MATERIALI I

<b>Docente:</b>	TOMESANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso prende in considerazione le principali classi di materiali (ferrosi, non ferrosi, non metallici) disponibili per la costruzione di componenti e per la realizzazione di sistemi energetici, descrivendone le proprietà fisiche e meccaniche, unitamente alle metodologie di caratterizzazione. In particolare, sono introdotti criteri di valutazione e metodologie di selezione dei materiali basate su database e software specializzati.

Sono descritte le principali tecnologie di trasformazione dei materiali per la realizzazione di componenti. Sono infine analizzati in dettaglio alcuni esempi di applicazione di materiali per la fabbricazione di alcuni componenti critici per la realizzazione di impianti di produzione di energia, quali le pale di turbina a gas ed eolica, i motori elettrici, i cavi convenzionali e superconduttori, i pannelli fotovoltaici.

**Programma / Contenuti****Materiali.**

Materiali metallici ferrosi: acciai al carbonio, inossidabili e speciali.

Materiali metallici non ferrosi: leghe di nichel, rame, titanio, alluminio. Superleghe di nichel.

Materiali non metallici: ceramiche, polimeri termoplastici e termoindurenti.

Materiali compositi.

**Processi di produzione.**

Processi di colata: in terra, in sabbia, in conchiglia, presso colata, a cera persa, colata continua. Soluzioni solide, diagrammi di stato binari, diagramma di stato Fe-C. Modalità di nucleazione e accrescimento del reticolo cristallino.

Strutture di solidificazione.

Difetti di solidificazione: segregazione,

cavità da ritiro, porosità da gas. Proprietà meccaniche dei getti, metodi di controllo di qualità dei componenti.

Processi di deformazione plastica:

lavorazioni a caldo e a freddo, forgiatura, stampaggio, laminazione, estrusione, trafilatura. Incrudimento e ricristallizzazione. Proprietà dei forgiati.

Processi di trattamento termico. Ricottura, solubilizzazione, tempra, rinvenimento, bonifica, invecchiamento. Trattamenti termochimici: cementazione, nitrurazione, bonifica di lavorazione per asportazione di truciolo. Tornitura, fresatura, foratura.

Processi di iniezione e termoformatura dei polimeri.

Processi non convenzionali

Prove di caratterizzazione e proprietà dei materiali.

Prove

di trazione, resilienza, durezza. Proprietà meccaniche: carico limite di elasticità, di snervamento, carico massimo, allungamento, tenacità, resilienza, durezza). Proprietà termiche (capacità termica, conducibilità), chimiche (resistenza all'ossidazione), ambientali (energia di produzione, emissione CO<sub>2</sub>, riciclabilità).

Caratterizzazione metallografica dei materiali, strutture, microdurezza.

### Testi / Bibliografia

Dispense del docente su supporto cartaceo.

F.Caiazzo, V.Sergi, *Tecnologie Generali dei Materiali*, UTET Libreria, Torino, 2002

S. Kalpakjian *"Manufacturing Engineering and technology"*, Addison-Wesley, 2004

F. Giusti, M. Santochi *"Tecnologia Meccanica e Studi di Fabbricazione"*, Ed. Ambrosiana, Milano, 2001

J.G. Bralla *"Handbook of product design for manufacturing"*, McGraw-Hill, 1986

M. M. Farag *"Materials Selection for Engineering Design"*, Prentice Hall, 1997

J.A. Shey *"Introduction to Manufacturing Processes"* McGraw-Hill, 1987

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Modalità di esame: prova scritta e discussione di una relazione scritta (da realizzare per gruppi).

- La

prova scritta presenta quesiti in forma sia aperta che chiusa, su tutto lo spettro degli argomenti trattati durante le lezioni.

- La tesina verte

sui materiali e le tecnologie per la realizzazione di componenti di particolare rilevanza energetica, quali ad esempio pale di turbina a gas (compressore e turbina), pale di turbina eolica, lamierini per motori elettrici, fili superconduttori, pannelli fotovoltaici.

### Strumenti a supporto della didattica

Lezioni con supporto di videoproiettore, PC, lavagna luminosa

Accessibilità

al Laboratorio Computazionale del DIEM, Via Terracini 24, Bologna, e utilizzo degli strumenti di calcolo, in particolare del software "Engineering Materials Selector"

## 45228 - TECNOLOGIE GENERALI DEI MATERIALI LS

<b>Docente:</b>	CAMPANA GIAMPAOLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Scopo del corso è l'acquisizione delle conoscenze per la corretta scelta dei materiali e la migliore sequenza delle operazioni e dei trattamenti nel ciclo di fabbricazione dei particolari meccanici.

E' consigliata la propedeuticità di Tecnologia Meccanica L.

### Programma / Contenuti

#### TEORIA

**PROVE DI DUREZZA** (Richiami dei: metodo Brinell ed applicazioni; metodo Vickers ed applicazioni; metodo Rockwell ed applicazioni; metodi per la durezza superficiale; microdurezza).

**LEGHE FERROSE**. Il ferro e le sue leghe. Diagramma di stato Fe-C (trasformazioni allotropiche, volumi specifici delle fasi, regola della leva e legge di Fick. I fenomeni di diffusione e le leggi di Fick. Velocità nelle trasformazioni dell'austenite: isteresi e principali strutture di trasformazione: perliti, bainiti, martensite. Caratteristiche delle principali strutture. Temprabilità: curve TTT e curve CCT. La tempra e problemi connessi: temprabilità e misura della temprabilità (prova Jominy, tempra efficace, curve ad U ed effetto di massa, il grano austenitico e la sua valutazione, ingrossamento del grano austenitico, mezzi tempranti. Leganti

degli acciai: generalità ed effetti dei principali leganti: Mn, Ni, Cr, Mo, W, Si, V, Co, Al, S, Pb. Lavorabilità all'utensile degli acciai. Richiami di designazione convenzionale degli acciai.

Trattamenti termici: rinvenimento, bonifica, ricotture, normalizzazione. Trattamenti termochimici: cementazione gassosa (le atmosfere in trattamento termico; endogas ed equilibri, la tempra dopo cementazione, sistemi di protezione anticementanti); carbonitrurazione; nitrurazione e acciai da nitrurazione. Trattamenti "antiusura": Tenifer, Sulf-inuz, Sulf BT, Iononitrurazione, Borurazione. Trattamenti di indurimento superficiale. Tempra superficiale: per fiammatura, ad induzione, Laser. Riporti di metalli duri: fiammizzazione; nichelatura chimica (NIPLOY); processo PVD; processo CVD.

Scelta degli acciai da costruzione. Fattori fondamentali: caratteristiche, reperibilità, prezzo. Scelta degli acciai da bonifica. Scelta degli acciai da cementazione e scelta della profondità di cementazione. Saldabilità degli acciai e criteri di scelta in funzione del processo di saldatura.

Acciai speciali e per usi specifici. Acciai rapidi. Trattamento termico degli acciai rapidi. Acciai per lavorazioni a caldo. Acciai per impieghi ad alta temperatura: creep e criteri di scelta. Acciai per cuscinetti volventi. Acciai per molle. Acciai per lavorazioni a freddo. Acciai per impieghi alle basse temperature. Acciai maraging. Acciai microlegati.

**ACCIAI INOSSIDABILI.** Generalità e diagrammi di Shaffler e Shaffler modificato. Acciai inossidabili martensitici (e semiferitici), ferritici, austenitici, duplex, indurenti per precipitazione. Trattamenti termici degli acciai inossidabili e scelta degli acciai inossidabili.

**LEGHE LEGGERE.** Metallurgia dell'Alluminio. Generalità e caratteristiche dell'Alluminio. Leghe dell'Alluminio. Leganti e loro effetti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Fe, Ni, Cr, Ti, Sn. Classificazione e designazione delle leghe leggere. Modifiche strutturali: trattamento di modifica, tempra strutturale e fenomeni di riprecipitazione (invecchiamento). Trattamenti termici delle leghe leggere: bonifica e ricotture. Richiami di fonderia, lavorazioni plastiche e lavorazioni al truciolo delle leghe di alluminio. Saldatura delle leghe di alluminio: generalità, metodologie e problematiche.

**MATERIE PLASTICHE.** Generalità. Resine termoindurenti. Resine termoindurenti ad alta pressione: resine fenoliche, melaminiche, ureiche. Tecnologie di formatura e impieghi delle resine termoindurenti: laminati plastici; stampaggio per compressione diretta; stampaggio transfer e per iniezione. Resine termoindurenti a bassa pressione: resine poliesteri, epossidiche. Tecnologie di formatura e impieghi delle resine termoindurenti: plastici rinforzati; resine per colata; incollaggi. Resine poliuretaniche. Resine termoplastiche. Tecnologie di formatura e impieghi delle resine termoindurenti: estrusione; stampaggio ad iniezione; soffiatura di corpi cavi; formatura di lastre. Poliolefine. PVC. Polistirolo e copolimeri. Poliammidi: tipi, caratteristiche, tecnologie di formatura e impieghi, trattamenti. Poliacetaliche. Resine fluorurate. Principi generali di progettazione con materiali plastici.

**RAME e sue LEGHE:** Generalità. Metallurgia del rame. Proprietà meccaniche, chimiche elettriche. Rami bassolegati. Leghe di rame a titolo elevato (Be, Co-Be, Si-Mn, Ni-Si). Leghe con lo zinco: ottoni e loro impiego. Leghe con lo stagno: bronzi e loro impiego. Cuprallumini, cupronichel, alpacche e loro impiego.

#### **ESERCITAZIONI & ATTIVITÀ DI LABORATORIO & VISITE IN AZIENDA**

- Misure di durezza su acciai e leghe leggere con durometro Rockwell e Vickers in Laboratorio.
- Esercitazione in Laboratorio metallurgico: preparazione provini e osservazione al microscopio ottico.
- Previsione delle strutture negli acciai a seguito di un ciclo di trattamento termico e termochimico.
- Cicli di produzione di particolari meccanici mediante scelta del materiale e del ciclo di trattamento termico e lavorazione.
- Visita ad un'azienda specializzata in Trattamenti Termici.

#### **Testi / Bibliografia**

- Veschi, L'acciaio ed il suo impiego, Patron, Bologna  
 Di Caprio, Gli acciai inossidabili, Hoepli, Milano  
 Veschi, L'alluminio e le leghe leggere, Hoepli, Milano  
 Materie plastiche, Appunti fotocopiati presso copisteria di fianco alla Biblioteca Dore

Rame e sue leghe, Appunti fotocopiati presso copisteria di fianco alla Biblioteca Dore

### Metodi didattici

Lezioni frontali con l'ausilio della lavagna e del proiettore.

Esercitazioni in aula e in Laboratorio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto ed orale costituito da: un esercizio sulla previsione delle strutture negli acciai a seguito di un ciclo di trattamento termico; un esercizio sulla scelta dei materiali per un dato componente meccanico note le richieste tecniche e domande orali su argomenti del corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Lezioni frontali in aula con ausilio di mezzi audiovisivi e lavagna.

Esercitazioni in Laboratorio.

## 35053 - TECNOLOGIE PER LA SICUREZZA LS

**Docente:** LASCHI ROBERTO

**Corso di Laurea:** 0234 - Ingegneria informatica - [A-Z]  
0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni  
0233 - Ingegneria elettronica

**Ciclo:** 1

**Crediti:** 6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti acquisiranno una preparazione di base che consenta loro di progettare, utilizzare e gestire meccanismi e servizi atti a fronteggiare attacchi intenzionali all'integrità, alla riservatezza, all'autenticità ed alla disponibilità dell'informazione. Più in particolare gli studenti impareranno i concetti teorici su cui si fondano gli algoritmi ed i protocolli per la sicurezza, conosceranno in dettaglio i casi più significativi, ne verificheranno le proprietà nel laboratorio virtuale e sapranno dare una interpretazione puntuale e tecnica ai concetti di sicurezza delle macchine e di sicurezza delle reti.

### Programma / Contenuti

1. Sicurezza dei sistemi informatici: tecnologie dell'informazione e tecnologie per la sicurezza.
2. Crittografia e crittanalisi. Meccanismi di base: PRNG, Hash, Protocolli d'identificazione, Smart card, RFID.
3. Crittologia classica e fondamenti di teoria dell'informazione.
4. Cifrari simmetrici e meccanismi simmetrici per l'autenticazione. Casi di studio: RC4, DES, AES, HMAC, Password, protocolli a sfida/risposta.
5. Fondamenti di teoria dei numeri. Scambio DH. Cifrari asimmetrici, cifrari ibridi e meccanismi asimmetrici di autenticazione. Firma digitale. Protocolli d'identificazione a conoscenza zero. Casi di studio: RSA, ElGamal, DSA, PKI, Fiat-Shamir.
6. Servizi sicuri e supporti per la loro programmazione. Casi di studio: Kerberos, PGP, TSS, TLS, IPsec, WEP, Java.
7. Laboratorio virtuale. Valutazione delle prestazioni di algoritmi e protocolli.

### Testi / Bibliografia

- [1] Roberto Laschi, Rebecca Montanari, Anna Riccioni: "Sicurezza dell'informazione: fondamenti, buone pratiche e laboratorio virtuale" 2008, Esculapio Bologna
- [2] Bruce Schneier: "Applied Cryptography" John Wiley 1996
- [3] A.J. Menzies, P.C. Van Oorschot, S.A. Vanstone: "Handbook of Applied Cryptography" CRC Press 1997
- [4] Paolo Ferragina, Fabrizio Luccio: "Crittografia. Principi, Algoritmi, Applicazioni" Bollati Boringhieri 2001
- [5] Bruce Schneier: "Sicurezza digitale. Miti da sfatare, strategie da adottare" Tecniche nuove 2001

- [6] Henk C.A. van Tilborg: "Fundamentals of Cryptology" Kluwer Academic Publishers 2001  
 [7] N.Ferguson, B.Schneier "Practical Cryptography" Wiley Publishing 2003  
 [8] C.Pfleeger, S.Pfleeger: "Sicurezza in informatica" Pearson Education Italia, 2004  
 [9] William Stallings: "Crittografia e sicurezza delle reti" McGraw-Hill Italia 2007

### Metodi didattici

La problematica della sicurezza informatica viene dapprima definita in generale e poi discussa in dettaglio seguendo l'ordine cronologico con cui si è evoluta la base teorica e con cui sono stati resi disponibili i più significativi algoritmi e protocolli crittografici. L'analisi finale di alcuni attuali sistemi complessi intende infine fornire una conoscenza di base sulle modalità di applicazione dei servizi sicuri.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Per essere ammessi alla prova d'esame occorre prima prenotarsi con una mail PGP. La prova d'esame è orale e riguarda l'intero programma del corso. Durante la prova gli studenti dovranno anche esporre gli aspetti più significativi di un tema da loro approfondito, documentare la realizzazione di un semplice servizio sicuro ed aver fatto alcune esercitazioni nel Laboratorio Virtuale.

### Strumenti a supporto della didattica

Nel sito del corso (<http://lia.deis.unibo.it/Courses/>) sono disponibili per il down load le slide presentate a lezione, alcuni eseguibili, diversi notebook di Mathematica e documenti da consultare. Il laboratorio virtuale S-vLab è fruibile sulla piattaforma AlmaChannel ([www.almachannel.unibo.it](http://www.almachannel.unibo.it)).

## 58008 - TECNOLOGIE SOSTENIBILI PER LUSO DI RISORSE ENERGETICHE L

<b>Docente:</b>	COZZANI VALERIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	5

### Conoscenze e abilità da conseguire

Acquisizione di elementi e di strumenti per l'analisi e per la gestione di interventi volti alla riduzione delle emissioni da processi di utilizzazione di risorse energetiche agendo, anche contemporaneamente, sia sulle materie prime (combustibili) sia sul processo sia sul trattamento delle emissioni.

### Programma / Contenuti

- 1) Materie prime per la produzione di energia attraverso processi termochimici.** Combustibili fossili tradizionali. Combustibili fossili alternativi. Combustibili derivati da rifiuti. Biomasse. La normativa per la classificazione e l'uso dei combustibili.
- 2) Processi termochimici per la produzione di energia.** Fondamenti di combustione e di teoria delle fiamme. Impianti di combustione per le diverse tipologie di combustibili. Fondamenti dei processi di pirolisi e gassificazione. Impianti di pirolisi e gassificazione per la produzione di energia.
- 3) Formazione di inquinanti in processi termochimici per la produzione di energia.** Classificazione delle emissioni in processi di combustione e gassificazione. Meccanismi di formazione degli inquinanti.
- 4) Limitazione delle emissioni attraverso strategie preventive.** Trattamenti delle materie prime alimentate a processi termochimici per la produzione di energia. Desolfurazione dei combustibili. Innalzamento del potere calorifico di frazioni di rifiuto. Processi di pre-trattamento di combustibili poveri. Meccanismi chimici di controllo della formazione degli inquinanti. Strategie di prevenzione ed abbattimento in caldaia di NOx: OFA, reburning. Strategie di abbattimento in caldaia di SOx in letti fluidi.
- 5) Limitazione delle emissioni attraverso trattamenti 'end of pipe'.** Impianti De-NOx. Impianti De-SOx. Abbattitori inerziali. Cicloni. Filtri a maniche. Elettrofiltri. Sistemi di depolverazione ad umido.

**Testi / Bibliografia**

Dispense depositate presso la biblioteca della Facoltà

**Metodi didattici**

Lezioni teoriche

Esercitazioni

Lezioni fuori sede

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova scritta e prova orale

**45244 - TECNOLOGIE SOSTENIBILI PER LE RISORSE ENERGETICHE LS**

<b>Docente:</b>	SPADONI GIGLIOLA
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Gli studenti acquisiranno una preparazione che consenta loro di progettare ed utilizzare apparecchiature per lo sfruttamento sostenibile delle risorse energetiche. In particolare, acquisiranno sia i principi di base che nozioni di progettazione avanzata nel campo del processo di assorbimento/stripping e della separazione con membrane. Inoltre saranno approfonditi i temi della produzione e stoccaggio dell'idrogeno.

**Programma / Contenuti**

Introduzione: processi di interesse che coinvolgono le separazioni di componenti in miscela. Separazione per Assorbimento/Stripping: *Progettazione*: valutazione dell'altezza di una colonna, a piatti o a riempimento. Il dimensionamento fluidodinamico di una colonna a piatti e di una colonna equipaggiata con riempimenti di tipo random. L'accoppiamento assorbimento-stripping: scelte progettuali.

Separazione con membrane: Richiami sul trasferimento di materia per diffusione, classificazione in base alla forza motrice; tipologie di membrane; panoramica sui processi (micro-, ultra- e nano-filtrazione; osmosi inversa, separazione di miscele gassose, dialisi, elettrodialisi, pervaporazione, distillazione ed estrazione a membrana); tipi di moduli e modalità operative; esempi di applicazioni (industria energetica, chimica ..., trattamento degli effluenti, ecc.). Schemi tipici: separatori, piatti di colonne, colonne riempite, modulo/i a membrane. **IDROGENO** Introduzione: Inquinanti generati in processi di combustione. Il problema della CO<sub>2</sub>. Benefici derivanti dall'uso dell'idrogeno. Idrogeno in motori a combustione interna e in celle a combustibile. Produzione dell'idrogeno: da fonti non rinnovabili tramite reforming di gas naturale, da fonti rinnovabili tramite gassificazione di biomasse e elettrolisi dell'acqua. Sistemi sperimentali per la produzione di idrogeno: tecnologie fotobiologiche, idrolisi termochimica, ecc. Sistemi di accumulo di idrogeno: come gas compresso, come liquido, trasformandolo in composti chimici, tramite idruri .., ecc

**Testi / Bibliografia**

W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriott, *Unit Operations of Chemical Engineering*, 5<sup>a</sup> ed., McGraw-Hill, 1993. J.D. Seader, E.J. Henley, *Separation Process Principles*, John Wiley & Sons, 1998. R.H. Perry *Chemical Engineers' Handbook*, 7<sup>a</sup> ed., McGraw-Hill, 1998. R. Rautenbach, R. Albrecht, *Membrane processes*, John Wiley & Sons, 1989.

**Metodi didattici**

\*Lezioni teoriche in aula. Esercitazioni su casi concreti in aula per la verifica dell'apprendimento.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

- La prova di accertamento consiste in un **elaborato scritto** che ha peso 2/3 sul voto finale (votazione minima per l'ammissione all'orale: 18/30) seguito da un breve colloquio orale sugli aspetti teorici dell'insegnamento.
- E' possibile superare la parte scritta dell'esame sostenendo due prove parziali.

**Strumenti a supporto della didattica**

- Copia dei file utilizzati dal docente. Testi degli esercizi svolti durante le esercitazioni.

**45215 - TECNOLOGIE SPECIALI LS**

<b>Docente:</b>	TOMESANI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce competenze sulle tecnologie non convenzionali di lavorazione dei materiali e sulle problematiche di stesura di cicli tecnologici complessi, in relazione alla adeguatezza e compatibilità delle tecnologie individuate all'ottenimento di requisiti specifici sul prodotto finito.

**Programma / Contenuti**

1. TECNOLOGIE DI ASPORTAZIONE NON CONVENZIONALI Lavorazioni di elettroerosione (EDM) a filo e a tuffo. Macchine e componenti. Parametri di processo. Caratterizzazioni dei prodotti finiti. Elettrodi, materiali e tecnologie di costruzione. esempi. Lavorazioni chimiche ed elettrochimiche (ECM). Lavorazioni ad ultrasuoni (USM). 2. TECNOLOGIE DI TAGLIO Tagli meccanici: tranciatura e punzonatura, sbaratura, tranciatura di precisione. Tagli termici: Ossitaglio, taglio al plasma, taglio laser. Tagli non convenzionali: taglio water jet 3. TECNOLOGIE DI SALDATURA Saldatura con fasci ad alta potenza: saldatura laser, saldatura a fascio elettronico. Saldature per attrito: friction welding, friction stir welding, saldatura ad ultrasuoni, saldatura allo stato solido nell'estrusione, diffusion bonding. Saldatura delle plastiche 4. TECNOLOGIE DI SINTERIZZAZIONE Produzione di polveri. Compattamento. Sinterizzazione. Calibratura e post-trattamento. Caratteristiche dei prodotti sinterizzati. Hot isostatic pressing. Powder forming. 5. TECNOLOGIE DI PROTOTIPAZIONE Selective laser sintering (SLS) di polimeri, metalli e sabbie. Stereolitografia (SLA). Fused deposition modeling (FDM). Laminated object manufacturing (LOM). 6. TECNOLOGIE DI RICOPRIMENTO E TRATTAMENTO SUPERFICIALE Physical vapour deposition (PVD), Chemical vapour deposition (CVD). 7. MACCHINE PER FORMATURA Magli e Presse a vite: descrizione dei tipi, modalità di funzionamento, efficienza del colpo. Presse meccaniche: a manovella, ad eccentrico e a ginocchiera. Descrizioni di funzionamento, forze nominali, condizioni di lavoro, sovraccarichi. Caratteristiche di rigidità. Presse oleodinamiche. Tipologie principali. Caratteristiche dipendenti dal tempo: produttività, tempo di contatto, velocità di lavoro

**Testi / Bibliografia**

S. Kalpakjian "Manufacturing Engineering and technology", Addison-Wesley F. Giusti, M. Santochi "Tecnologia Meccanica e Studi di Fabbricazione", Casa ed. Ambrosiana, Milano, 2001 J.G. Bralla "Handbook of product design for manufacturing", McGraw-Hill, 1986 M. M. Farag "Materials Selection for Engineering Design, Prentice Hall, 1997 J.A. Shey "Introduction to Manufacturing Processes" McGraw-Hill, 1987

**Metodi didattici**

Lezioni in aula con lucidi e PC. Esercitazioni con discussione di casi industriali. Intervento di professionisti e consulenti del settore tecnologia di aziende industriali. Visite in azienda.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

L'esame si svolge in forma scritta, attraverso una serie di quesiti in forma chiusa, esercizi (dato un componente di definite dimensioni, materiale, caratteristiche di finitura e quantità richiesta, definire una sequenza tecnologica adatta per la sua realizzazione) e domande aperte (illustrare il principio di funzionamento di...).

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense del corso "Tecnologie Speciali", disponibili nella copisteria della Facoltà

**23893 - TECNOLOGIE WEB L-A**

<b>Corso di Laurea:</b>	0233 - Ingegneria elettronica 0051 - Ingegneria informatica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**42147 - TELECOMUNICAZIONI L B (6 CFU)**

<b>Docente:</b>	VERDONE ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	italian

**Conoscenze e abilità da conseguire**

I moduli di Telecomunicazioni L-A e L-B si prefiggono l'obiettivo di fornire gli elementi di base necessari all'Ingegnere dell'Area Gestionale, che opera presso una azienda che produce beni o servizi, per comprendere le problematiche connesse alla gestione di una rete di comunicazione e per effettuare scelte organizzative relative ai flussi informativi aziendali.

**Programma / Contenuti**

I. INTRODUZIONE Modello OSI e TCP/IP Internet II. LIVELLO APPLICATIVO Cenni di teoria dell'informazione. Autoinformazione, entropia Codificazione di sorgente a compattamento. Teoremi del compattamento. Codice di Huffman. Codice di Lempel-Ziv. Esempi. Codificazione di sorgente a compressione. Tipologie. Compressione. Esempi. ADPCM, MPEG. Multiplazione FDM. III. MEZZO TRASMISSIVO Il mezzo radio: schema a blocchi, spettro radio, propagazione delle onde em Antenne; caratteristiche principali, dipolo e Uda-Yagi Antenne a parabola. Esempi, calcoli di guadagno. Il mezzo radio. Formula di Friis. Bilancio di collegamento. Sistemi via satellite. LEO, MEO, GEO, HEO. Calcoli di attenuazione di tratta. I mezzi elettrici: il doppino, il cavo coassiale. Il mezzo ottico. La fibra ottica. IV. LIVELLO FISICO Cenni di teoria dei processi aleatori. Rumore termico. Banda occupata dai segnali audio, video e PAM. Gestione della bidirezionalità, modifica spettrale con segnale PAM Prestazioni di sistemi L-ASK e MQASK. V. LIVELLO DI COLLEGAMENTO Livello di collegamento: tecniche FEC e ARQ Protocollo Stop & wait: efficienza del protocollo Accesso Multiplo: tecniche FDMA, TDMA, CDMA Accesso multiplo: ALOHA e S-ALOHA Accesso multiplo: CSMA/CA: Ethernet Multiplazione TDM: sistemi PCM e gerarchia PDH VI. LIVELLO DI RETE E TRASPORTO Livello di rete. Topologie di rete. Reti LAN, MAN, etc. Tecniche di instradamento in reti IP. Reti IP e internetworking. VII. TECNOLOGIE WIRELESS Reti WLAN e PAN: IEEE802.11 Reti WLAN e PAN: Bluetooth Reti WWAN: GSM Reti WWAN: GPRS e UMTS RFID e reti di sensori

**Testi / Bibliografia**

AA.VV., Fondamenti di Telecomunicazioni per l'Ingegneria Gestionale – codifica di sorgente, mezzi di trasmissione, collegamenti – appunti tratti dalle lezioni del Prof. Roberto Verdone, Ed. Pitagora

**Metodi didattici**

Lezioni in aula

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto e orale

**35078 - TELECOMUNICAZIONI L-A**

<b>Docente:</b>	VERDONE ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0453 - Ingegneria gestionale 0050 - Ingegneria dei processi gestionali
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

I moduli di Telecomunicazioni L-A e L-B si prefiggono l'obiettivo di fornire gli elementi di base necessari all'Ingegnere dell'Area Gestionale, che opera presso una azienda che produce beni o servizi, per comprendere le problematiche connesse alla gestione di una rete di comunicazione e per effettuare scelte organizzative relative ai flussi informativi aziendali.

**Programma / Contenuti**

Introduzione – Le Telecomunicazioni, i sistemi, le reti. Architetture protocollari Segnali – Segnali analogici: audio, video. Segnali numerici: PAM, PPM, PWM. Teoria dei segnali determinati e dei sistemi – Energia e potenza. Segnali di energia, periodici. Trasformata di Fourier. Sviluppo in serie di Fourier. Teorema del campionamento nel dominio delle frequenze e del tempo. Segnali aperiodici. Funzione di autocorrelazione. Densità spettrale di potenza. Sistemi LTI. Funzione di trasferimento. Filtri. Conversione A/D e D/A. Multiplexing FDM. Trasmissione numerica – Segnali passabasso. Schema a blocchi di un sistema di trasmissione numerica passabasso. Criterio di Nyquist, equalizzazione, banda di Nyquist. Segnali passabanda analogici. Esempi di utilizzo. Segnale L-ASK: espressione del segnale, spettro. Segnale M-QASK: espressione del segnale, spettro.

**Testi / Bibliografia**

M. Chiani, R. Verdone, Fondamenti di Telecomunicazioni per l'Ingegneria Gestionale – messaggi, segnali, sistemi, Ed. Pitagora

**Metodi didattici**

Lezioni in aula

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto e orale

**44727 - TELERILEVAMENTO LS**

<b>Docente:</b>	BITELLI GABRIELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire le conoscenze di base e gli strumenti operativi per l'uso di immagini satellitari, di diversa natura ed origine, per una conoscenza quantitativa e qualitativa del territorio e della sua evoluzione nel tempo.

Vengono inoltre discussi alcuni aspetti generali legati all'uso e alla georeferenziazione delle immagini raster ed alla generazione di ortofoto digitali da immagini fotogrammetriche aeree.

Al termine del corso, lo studente dovrà essere in grado di utilizzare strumenti software e adottare metodiche di lavoro in grado di soddisfare diverse necessità applicative.

## Programma / Contenuti

Le immagini digitali: caratteristiche e tecniche di acquisizione, sensori elettronici CCD e camere aeree digitali, risoluzione radiometrica e geometrica, formati dei dati.

Richiami sulle funzionalità delle stazioni fotogrammetriche digitali, dalle elaborazioni di base del processo fotogrammetrico alla generazione automatica di superfici con algoritmi di matching. Caratteristiche fondamentali delle ortofoto, esempi di capitolati per la loro esecuzione.

Introduzione al Telerilevamento: cenni storici, concetti di base sulla composizione di un sistema di telerilevamento.

Radiazione e spettro elettromagnetico, le grandezze misurate, leggi fisiche fondamentali della radiazione elettromagnetica, interazione della radiazione e.m. con l'atmosfera e con le superfici naturali. La multispettralità e la firma spettrale: esempi.

Principali piattaforme e missioni del telerilevamento ottico: Landsat, SPOT, IRS, ASTER, Ikonos, QuickBird. Cenni sui sensori iperspettrali. Caratteristiche dei dati, distribuzione e costi.

Struttura, visualizzazione ed elaborazione delle immagini digitali. Sistemi colore. Analisi ed esplorazione di immagini con istogramma e parametri statistici monobanda e multibanda. Enfattizzazione delle immagini, miglioramento del contrasto, filtri mediante finestre mobili.

Pre-processamento delle immagini: rimozione del rumore, correzione geometrica, correzione per gli effetti atmosferici. Calibrazione dei sensori.

L'algebra delle bande: l'esempio degli indici di vegetazione. Correlazione tra bande. Analisi per componenti principali.

Il problema della classificazione. Classificazione supervisionata e non supervisionata. L'approccio object-based. La generazione di una carta tematica.

Cenni sui sensori attivi a microonde: il radar, le immagini SAR, l'interferometria differenziale.

Cenni sui sistemi Lidar, sulla elaborazione dei dati e sulle applicazioni.

Utilizzo delle immagini telerilevate nei Sistemi Informativi Geografici (GIS): esempi ed applicazioni pratiche.

## Testi / Bibliografia

- materiale fornito dal docente
- Brivio P.A., Lechi G., Zilioli E.: Principi e metodi di telerilevamento. CittàStudi Edizioni, 2006
- Dermanis A., Biagi L.: Telerilevamento. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2002
- Lillesand T.M., Kiefer R.W., Chipman J.W.: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, 2004
- Mather P.M.: Computer processing of remotely-sensed images. John Wiley & Sons, 2004

## Metodi didattici

Accanto alle lezioni teoriche, verranno effettuate esercitazioni di laboratorio con alcuni tra i più diffusi software per la elaborazione di immagini telerilevate, fino al loro uso in ambiente GIS.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Uso di programmi software specialistici, consultazione siti Web, videoproiezione

**35054 - TELETRAFFICO LS**

<b>Docente:</b>	CORAZZA GIORGIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire gli elementi base dell'ingegneria del traffico e gli strumenti per l'analisi e la progettazione di reti di telecomunicazioni a commutazione di circuito e di pacchetto.

**Programma / Contenuti****Introduzione ai problemi di teletraffico**

Definizione di traffico

Teorema di Little

Sistemi a coda e notazione di Kendall

Processi di arrivo e di servizio

**Catene di Markov tempo discrete e tempo continue**

Tempo omogeneità e diagramma degli stati

Ergodicità e calcolo delle probabilità di stato

Processi di nascita e morte

Processi di sola nascita: la formula di Poisson

**Modelli di base per la teoria del traffico**

Processo di Poisson e distribuzione esponenziale

Proprietà di assenza di memoria

Code analizzabili come processi di nascita e morte

**Modelli per reti a commutazione di circuito**

Sistemi a chiamate bloccate cancellate

Formula B di Erlang e sue proprietà.

**Modelli per reti a commutazione di pacchetto**

Sistemi con coda infinita: M/M/m. Formula C di Erlang e sue proprietà.

Distribuzione dei tempi di attesa in coda.

Sistemi a sigolo servitore M/M/1. Teorema di Burke

Sistemi di code M/G/1. Formule di Pollaczek-Khintchine, metodi trasformazionali per il calcolo delle probabilità di stato e delle distribuzioni dei tempi di attesa.

Esempi di applicazione: i sistemi M/M/1, M/D/1, M/Ek/1

Sistemi di code a singolo servitore con priorità.

**Testi / Bibliografia**

F. Callegati, G. Corazza, "Introduzione alla teoria del traffico per le reti di telecomunicazioni", Esculapio editore, 3a ed., 2002.

L. Kleinrock, 'Queuing Systems Vol. 1: Theory', Wiley-Interscience; 1 edition (1975).

D. Gross, C.M. Harris, 'Fundamentals of Queueing Theory', Wiley-Interscience; 3rd edition (1998)

**Metodi didattici**

L'attività didattica si svolge tramite lezioni frontali che presentano sia gli aspetti teorici sia numerosi esempi di applicazione degli stessi a casi reali.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Una prova finale di verifica a fine corso. Sono fissati almeno due appelli per ogni sessione di esame.

L'esame si svolge in forma scritta e richiede allo studente di risolvere un problema pratico, che funga da caso di studio, a cui applicare i modelli teorici presentati nel corso.

**Strumenti a supporto della didattica**

Dispense del docente. Strumenti disponibili on-line per l'analisi di sistemi a coda.

**49761 - TEORIA DEI SISTEMI LS**

<b>Docente:</b>	GUIDORZI ROBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0531 - Ingegneria dell'automazione
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso descrive le caratteristiche dei modelli dei sistemi dinamici e ne discute le relative proprietà, fornendo una base per i corsi successivi sui controlli avanzati e sull'automazione.

**Programma / Contenuti**

Introduzione ai sistemi.

Concetti fondamentali. Modelli esterni e modelli ingresso/stato/uscita. Modelli differenziali ed alle differenze ingresso/stato/uscita. Stati equivalenti e sistemi equivalenti. Moti, traiettorie e stati di equilibrio. Sistemi lineari. Raggiungibilità, controllabilità, osservabilità, ricostruibilità e relativi insiemi caratteristici. Le problematiche della teoria dei sistemi e del controllo.

La stabilità nei sistemi dinamici

Stabilità dei moti e delle risposte rispetto a perturbazioni dello stato iniziale e dell'ingresso. Stabilità in piccolo e in grande. I criteri di stabilità di Liapunov. Linearizzazione dei sistemi non lineari. Il criterio ridotto di Liapunov. I criteri di instabilità.

I sistemi lineari non stazionari

Evoluzione dello stato. Matrice di transizione e sue proprietà. Risposta impulsiva. Raggiungibilità e controllabilità: calcolo dei sottospazi caratteristici e soluzione del problema del controllo tra due stati. Osservabilità e ricostruibilità: calcolo dei sottospazi caratteristici e soluzione del problema dell'osservazione dello stato iniziale. Condizioni necessarie e sufficienti per la stabilità semplice, asintotica, i.l.s.l. ed i.l.u.l.

I sistemi lineari stazionari

Calcolo dell'esponenziale di matrice e della potenza di matrice. Determinazione del moto. Modi e loro stabilità. Passaggio dai modelli continui a quelli discreti. Determinazione dei sottospazi di raggiungibilità, controllabilità, osservabilità e ricostruibilità. Cambiamenti di base nello spazio degli stati e scomposizione canonica di Kalman. Uso della forma di Jordan. Condizioni per la stabilità semplice, asintotica, i.l.s.l. e i.l.u.l. Retroazione e assegnabilità degli autovalori. Osservatori asintotici dello stato e proprietà di separazione. Rappresentazioni di ingresso/uscita. Funzione di trasferimento. Realizzazione di una risposta impulsiva e di sequenze di ingresso/uscita.

**Testi / Bibliografia**

G. Marro, Teoria dei Sistemi e del Controllo, Zanichelli Editore, Bologna, 1989.

E. Fornasini e G. Marchesini, Appunti di Teoria dei Sistemi, Edizioni Libreria Progetto, Padova, 1988.

S. Rinaldi, Teoria dei Sistemi, Hoepli, Milano, 1973.

**Metodi didattici**

Lezioni in aula ed utilizzazione di strumenti di e-learning.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Gli esami prevedono una prova scritta obbligatoria basata sulla risposta a domande di tipo non mnemonico volte ad accertare il grado di approfondimento della materia da parte del candidato e sullo svolgimento di esercizi. E' prevista anche una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Sito web del corso contenente materiali didattici, domande e risposte e test di autovalutazione. Il sito è accessibile all'indirizzo  
<http://sting.deis.unibo.it/tds/>

**44899 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE LS**

<b>Docente:</b>	CAINI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Individuazione delle prestazioni limite nella trasmissione e memorizzazione dell'informazione. Tecniche di codifica dell'informazione per avvicinarsi ai limiti teorici.

**Programma / Contenuti**

L'uso efficiente delle risorse di comunicazione impone il ricorso a tecniche di codifica dell'informazione che rimuovano ogni ridondanza sia di tipo statistico che di tipo percettivo (Source Coding), a tecniche di codifica che proteggano l'informazione da errori di trasmissione (Channel Coding) e da intrusioni indesiderate (Secrecy Coding), ad opportuni protocolli di rete (Network Information Theory). Le prestazioni complessive del sistema possono spingersi fino a limiti evidenziati dalla teoria: l'individuazione di questi limiti e le metodologie per meglio avvicinarsi ad essi costituiscono l'oggetto del corso che comprenderà anche, con carattere monografico, alcune importanti applicazioni come la compressione dell'informazione del segnale vocale (vocoder), del segnale audio (standard mp3, AAC, AAC-HE), delle immagini (standard JPEG), e del video (standard MPEG).

**Testi / Bibliografia**

Thomas M. Cover, Joy A. Thomas, Elements of Information Theory, Second Edition, July 2006 Wiley, New York.  
 John G. Proakis, Masoud Salehi, "Digital Communications", 5-th edition McGraw-Hill, 2007.  
 Dispense delle lezioni, delle esercitazioni in aula e laboratorio, dei cicli monografici in forma di slides, distribuite in forma cartacea o in rete.

**Metodi didattici**

Alle lezioni di tipo tradizionale si accompagnano esercitazioni in aula e in laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Prova orale. Nessuna prova intermedia.

**Strumenti a supporto della didattica**

Copie dei lucidi usati per le lezioni ed esercitazioni in aula. Programmi MatLab per l'implementazione e verifica di tecniche di codifica.

## 44882 - TEORIA DELLE STRUTTURE LS

<b>Docente:</b>	VIOLA ERASMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si propone di fornire nozioni e strumenti avanzati di Meccanica delle Strutture. Lo scopo è di sviluppare le conoscenze della Scienza delle Costruzioni per approdare alla trattazione di problemi strutturali generali e alla teoria dei solidi bidimensionali piani e curvi.

**Programma / Contenuti**

- Deduzione generale delle equazioni differenziali del moto: principio dei lavori virtuali, metodo delle equazioni di Lagrange.
- Il problema statico e dinamico dell'arco piano.
- Problemi piani di tensione e di deformazione.
- Equazioni in coordinate polari.
- Funzione delle tensioni e soluzioni in forma polinomiale.
- Stati piani simmetrici e radiali.
- Lastra forata e tubo a parete spesse.
- Lastra piana sollecitata nel piano e fuori dal piano.
- Modellazione del comportamento statico e dinamico di funi.
- Formulazione forte, debole e variazionale.
- Teoria dei gusci a semplice e a doppia curvatura, di traslazione e di rivoluzione.
- Stabilità dell'equilibrio elastico.

**Testi / Bibliografia**

- Lucidi e appunti di lezione.
- E. Viola, "Fondamenti di analisi matriciale delle strutture", Pitagora Editrice, Bologna.
- O. Belluzzi, "Scienza delle Costruzioni" - Vol. 3, Zanichelli, Bologna.

**Metodi didattici**

Il programma del corso viene interamente svolto durante le ore di lezione. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni in aula.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale.

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli strumenti di supporto alla didattica in aula sono: la lavagna luminosa e il videoproiettore.

## 49496 - TEORIA E TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE L (3CFU)

<b>Docente:</b>	PRAITONI GIANNINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire gli strumenti analitici e sperimentali per l'analisi della circolazione veicolare sulle varie infrastrutture, nonché le procedure operative per la definizione di massima delle caratteristiche geometriche, funzionali, di controllo delle infrastrutture stesse

**Programma / Contenuti****Introduzione**

Concetti generali delle condizioni di marcia e della circolazione veicolare sulle infrastrutture stradali e ferroviarie, con particolare riferimento a quella stradale. Finalità e contenuti del corso

La circolazione stradale: definizioni di base sulle diverse condizioni di deflusso secondo l'Highway Capacity Manual 2000 (HCM): concetti di flusso ininterrotto, flusso interrotto, capacità e Livello di Servizio (LOS)

**Analisi del deflusso ininterrotto**

Approccio macroscopico descrittivo: definizione e misura della variabili caratteristiche del deflusso ininterrotto ( $q, k, v$ ); relazione fondamentale tra le variabili e relative curve caratteristiche. Cenni sui principali modelli di deflusso (Greenshields, Drake)

Il livello di servizio (LOS) per infrastrutture a flusso ininterrotto: metodologia HCM per la determinazione del LOS, il concetto di traffico giornaliero medio, traffico di punta e fattore dell'ora di punta (PHF); esempio pratico di stima del LOS di un tronco autostradale e di una strada a semplice carreggiata. Cenni sull'approccio stocastico microscopico del deflusso

**Analisi del deflusso alle intersezioni**

Il concetto di deflusso in condizioni interrotte ed il significato di LOS per le intersezioni.

Intersezioni non semaforizzate: classificazione tipologica e definizione delle grandezze caratteristiche; il concetto di rango di una manovra e di volume critico; definizione del tempo di scalamento in coda e dell'intervallo critico; la capacità potenziale e la capacità effettiva secondo il metodo HCM; stima della lunghezza delle code; calcolo del tempo di ritardo e del LOS

Intersezioni semaforizzate: definizione delle grandezze di base, ciclo, fase, gruppo di corsie, manovre; il concetto di flusso di saturazione e modellizzazioni proposte; meccanismo deterministico di formazione e smaltimento delle code; il concetto di ritardo ad un'intersezione semaforizzata; calcolo del ritardo per un'intersezione isolata: ritardo deterministico e ritardo stocastico in condizione di sottosaturazione e sovraturazione: formule di Webster, di Doherty e dell'HCM. Calcolo del LOS di un'intersezione semaforizzata isolata attraverso il metodo HCM. Metodi di regolazione di un'intersezione semaforizzata isolata. Cenni all'analisi del ritardo per un'intersezione non isolata, sul coordinamento e sull'attuazione.

Intersezioni a rotatoria: definizioni di base e caratteristiche geometriche; definizione dei flussi entranti, circolanti e di conflitto; analisi della capacità in ingresso di intersezioni a rotatoria: metodo di Kimber, del SETRA-CETUR, di Brilon. Definizione e stima dell'intervallo critico e del tempo di scalamento in coda per correnti di accesso; metodo di calcolo della capacità secondo l'HCM. Cenni sui modelli per la valutazione della sicurezza alle rotatorie.

**Cenni di organizzazione della circolazione ferroviaria**

Richiami sulle caratteristiche fisiche dell'infrastruttura e sulle condizioni di marcia dei convogli: linee a semplice e doppio binario, stazioni e posti di servizio; la velocità e la frenatura in relazione alla linea. (rango di velocità, grado di prestazione, grado di frenatura.

L'organizzazione della circolazione ferroviaria: cenni sul processo di programmazione e formulazione dell'orario. I metodi di gestione e controllo in relazione ai regimi di circolazione ed ai sistemi di dirigenza: sistemi di blocco e segnalamento con blocco semiautomatico, blocco conta-assi, blocco elettrico automatico; sistemi di esercizio con DC e DCO. Sistemi avanzati di comando-controllo (SCC); Sistema di Controllo Marcia Treni (SCMT); Sistema Europeo di Comando-Controllo (ERTMS)

### Testi / Bibliografia

Alcuni testi possono servire come ausilio per gli argomenti trattati:

- Cantarella G.E. "Introduzione alla tecnica dei trasporti e del traffico con elementi di economia dei trasporti", UTET (capitolo 1, paragrafo 1.5);
- Vitetta A. "Il deflusso nei sistemi di trasporto. Esercizi ed applicazioni", Franco Angeli (capitoli 1, 2 e 4);
- AA.VV. "Rilievi e modellizzazione del traffico veicolare" a cura di V. Torrieri - Franco Angeli
- L. Mayer - Impianti ferroviari - CIFI (a cura di P.L. Guida; E. Milizia)

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame è orale, con discussione delle applicazioni svolte a lezione e risoluzione di eventuali esercizi.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi utilizzati dal docente durante le lezioni;

- Dispense sulle parti relative alle intersezioni non semaforizzate e sulla valutazione del LOS di tratti autostradali secondo la metodologia HCM;
- Altro materiale fornito a lezione (grafici, tabelle...);
- Manuale di capacità delle strade (HCM, edizioni 1997 e 2000);

## 44874 - TEORIA E TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE LS

<b>Docente:</b>	MANTECCHINI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0452 - Ingegneria civile
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Approfondire principi e metodologie per l'analisi, la simulazione ed il controllo del deflusso nei sistemi di trasporto stradali. Fornire gli strumenti per l'analisi e l'ottimizzazione delle prestazioni delle reti stradali, con particolare riguardo alla progettazione funzionale della rete e delle intersezioni. Fornire alcune informazioni sull'organizzazione e gestione della circolazione in altri sistemi di trasporto, in particolare quello aereo, con approfondimenti sulle caratteristiche e sulle problematiche funzionali e di traffico degli aeroporti.

### Programma / Contenuti

- Introduzione all'ingegneria del traffico, ambiti di interesse.
- Caratteristiche dei flussi di traffico.
- Richiami di teoria delle probabilità e relative applicazioni alle analisi dei dati di traffico.
- Teoria del deflusso ininterrotto: misura delle grandezze del deflusso; modelli continui macroscopici di deflusso; onde di shock nelle correnti veicolari; modelli continui microscopici; cenni alla famiglia di modelli di tipo "car following".
- Cenni di teoria delle code.
- Teoria del deflusso alle intersezioni semaforizzate e non semaforizzate.
- Tecnologie per il controllo e il monitoraggio del traffico e per l'informazione all'utenza.
- Modelli di simulazione del traffico stradale.

- Cenni sulle caratteristiche dei sistemi di controllo e gestione del traffico aereo; caratteristiche funzionali degli aeroporti; capacità fisica e ambientale degli aeroporti.

### Testi / Bibliografia

- Lucidi di lezione e altro materiale fornito dal docente;
- Cantarella G.E. " *Introduzione alla tecnica dei trasporti e del traffico con elementi di economia dei trasporti* ", UTET (capitolo 1);
- R. Horonjeff, F. X. McKelvey; *Planning and Design of Airports*. Mc Graw Hill 1994.
- Vitetta A. " *Il deflusso nei sistemi di trasporto. Esercizi ed applicazioni* ", Franco Angeli;
- Roess R., Prassas E., McShane W. " *Traffic Engineering* ", third edition. Prentice Hall;

### Metodi didattici

Lezioni frontali, esercitazioni e seminari specialistici.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Colloquio orale. Ai candidati verrà richiesto di dimostrare la piena comprensione dei concetti e l'acquisizione delle metodologie di analisi dei dati di traffico e delle problematiche di tecnica del traffico illustrati durante il corso. Costituisce elemento necessario per il superamento dell'esame la perfetta padronanza dei fondamenti della materia, la cui conoscenza deriva dal corso di "Teoria e Tecnica della Circolazione" frequentato e superato durante il triennio.

## 58011 - TERMODINAMICA APPLICATA L

<b>Docente:</b>	ZANCHINI ENZO
<b>Corso di Laurea:</b>	0057 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire conoscenze chiare e rigorose sui fondamenti della termodinamica, sui bilanci di energia e di entropia per un volume di controllo, sulle proprietà termodinamiche di sistemi fluidi monocomponenti e multicomponenti in stati monofasici o bifasici, sui principali cicli termodinamici. Tali conoscenze costituiscono una base concettuale e metodologica per lo studio dei sistemi di conversione e trasferimento dell'energia, nonché dei sistemi di controllo termico e igrometrico.

### Programma / Contenuti

#### Fondamenti della termodinamica

Definizioni basilari. Primo principio e definizione della proprietà energia. Bilancio di energia per un sistema chiuso. Sistema semplice, energia interna ed entalpia. Secondo principio. Definizione della proprietà temperatura termodinamica. Definizione della proprietà entropia. Principio di non diminuzione dell'entropia. Flusso e produzione di entropia. Equazione di Gibbs. Regola delle fasi. Motrici termiche e macchine frigorifere fra due serbatoi.

#### Bilanci di energia e di entropia per un volume di controllo

Sistema quasi-semplificato in moto. Ipotesi dell'equilibrio termodinamico locale. Bilanci di energia e di entropia per un volume di controllo. Bilancio combinato e flow availability. Esempi applicativi.

#### Sistemi semplici monocomponenti

Energia libera di Helmholtz ed energia libera di Gibbs. Relazioni termodinamiche. Calori specifici (o capacità termiche specifiche). Equazione di stato e diagrammi  $[p,T]$ ,  $[p,v]$ . Gas ideali: equazione di stato e deduzione della legge di Joule; variazioni di energia interna, entalpia ed entropia; valori dei calori specifici. Cenni alle proprietà dei liquidi. Proprietà dei vapori saturi. Equazione di Clapeyron. Proprietà dei vapori surriscaldati e dei gas reali. Diagrammi termodinamici  $[T,s]$ ,  $[h,s]$  e  $[p,h]$ .

**Sistemi semplici multicomponenti**

Proprietà delle miscele di gas ideali. Entropia di mescolamento. Miscele di aria e vapore d'acqua: titolo e grado igrometrico, diagramma  $[j,x]$ , mescolamento di correnti di aria umida, diagramma psicrometrico.

**Cicli termodinamici**

Ciclo Rankine. Ciclo frigorifero a compressione.

**Testi / Bibliografia**

- 1) E. ZANCHINI: "Dispensa per l'insegnamento Termodinamica Applicata L, CdL Ingegneria Energetica". La dispensa è disponibile presso la Biblioteca della Facoltà di Ingegneria.
- 2) S. LAZZARI, B. PULVIRENTI, E. ROSSI DI SCHIO: "Esercizi risolti di Termodinamica, Moto dei Fluidi e Termocinetica" (Esculapio, Bologna, 2006)

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento consiste in un esame orale, che comprende una domanda di teoria e lo svolgimento di un esercizio.

**58012 - TERMODINAMICA PER INGEGNERIA CHIMICA L**

<b>Docente:</b>	BANDINI SERENA
<b>Corso di Laurea:</b>	0044 - Ingegneria chimica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Obiettivo del corso è quello di fornire gli elementi di base per la caratterizzazione di sistemi in equilibrio fisico e/o chimico e per il calcolo delle proprietà relative.

**Programma / Contenuti**

L'insegnamento costituisce un'introduzione allo studio della termodinamica dell'ingegneria chimica, per quanto concerne sistemi multifase e multicomponenti.

**Argomenti****1. Termodinamica delle miscele.**

Grandezze molari parziali, equazione di Gibbs-Duhem e sue applicazioni. Equazioni di Maxwell generalizzate. Potenziali chimici, fugacità, attività e coefficienti di attività di composti in miscela: definizioni, relazioni e proprietà. Riferimento di Raoult.

Miscele ideali e miscele non ideali. Grandezze di mescolamento. Entalpie di mescolamento e calori integrali di soluzione: reperibilità dei dati e loro utilizzo nella soluzione dei bilanci di energia. Calori specifici di soluzioni. Entalpia di formazione di composti in soluzione: dati e significato fisico. Diagrammi entalpia-composizione.

Grandezze di eccedenza; modelli per il calcolo di GE: cenni e breve discussione sui modelli più semplici e di maggior uso (Margules, Van Laar, Wilson e NRTL); significato e metodi di calcolo dei corrispondenti parametri aggiustabili. Polinomio di Redlich-Kister.

**2. Stabilità.**

Stabilità di stati di equilibrio: richiami ed applicazione al caso di miscele. Condizioni di equilibrio fra fasi in assenza di reazione chimica. Regola delle fasi.

**3. Equilibrio liquido-vapore.**

Relazione generale di Raoult, relazione semplificata e legge di Raoult per sistemi ideali; fattore di Poynting. Diagrammi di equilibrio L-V per sistemi binari a pressione e a temperatura costante:  $(T,x)$ ,  $(p,x)$  e  $(y,x)$  per sistemi ideali e con deviazioni positive e negative dall'idealità; applicazione della regola della leva. Volatilità relativa. Azeotropi.

Calcolo delle condizioni di bolla e di rugiada per sistemi ideali e con deviazioni dall'idealità; discussione degli algoritmi risolutivi. Calcolo delle condizioni di equilibrio L-V per diverse specifiche. Esempi relativi ad evaporatori e a condensatori di equilibrio.

4. Stadio di equilibrio.

Caratteristiche di uno stadio di equilibrio.

Analisi dei gradi di libertà di uno stadio di equilibrio; impostazione generale di un problema di equilibrio fra fasi.

5. Equilibri liquido-liquido e liquido-liquido-vapore.

Diagrammi di equilibrio L-L; lacuna di miscibilità, temperatura consoluta.

Diagrammi di equilibrio L-L-V; azeotropi eterogenei. Sistemi con immiscibilità totale. Calcolo della temperatura di bolla e di rugiada per sistemi multicomponenti acqua-idrocarburi. Effetto di composti incondensabili.

6. Sistemi gas-liquido (cenni)

Solubilità di gas in liquidi, riferimento di Henry.

8. Equilibri chimici.

Reazioni stechiometricamente indipendenti. Richiami di termochimica.

Condizione di equilibrio chimico. La costante di equilibrio di una reazione: definizione e variazione con la temperatura. Discussione di varie procedure di calcolo in relazione alla disponibilità dei dati ed alle approssimazioni introdotte. Effetto della pressione, degli inerti e della composizione di alimentazione sulla posizione dell'equilibrio.

Calcolo di condizioni di equilibrio per sistemi costituiti da miscele di gas ideali e da miscele gassose ideali.

Applicazioni di bilanci di materia ed energia a reattori isoterme ed adiabatici.

9. Equilibri simultanei.

Regola delle fasi di Gibbs.

Equilibri chimici in sistemi eterogenei: pressione di decomposizione di solidi. Stabilità di composti.

## Testi / Bibliografia

Testi consigliati:

- J. M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbot, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 5a ed., Mc Graw Hill, 1996
- R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling, The properties of gases and liquids, 4a ed. Mc Graw Hill, 1988
- S. Sandler, Chemical and Engineering Thermodynamics, 2a e 3a ed., J.Wiley&sons.
- S. Sandler, Chemical, Biochemical, Engineering Thermodynamics, 4a ed., John Wiley. (2006)
- K. Denbigh, I principi dell'equilibrio chimico, Casa Editrice Ambrosiana.
- Appunti del docente.

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula. Si prevedono esercitazioni assistite in laboratorio di informatica.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di esame consta in una prova scritta ed in una prova orale.

Propedeuticità: Termodinamica applicata L.

# 29157 - TERMODINAMICA PER INGEGNERIA CHIMICA M

<b>Docente:</b>	GIACINTI BASCHETTI MARCO
<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6
<b>Lingua:</b>	Italiano o inglese in funzione delle preferenze degli studenti

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Fornire le conoscenze e le metodologie specialistiche della termodinamica generale e della termodinamica chimica, volte all'analisi termodinamica dei processi, alla valutazione anche previsionale delle proprietà termodinamiche di sostanze pure, di miscele, degli equilibri chimici e di fase.

**Programma / Contenuti**

Richiami sulle leggi della termodinamica classica: equilibrio termico, I principio, II principio e III principio della termodinamica per sistemi capaci di lavoro di deformazione di volume, di forma, di polarizzazione elettrica. Equilibrio termodinamico e stabilità dell'equilibrio. Analisi termodinamica dei processi: exergia e funzione di disponibilità. Equazioni di stato per sistemi pVT puri e miscele di composti. Cenni di termodinamica statistica e utilizzo dei risultati per la costruzione di equazioni di stato. Modelli ai coefficienti di attività per lo studio di Equilibri di fase LV, LL, LLV. Termodinamica dei sistemi dotati di variabile di stato interna: sistemi reagenti; analisi dell'equilibrio di reazioni tramite EOS o modelli ai coefficienti di attività. Miscele polimeriche, equazioni di stato e problemi di equilibrio di fase. Proprietà di sistemi complessi: polimeri vetrosi e soluzioni ioniche

**Testi / Bibliografia**

S. I. Sandler, "*Chemical and Engineering Thermodynamics*" Third Edition, Wiley and Sons (1999)  
R. C. Reid, J. M. Prausnitz, and B. E. Poling, "*The Properties of Gases and Liquids*", McGraw-Hill, New York (1987).

**Metodi didattici**

Lezioni ed esercitazioni in aula

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

svolgimento di breve tesina e prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni ed esercitazioni in aula

**49499 - TERMOFISICA DELLE COSTRUZIONI L**

<b>Docente:</b>	TRONCHIN LAMBERTO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base dei principi della Termodinamica, dei bilanci di energia applicati ai sistemi aperti e dei principali cicli termodinamici. Particolare attenzione verrà posta allo studio delle proprietà termofisiche dell'aria umida e delle sue trasformazioni applicate al condizionamento ambientale degli edifici.

Verranno fornite le conoscenza di base dei meccanismi della Trasmissione del calore: conduzione, convezione ed irraggiamento con applicazione all'isolamento termico degli edifici

**Programma / Contenuti****1. TERMODINAMICA****1.1 Introduzione.**

Introduzione alla Termodinamica: Grandezze fisiche. Proprietà termodinamiche. Unità di misura.

**1.2 Primo e secondo principio della Termodinamica.**

Primo principio per sistemi chiusi: le diverse forme di energia. Secondo principio per sistemi chiusi: enunciati di Kelvin-Planck, di Clausius e loro equivalenza. Macchine di Carnot. Entalpia. Irreversibilità dei fenomeni naturali. Entropia. Il lavoro massimo.

### 1.3 Sistemi aperti

Bilanci di massa per sistemi aperti. Bilanci di energia per sistemi aperti. Esempi di interesse applicativo. Nozioni di fluidodinamica. Perdite di carico.

### 1.4 Vapori saturi umidi

Il titolo. Proprietà termodinamiche del liquido e del vapore saturo umido

### 1.5 Miscele d'aria e vapor d'acqua

Descrizione delle miscele d'aria e vapor d'acqua e principali trasformazioni psicrometriche. Cenni di condizionamento ambientale. Misure di grado igrometrico.

## 2. TRASMISSIONE DEL CALORE

### 2.1 Conduzione.

Legge di Fourier. Equazione di Fourier. Soluzione in regime stazionario per lo strato piano. Analogia elettrica. Ponti termici. Misure di conduttività termica. Materiali per l'isolamento termico.

### 2.2 Convezione.

Coefficiente di convezione. Analisi dimensionale e similitudine. Convezione forzata, naturale e mista. Strato limite dinamico e termico.

### 2.3 Irraggiamento.

Definizioni di base. Corpi neri e corpi grigi. Leggi di Stefan-Boltzmann, di Planck, di Wien, di Lambert, di Kirchhoff. Scambio di energia tra superfici completamente affacciate e parzialmente affacciate. La reciprocità.

### 2.4 Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio.

Coefficiente globale di scambio termico.

### 2.5 Termoigrometria.

Rischio di formazione di condensa nelle strutture edilizie. Diagramma di Glaser.

## Testi / Bibliografia

- L. Tronchin, Elementi di Fisica Tecnica e Controllo Ambientale, Ed. Esculapio, 2007
- A. Cocchi, Elementi di Termofisica Generale ed Applicata, Ed. Esculapio, 1990
- Y. Cengel, Termodinamica e trasmissione del calore, Ed. McGraw-Hill

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale

## Strumenti a supporto della didattica

Lucidi e materiale utilizzato durante il corso

# 49499 - TERMOFISICA DELLE COSTRUZIONI I

<b>Docente:</b>	GARAI MASSIMO
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	3

## Conoscenze e abilità da conseguire

Gli studenti acquisiranno una conoscenza di base dei principi della Termodinamica macroscopica classica e della loro estensione ai sistemi aperti. Gli studenti impareranno a calcolare le proprietà dell'aria atmosferica, a lavorare con le sue trasformazioni e ad applicarle al condizionamento ambientale degli edifici.

Gli studenti acquisiranno una conoscenza di base dei meccanismi della Trasmissione del calore: conduzione, convezione ed irraggiamento. Impareranno a dimensionare l'isolamento termico degli edifici. In un'ottica rivolta alle applicazioni ingegneristiche, saranno in grado di affrontare correttamente problemi di scambio termico e di conversione di varie forme di energia.

## Programma / Contenuti

### 1. TERMODINAMICA

#### 1.1 Introduzione.

Introduzione alla Termodinamica.

Principio zero della Termodinamica.

Definizione di temperatura e scale di temperatura.

#### 1.2 Primo e secondo principio.

Primo principio della Termodinamica per sistemi chiusi.

Secondo principio della Termodinamica per sistemi chiusi:  
enunciati di Kelvin-Planck, di Clausius e loro equivalenza.

Macchine di Carnot. Temperatura termodinamica.

Irreversibilità dei fenomeni naturali.

#### 1.3 Sistemi aperti.

Bilanci di massa per sistemi aperti.

Bilanci di energia per sistemi aperti.

Esempi di interesse applicativo.

Perdite di carico. Formula dei camini.

#### 1.4 Miscele d'aria e vapor d'acqua.

Descrizione delle miscele d'aria e vapor d'acqua.

#### 1.5 Trasformazioni psicrometriche.

Cenni di condizionamento ambientale.

Misure di grado igrometrico.

### 2. TRASMISSIONE DEL CALORE

#### 2.1 Conduzione.

Legge di Fourier. Equazione di Fourier.

Soluzione in regime stazionario per lo strato piano.

Analogia elettrica. Ponti termici.

Misure di conduttività termica.

Materiali per l'isolamento termico.

#### 2.2 Convezione.

Coefficiente di convezione.

Analisi dimensionale e similitudine.

Convezione forzata, naturale e mista.

Strato limite dinamico e termico.

#### 2.3 Irraggiamento.

Definizioni di base. Corpi neri e corpi grigi.

Leggi di Stefan-Boltzmann, di Planck, di Wien, di Lambert, di Kirchhoff.

Scambio di energia tra superfici completamente affacciate e parzialmente affacciate.

Irraggiamento solare.

#### 2.4 Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio.

Coefficiente globale di scambio termico.

**2.5 Termoigrometria.**

Rischio di formazione di condensa nelle strutture edilizie.

Diagramma di Glaser.

**Testi / Bibliografia**

Y.A. Çengel, Termodinamica e trasmissione del calore, McGraw-Hill, 2a Ed., Milano (2005).

M.C. Potter, C.W. Somerton, Termodinamica per ingegneri, McGraw-Hill, Milano (1998).

S. Lazzari, B. Pulvirenti, E. Rossi di Schio, Esercizi risolti di termodinamica, moto dei fluidi e termocinetica, Esculapio, Bologna (2004).

**Metodi didattici**

Durante le lezioni verranno discusse tutte le problematiche indicate nel programma. Le lezioni saranno integrate da esercitazioni numeriche in aula. Un tutor sarà disponibile per chiarimenti ed integrazioni fuori dall'orario delle lezioni.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Una prova scritta in itinere (obbligatoria) ed una una prova orale. Le domande tenderanno ad accertare la conoscenza da parte dello studente delle nozioni presentate a lezione; può essere richiesta la soluzione di un problema numerico del tipo di quelli affrontati durante le ore di esercitazione che affiancano le lezioni teoriche.

**Strumenti a supporto della didattica**

Videoproiettore per PC, lavagna luminosa, tutor.

**45245 - TERMOFLUIDODINAMICA APPLICATA LS**

<b>Docente:</b>	BARLETTA ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

L'insegnamento si prefigge come obiettivo l'acquisizione di conoscenze sulla meccanica dei fluidi monofase laminare e turbolenta, sia per moti isoterme che per moti convettivi. Tali conoscenze sono volte a far conseguire allo studente la capacità di affrontare problemi applicativi della termofluidodinamica ricorrendo anche all'ausilio di metodi computazionali.

**Programma / Contenuti***Modelli della fluidodinamica e della convezione*

Richiami sulle nozioni elementari di fluidodinamica - Il teorema del trasporto di Reynolds - Deduzione rigorosa delle equazioni di bilancio locale in un fluido - Approssimazione di Boussinesq - Moto incomprimibile: vorticità' e funzione di corrente - Equazione del trasporto di vorticità' - Moto irrotazionale: potenziale di velocità', equazione di Bernoulli non stazionaria - Moto bidimensionale irrotazionale: potenziale complesso di velocità'.

*Teoria dello strato limite*

Ipotesi di Prandtl dello strato limite per moti incomprimibili bidimensionali - Metodo degli ordini di grandezza - Strato limite dinamico: semplificazione dell'equazione di bilancio della quantità' di moto - Strato limite termico: semplificazione dell'equazione di bilancio dell'energia.

*Soluzioni di similarità' per il moto esterno*

Ipotesi di similarità' e stima dello spessore dello strato limite dinamico intorno ad una lamina piana sottile - Soluzione di Blasius per il moto attorno ad una lamina piana sottile: campo di velocità' e coefficiente di

trascinamento - Determinazione del campo di temperatura e del numero di Nusselt - Flussi con gradienti di pressione: moto attorno ad uno spigolo ed equazione di Falkner-Skan, coefficiente di trascinamento, equazione per il campo di temperatura.

*Metodo integrale per lo studio del moto esterno*

Descrizione generale del metodo integrale e natura delle approssimazioni adottate - Deduzione dell'equazione di bilancio integrale della quantità di moto e dell'equazione di bilancio integrale dell'energia - Convezione forzata intorno ad una lamina piana sottile isoterma: strato limite dinamico e strato limite termico, coefficiente di trascinamento e numero di Nusselt - Convezione forzata intorno ad una lamina piana sottile a flusso termico uniforme: strato limite dinamico e strato limite termico, coefficiente di trascinamento e numero di Nusselt - Lamina piana con temperatura di superficie variabile: teorema di Duhamel - Applicazione del teorema di Duhamel al caso di variazione lineare della temperatura di parete - Moti con gradiente di pressione e metodo di von Karman-Polhausen - Scambio termico nel moto attorno ad un cilindro: stima del numero di Nusselt nelle vicinanze del punto di ristagno.

*Stabilità dei moti laminari ed introduzione alla turbolenza*

Stabilità del moto di un sistema meccanico - Stati di equilibrio di un sistema meccanico e stabilità secondo Lyapounov - Stati di equilibrio asintoticamente stabile - Analisi di stabilità lineare dei moti fluidodinamici: caso del moto alla Poiseuille in un canale piano - Equazione di Orr-Sommerfeld e diagramma di stabilità - Analisi dei flussi turbolenti: componenti medie e componenti stocastiche - Equazioni di Reynolds per i flussi turbolenti bidimensionali - Tensore di Reynolds - Ipotesi di Boussinesq: coefficiente di viscosità cinematica turbolento, diffusività termica turbolenta, numero di Prandtl turbolento - Problema della chiusura delle equazioni di Reynolds e modelli di turbolenza - Modello algebrico di turbolenza: lunghezza di mescolamento, relazione di Prandtl e relazione di Van Driest - Distribuzione di velocità vicino ad una parete - Il modello  $k$ - $\epsilon$ .

*Termofluidodinamica nei mezzi porosi*

Descrizione del moto di un fluido entro una matrice solida - Legge di Darcy - Permeabilità di un mezzo poroso - Legge di Darcy-Forchheimer - Modello di Brinkman - Termini inerziali ed effetti non stazionari: modello di Slattery - Equazioni di bilancio locale della massa e dell'energia - Uso della funzione di corrente nella descrizione dei moti per convezione naturale in un mezzo poroso - Soluzioni di similarità per la convezione naturale esterna ad una lamina piana verticale circondata da un mezzo poroso.

*Convezione naturale e mista*

Convezione naturale attorno ad una lamina piana verticale isoterma - Soluzione di similarità di Polhausen, numero di Nusselt locale e medio - Convezione mista in un canale piano parallelo verticale - Effetto del flusso invertito, caso particolare della convezione naturale.

## Testi / Bibliografia

- Sadik Kakaç, Yaman Yener - Convective Heat Transfer - CRC Press, 1994.
- V.S. Arpacı, P.S. Larsen - Convection Heat Transfer - Prentice-Hall, 1984.
- Antonio Barletta - Complementi di Fisica Termica - Pitagora, Bologna, 2002.

## Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in aula.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova orale.

## Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni teoriche saranno integrate da esercitazioni volte ad acquisire conoscenze sull'impiego di codici di calcolo numerico per la simulazione termofluidodinamica.

## 56415 - TERMOIDRAULICA DEI FLUSSI BIFASE LS

<b>Docente:</b>	SCARDOVELLI RUBEN
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso si prefigge come obiettivo principale l'introduzione ai fenomeni di trasporto di massa, quantità di moto ed energia nei sistemi bifase, e la formulazione e risoluzione di problemi associati ai fenomeni con cambiamento di fase quali l'ebollizione e condensazione.

Il corso prevede anche la presentazione di varie tecniche numeriche e discussione di numerose applicazioni industriali della teoria del trasporto bifase.

**Programma / Contenuti**

Introduzione: Richiamo dei principi ed equazioni fondamentali della termodinamica. Sistemi di coordinate. Vari operatori matematici. Equazioni del trasporto di massa, quantità di moto ed energia.

Fisica delle interfacce: definizione della zona di interfaccia. Tensione superficiale. Analisi termodinamica della tensione superficiale. La forza capillare nelle equazioni di Navier-Stokes. Bagnabilità di una superficie. Angolo di contatto e condizioni al contorno. Interfacce. Condizioni al contorno per i modelli ad un fluido ad una e due velocità. Stabilità delle interfacce. Instabilità di Kelvin-Helmholtz e instabilità di Rayleigh-Taylor.

Flussi bifase isoterme: Modello bifase a due fluidi. Modello a due fluidi monodimensionale. Equazioni miste per il modello monodimensionale a due fluidi. Mappe dei regimi bifase in condotti orizzontali e verticali. Il modello omogeneo e quello eterogeneo. Determinazione dei moltiplicatori bifase e della frazione di vuoto. Modelli di Martinelli-Nelson-Lockhart e di Boroczy.

Fisica del cambiamento di fase: Stati metastabili, stabilità di fase e curva spinodale. Nucleazione omogenea ed eterogenea. Crescita di una bolla in un liquido surriscaldato. Ebollizione in piscina: vari regimi, modelli e correlazioni. Condensazione esterna a gocce ed a film.

Flussi bifase non isoterme: Ebollizione convettiva in condotti e vari regimi. Ebollizione sottoraffreddata e saturata e flusso critico di calore. Condensazione interna convettiva e vari regimi.

**Testi / Bibliografia**

Liquid-vapor phase-change phenomena. V.P. Carey. Series in Chemical and Mechanical Engineering. H.P.C. (1992)

Note dei docenti

**Metodi didattici**

Le lezioni saranno integrate con esercitazioni di laboratorio informatico.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame finale scritto seguito da prova orale

**Strumenti a supporto della didattica**

Lezioni ed esercitazioni sono in parte svolte con l'ausilio della lavagna luminosa, del PC e del videoproiettore.

## 45255 - TERMOTECNICA E IMPIANTI TERMOTECNICI LS

<b>Docente:</b>	MORINI GIAN LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si propone di fornire una conoscenza approfondita dei principali componenti termotecnici degli impianti termici, consentendo all'allievo di acquisire criteri di scelta, progettazione, ottimizzazione delle prestazioni degli impianti. Analisi e progettazione dei vari tipi di impianti di condizionamento dell'aria, di riscaldamento e di teleriscaldamento, utilizzando tecniche aggiornate di risparmio energetico e tenendo conto delle normative di riferimento.

## Programma / Contenuti

**Normativa.** Evoluzione della normativa europea ed italiana sugli impianti ed il risparmio energetico. Legge n°373/76, Legge n°10/91, DPR413/93, Direttiva Europea 2002/91 sulla certificazione energetica. Decreto n°192/05. Decreto n°311/06. Certificazione energetica degli edifici.

**Fabbisogno energetico invernale di un edificio.** Calcolo della potenza termica dispersa. Calcolo dell'energia termica e del fabbisogno di energia primaria di un edificio. Definizione di grado giorno, fascia climatica e categoria di edificio. Esempio numerico di calcolo del coefficiente di dispersione per trasmissione e ventilazione associato ad un locale. Norma UNI 832 e UNI 13790. Bilancio energetico di un edificio. Calcolo energia dispersa attraverso l'involucro e per ventilazione. Calcolo degli apporti energetici gratuiti: apporti interni e apporti solari. Rendimento di utilizzazione e capacità termica effettiva interna delle pareti. Calcolo del fabbisogno di energia primaria. Valori limite del fabbisogno di energia primaria per tipologia di edificio secondo DL 311/06.

**Benessere termo-igrometrico.** Bilancio termico del corpo umano. Fattore di accumulo interno. Flusso metabolico. Flusso termico verso l'esterno: componente sensibile e componente latente. Temperatura media radiante. Temperatura operante. Resistenza termica dei vestiti. Valutazione dei flussi termici per una persona in quiete. Equazione dell'equilibrio termico. Meccanismi di termoregolazione del corpo umano. Temperatura effettiva e temperatura effettiva modificata. Temperatura risultante secca e temperatura operante. Misura della temperatura operante mediante globotermometro. Diagrammi del benessere: diagramma Ashrae e diagrammi generalizzati di Fanger. Esempi numerici. Voto medio previsto. Percentuale di insoddisfatti prevista. Esempio di progettazione integrata di involucri edilizi. Qualità dell'aria negli ambienti confinati (IAQ). Definizione di affollamento. Concentrazione limite di CO<sub>2</sub> e calcolo della portata minima di ricambio per persona. Rateo di incremento orario di grado igrometrico in un locale chiuso. Classificazione delle sostanze inquinanti. Portate di ricambio e affollamenti consigliati secondo UNI 10339 e Ashrae 62/89 e principali norme europee. Prescrizioni normative vigenti in Italia per la ventilazione. Esercitazione di laboratorio sulle misure di benessere termoigrometrico.

**Miscela aria-vapore e componenti UTA:** classificazione. Richiami sulle miscele aria-vapore d'acqua. Componenti principali di una Unità di Trattamento dell'Aria (UTA). Mescolatore adiabatico. Batteria di riscaldamento. Batteria di raffreddamento. Fattore di by-pass. Temperatura media superficiale. Temperatura di superficie bagnata. Umidificatori ad acqua liquida e a vapore. Trasformazione generica: calore latente calore sensibile e calore totale. Definizione di retta di lavoro. Valutazione delle condizioni di immissione per il condizionamento di un locale. Valori tipici di R in inverno ed in estate.

**Carichi termici estivi.** Metodo dei fattori di accumulo (metodo Carrier). Valutazione del calore sensibile scambiato per radiazione, trasmissione e ventilazione. Valutazione del carico latente ambiente. Concetto di fattore di accumulo per radiazione solare e per illuminazione artificiale. Differenza di temperatura equivalente. Esempio numerico sulla valutazione del carico estivo associato ad un locale con il metodo dei fattori di accumulo. Metodo ASHRAE delle funzioni di trasferimento per la valutazione dei carichi termici estivi. Calcolo della temperatura massima estiva in un locale non condizionato. DL 311/06 e condizionamento estivo.

**Impianti di condizionamento.** Impianti a tutt'aria. Architettura di un impianto di condizionamento e ciclo di lavoro estivo ed invernale. Esercizi numerici sul dimensionamento di un impianto di condizionamento invernale a tutt'aria monocondotto. Esercizi numerici sul dimensionamento di un impianto di

condizionamento estivo a tutt'aria monocondotto. Impianti monozona e multizona a condotto singolo, impianti a doppio condotto, impianti VAV: principio di funzionamento e cicli di lavoro. Impianti misti aria-acqua. Impianti ad acqua. Risparmio energetico e impianti di condizionamento. By-pass dell'aria di ricircolo e dell'aria di miscela: vantaggi e limiti. Free cooling diretto totale e parziale. Free cooling con umidificazione indiretta e diretta. Campi di applicazione. Filtraggio dell'aria. Efficienza gravimetrica e opacimetrica dei filtri. Classificazione dei filtri. Classi di filtraggio ed impianti. Andamento temporale della concentrazione di un inquinante in un locale servito da una UTA; valore di concentrazione asintotico, tempo di messa a regime. Ruolo dei pre-filtri negli impianti. Dimensionamento dei canali di distribuzione. Metodo a perdita di carico unitaria costante. Metodo a riduzione di velocità. Metodo a recupero di pressione. Confronti tra i risultati. Caratteristiche dei canali di distribuzione e delle bocchette di immissione. Il collaudo degli impianti di condizionamento. Esercitazioni pratiche in laboratorio.

### Testi / Bibliografia

BRUNELLO P.F., BETTANINI, *Lezioni di impianti tecnici vol. II*, Ed. SGE, Padova, 1993  
MORINI G.L., *Dispense sul condizionamento dell'aria*.

### Metodi didattici

Tutti gli argomenti trattati nel Corso verranno conclusi da una esercitazione numerica e/o pratica presso il Laboratorio di Termotecnica del Lazzaretto.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta e in un colloquio su due temi distinti. E' prevista una prima prova scritta parziale a metà corso ed una seconda prova parziale sul dimensionamento degli impianti di condizionamento estivo (alla fine del corso). Il superamento delle due prove parziali esonera i candidati dalla prova scritta. Per quanto concerne l'esame orale esso può essere sostenuto solo dopo aver superato la prova scritta. L'orale verte su un colloquio su due temi distinti: i temi possono essere sia di carattere strettamente teorico che applicativo, con riferimento alle applicazioni illustrate durante le esercitazioni e alle esperienze svolte in laboratorio.

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni teoriche verranno in parte svolte con l'ausilio di supporti audiovisivi. Le esperienze in laboratorio verranno condotte presso il Laboratorio del Lazzaretto del DIENCA (Sez. Termotecnica e Impianti) con l'ausilio di strumentazione per uso didattico.

## 30147 - THERMODYNAMICS OF MATERIALS

<b>Docente:</b>	SARTI GIULIO CESARE
<b>Corso di Laurea:</b>	0944 - Materials and sensors systems for environmental technologies
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## 29158 - THERMODYNAMICS OF MATERIALS M

<b>Corso di Laurea:</b>	0929 - Ingegneria chimica e di processo
<b>Mutuato da:</b>	30147 - THERMODYNAMICS OF MATERIALS (vedi p. 1057)

## 23315 - TOPOGRAFIA L

<b>Docente:</b>	GANDOLFI STEFANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0053 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Il corso fornisce le conoscenze di base della Topografia consistenti nelle nozioni di Geodesia, Rilievo, Cartografia Trattamento delle Osservazioni, Compensazione in Blocco, Strumenti Topografici.

**Programma / Contenuti****GEODESIA**

**Forma della terra. Impostazione classica del rilievo - Campo gravitazionale - Geoide - Quote - Sistemi di coordinate: naturali, geocentriche- Potenziale normale e perturbativo - Superfici di livello.**

**Ellissoide di riferimento e suo orientamento - Coordinate ellissoidiche - Ondulazioni del geoide - Principali Sistemi Geodetici (Datum) - Osservabili classici: angoli, distanze, quote ortometriche**

**Posizionamento di punti. Superfici di riferimento semplificate per i rilievi: sfera e piano tangente Rete Geodetica Italiana planoaltimetrica.**

**CARTOGRAFIA**

**La rappresentazione cartografica. Deformazione e moduli - Leggi della rappresentazione - Il sistema cartografico Gauss Boaga - Il sistema cartografico UTM UPS - La cartografia dell' IGM - Lettura carte IGM a scala 1:25000 (Tavolette).**

**TEORIA DEGLI ERRORI**

**Probabilità e Variabili Casuali. Brevi richiami**

**Propagazione della varianza. Casi lineare e non lineare mono dimensionale.**

**Campione. Stima di media e varianza campionaria - Criterio di rigetto di dati.**

**Compensazione. Compensazione delle osservazioni: principio - Stima di parametri incogniti.**

**RILIEVO**

**Reti trigonometriche. Reti nazionali altimetriche - planimetriche - GPS. - Procedura del rilievo: dal generale al particolare - Reti - Inquadramento, appoggio e dettaglio.**

**Rilievo planimetrico. Riduzione delle misure alla superficie di riferimento - Schemi elementari di rilievo: intersezioni (in avanti, laterali, all'indietro), polari (irradiamento), rami di poligonale - Poligonali vincolate e chiuse - Rilievo di dettaglio.**

**Rilievo altimetrico. Tipi di quote e superfici di riferimento - Livellazione trigonometrica: schema, strumentazione necessaria, reciproca, da un estremo - Rifrazione - Precisioni raggiungibili - Livellazione geometrica: schema, strumentazione necessaria - Precisioni raggiungibili**

**Rilievo GPS. Preparazione e pianificazione - Sessioni e basi indipendenti - Compensazione delle basi - Trasformazione nel sistema nazionale**

**STRUMENTI E METODI OPERATIVI DI IMPIEGO**

**Misura di angoli. Teodoliti. Parti costitutive: assi, cannocchiale collimatore, cerchi graduati, apparati di lettura, livelle, sistemi pendolari - Messa in stazione - Metodo di lettura di angoli azimutali: regola di Bessel, strati - Lettura di angoli zenitali - Zenit strumentale - Teodoliti elettronici.**

**Misura di distanze. Geodimetri. Principio di funzionamento - Equazione fondamentale - Precisioni strumentali, effetto ambiente - Stazioni totali.**

**Misura di dislivelli. Livelli. Parti costitutive: livelle, viti di elevazione - Livello di precisione - Stadi invar - Livellazione dal mezzo - Precisione di una battuta e di una linea.**

G.P.S. Principio di funzionamento del sistema – Errori sistematici del sistema.- Osservabile pseudo range e fase.

### Testi / Bibliografia

Folloni G. - **Principi di Topografia - Patron, 1982**  
Cina **Trattamento delle misure Topografiche, Celid**  
Cina **GPS, Celid**

### Metodi didattici

Lezioni frontali in aula ed esercitazioni strumentali pratiche

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame Orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Dispense gratuite fornite dal Docente.

## 23315 - TOPOGRAFIA I

<b>Docente:</b>	VITTUARI LUCA
<b>Corso di Laurea:</b>	0045 - Ingegneria civile - [A-Z]
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	9

### Conoscenze e abilità da conseguire

Una introduzione alla Geodesia fornisce allo studente le basi per poter comprendere i diversi sistemi: di riferimento, di coordinate e di quote utilizzati nelle applicazioni geodetiche e cartografiche.

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze necessarie per:

- analizzare ed apprendere gli aspetti metodologici delle principali tecniche di rilevamento topografico e di analisi delle osservazioni acquisite per una valutazione delle precisioni raggiunte
- acquisire le basi teoriche e pratiche per l'utilizzo della strumentazione topografica usata nella misura di angoli distanze e dislivelli ( teodolite, EDM, stazioni totali, livelli digitali), o di segnali trasmessi da costellazioni satellitari (GPS)
- comprendere i concetti introduttivi alla teoria delle rappresentazioni cartografiche al fine di poter realizzare ed utilizzare elaborati cartografici alle diverse scale

Alcune lezioni monografiche introducono lo studente ad applicazioni pratiche inerenti gli argomenti trattati (quali ad esempio le tecniche di controllo delle strutture o per il controllo dei movimenti del suolo).

### Programma / Contenuti

*Geodesia:* le superfici equipotenziali e il geoido; la geometria dell'ellissoide di rotazione. Campo topografico e campo sferico. Teoremi della Geodesia operativa. Sistemi di coordinate e trasformazione tra coordinate ellissoidiche, geocentriche e cartesiane locali.

Sistemi geodetici di riferimento (globali e locali), sistemi di quote e differenze di quote.

*Trattamento statistico delle osservazioni:* errori grossolani, sistematici e casuali; distribuzioni di probabilità: distribuzione normale; stima dei parametri caratteristici di una distribuzione, intervalli di confidenza; propagazione della varianza; principio dei minimi quadrati. Compensazione delle osservazioni con il metodo delle osservazioni indirette. Verifica dei risultati e delle precisioni raggiunte.

*Tecniche di posizionamento da satellite:* Il sistema GPS: architettura del sistema, struttura del segnale, tecniche di differenziazione delle osservabili. Progetto ed esecuzione di un rilievo, uso di programmi per l'elaborazione dei dati, analisi delle precisioni raggiungibili con diverse metodologie.

*Strumenti topografici moderni:* principi di funzionamento e di utilizzo di autolivelli, livelli digitali, teodoliti, stazioni totali, distanziometri.

*Schemi elementari di rilevamento:* misura dei dislivelli, degli angoli azimutali e zenitali, delle distanze. Elaborazione dei dati di campagna. Metodi di riattacco, di intersezione, poligonali, celerimensura moderna. Livellazione trigonometrica. Livellazione geometrica.

*Realizzazione e compensazione di reti:*

*Reti planimetriche: materializzazione, rilievo e compensazione.*

*Reti altimetriche: materializzazione, rilievo e compensazione.*

*Reti GPS.*

*Le rappresentazioni cartografiche: classificazione delle rappresentazioni e teoria delle carte. La rappresentazione conforme di Gauss ed il suo uso geodetico. La cartografia ufficiale italiana ed in particolare approfondimento circa la cartografia IGM (vecchia e nuova serie) e sulla cartografia regionale; reticolati geografici e chilometrici. Cenni sulla cartografia catastale.*

## Testi / Bibliografia

Folloni G. - Principi di Topografia – Patron, 1982

Cina A. – Trattamento statistico delle misure topografiche, Celid, Torino

Cina A. – GPS, Principi modalità e tecniche di posizionamento, Celid, Torino

## Metodi didattici

Il corso si articola in lezioni teoriche, esercitazioni in aula ed esercitazioni pratiche.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova di verifica dell'apprendimento consiste in un esame orale, qualora il numero di iscritti ad un appello sia superiore a 50, la stessa modalità di accertamento della preparazione dello studente basata su domande aperte può essere richiesta in forma scritta, seguita da una breve discussione orale.

## Strumenti a supporto della didattica

Durante il corso verranno descritti e utilizzati strumenti topografici, quali ad esempio: gli autolivelli analogici e digitali, i teodoliti, le total station ed i GPS geodetici.

# 44906 - TRASMISSIONE DEL CALORE LS

<b>Docente:</b>	BARLETTA ANTONIO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

## Conoscenze e abilità da conseguire

L'insegnamento si prefigge come obiettivo l'acquisizione di conoscenze sui modelli e sui metodi matematici per lo studio della conduzione termica e della convezione forzata entro condotti. Tali conoscenze sono volte a far conseguire allo studente la capacità di affrontare problemi applicativi della trasmissione del calore.

## Programma / Contenuti

### *Complementi di Conduzione Termica*

Richiami sul modello fisico-matematico della conduzione nei solidi - Metodi matematici per la soluzione dell'equazione di bilancio locale dell'energia: separazione delle variabili, funzioni speciali - Soluzione analitica di problemi bidimensionali stazionari: geometria piana, geometria cilindrica, geometria sferica - Soluzione analitica di problemi monodimensionali non stazionari: geometria piana, geometria cilindrica, geometria sferica - Impiego di codici di calcolo simbolico per la determinazione di soluzioni analitiche - Equazione di bilancio locale dell'entropia - Cenni alla termodinamica dei processi irreversibili: equazioni fenomenologiche, legge di reciprocità di Onsager, effetti termoelettrici.

### *Analisi delle Alette*

Modelli matematici dello scambio termico nelle alette: equazione di bilancio dell'energia, condizioni al contorno, analisi dimensionale, soluzione generalizzata del problema dell'aletta, applicazione della teoria delle

alette allo studio di cavi elettrici - Analisi di varie tipologie di aletta: alette longitudinali, alette radiali, alette a spillo.

#### *Convezione Forzata entro Condotti*

Modello matematico della convezione forzata entro condotti: completo sviluppo dinamico, completo sviluppo termico, regione di ingresso termico - Convezione forzata laminare e completamente sviluppata in un canale piano e in un condotto circolare - Regione di ingresso laminare: soluzione di Graetz - Effetto della dissipazione viscosa e numero di Brinkman.

### Testi / Bibliografia

- A. Barletta - Introduzione matematica alla trasmissione del calore - Pitagora, Bologna, 2005.
- M. Necati Ozisik - Heat Conduction (2nd edition) - John Wiley & Sons, 1993.
- A. Barletta - Complementi di Fisica Termica - Pitagora, Bologna, 2002.
- A. Bejan - Heat Transfer - John Wiley & Sons, 1993.

### Metodi didattici

Lezioni teoriche ed esercitazioni in aula.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta ed una orale.

### Strumenti a supporto della didattica

Le lezioni in aula saranno integrate da esercitazioni volte a sviluppare conoscenze sull'uso di codici di calcolo simbolico per la soluzione di problemi di trasmissione del calore.

## 58531 - TRASMISSIONE NUMERICA L-A (6 CFU)

<b>Docente:</b>	CORAZZA GIOVANNI EMANUELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0234 - Ingegneria informatica 0046 - Ingegneria delle telecomunicazioni
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Comprensione delle basi fondamentali della Teoria dell'Informazione e della Teoria dei Codici. Applicazioni della teoria allo studio di codici a blocco e convoluzionali. Elementi di codifica di sorgente.

### Programma / Contenuti

#### 1) Introduzione alla teoria dell'informazione

Definizione di informazione ed entropia. Entropia congiunta e condizionata. Regola della concatenazione. Entropia relativa. Informazione mutua. Regole e teoremi su entropia e informazione mutua. Entropia di processo aleatorio tempo discreto. Esercizi.

#### 2) Capacità del canale

Capacità del canale DMC. Proprietà della capacità. Esempi di calcolo in forma chiusa. Definizione di codice, ritmo di codifica. Teorema della codifica di canale. Entropia differenziale di variabile aleatoria continua. Entropia di variabile aleatoria gaussiana. Teorema della massima entropia di variabile aleatoria continua. Capacità del canale AWGN tempo discreto e tempo continuo. Relazioni tra efficienza spettrale, capacità e rapporto segnale-rumore. Limite di Shannon. Grafico modulazioni. Esercizi.

#### 3) Codifica a blocchi

Cenni storici sulla teoria della codifica. Codici a blocco lineari. Codici sistematici. Matrice generatrice. Distanza di Hamming. Proprietà. Rivelazione e correzione degli errori. Matrice di controllo di parità. Sindrome. Codice estensione. Codice accorciato. Esempi di codici a blocco. Esercizi.

#### 4) Codifica convoluzionale

Definizione e schema a blocchi. Esempio. Polinomi generatori. Diagramma di stato e a traliccio. Distanza di Hamming. Distanza minima e distanza libera. Algoritmo di calcolo della distanza libera. Funzione di trasferimento del codice. Regole per la risoluzione dei grafi. Decodifica di codici convoluzionali. Algoritmo di Viterbi. Prestazioni: limite dell'unione. Esercizi.

#### 5) Codifica di sorgente

Schema a blocchi. Ridondanza statistica. Irrilevanza percettiva. Classificazione dei metodi di codifica di sorgente: lossy e lossless. Codifiche a lunghezza variabile. Vincolo del prefisso. Codici di Huffman. Esempi. Limiti della codifica di Huffman. Algoritmo di Lempel-Ziv. Esercizi.

#### 6) Teoria dell'informazione di rete

Canali multi-utente. Capacità del canale broadcast. Capacità del canale ad accesso multiplo. Dualità. Esercizi.

### Testi / Bibliografia

1. Thomas M. Cover, Joy A. Thomas,  
Elements of Information Theory,  
Wiley Series in Telecommunication
2. John G. Proakis,  
Digital Communications,  
McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni. Seminari di approfondimento.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale.

### Strumenti a supporto della didattica

<http://gecorazza.deis.unibo.it>

## 41564 - TRASMISSIONE NUMERICA LS

<b>Docente:</b>	CORAZZA GIOVANNI EMANUELE
<b>Corso di Laurea:</b>	0231 - Ingegneria delle telecomunicazioni 0233 - Ingegneria elettronica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Approccio generale alla modulazione numerica. Apprendimento della Teoria della Decisione e Teoria della Stima. Applicazione a stima di fase, di frequenza, di sincronismo di simbolo. Progetto di ricevitori numerici in canali privi di memoria e in canali con memoria. Conoscenza degli algoritmi BCJR e di Viterbi, con applicazione alla equalizzazione.

### Programma / Contenuti

#### 1) Modulazione Numerica

Modulazione numerica. Introduzione. Spazio dei segnali. Costellazioni. Efficienze della distribuzione in energia, della distribuzione delle distanze, della distribuzione dimensionale. Forme impulsive di base. Condizione di ortonormalità estesa. Funzioni strettamente limitate nel tempo e in banda. Criterio di Nyquist.

Teorema di Nyquist sulla simmetria vestigiale. Schemi a blocchi di modulatore e demodulatore numerico. Filtro adattato.

### 2) Teoria della decisione e della stima

Introduzione alla teoria della decisione e della stima. Definizione di decisione e stima. Generalità. Caratterizzazione parametrica del segnale ricevuto. Classificazione dei problemi di decisione e di stima. *Teoria della decisione.* Schema a blocchi della decisione. Decisione binaria. Criterio di Bayes. Rischio di Bayes. Estensione ai casi di  $M$  ipotesi. Criterio MAP. Criterio ML. Criterio Minimax. Criterio di Neyman-Pearson. Quadro riassuntivo dei criteri di decisione. Esempi applicativi. Statistica sufficiente. ROC. Esercizi. *Teoria della stima.* Schema a blocchi della stima. Stima di parametro aleatorio. Criterio di Bayes. Rischio di Bayes. Stima MMSE, ABS, MAP. Esempi applicativi. Condizioni per l'ottimalità dello stimatore MMSE. Stima di parametro deterministico incognito. Media e varianza dell'errore di stima. Stimatori non polarizzati. Stima ML. Disuguaglianza di Cramer-Rao (CRB). Stimatore efficiente. CRB modificato. Esempio di calcolo del CRB. Esercizi.

### 3) Stima di parametri ausiliari

Segnali con incertezza parametrica immersi nel rumore. ALRT e GLRT. Approccio pragmatico: stima DA, DF, NDA. Incertezza di fase. Cause. Ricevitore non coerente. Demodulatore differenziale. Stima ML di fase implicita ed esplicita. Caso DA. Cramer-Rao bound. Phase Locked Loop (PLL) di vario ordine. Stima di fase in presenza di dati: DF e NDA. Costas Loop. Stimatori "ad hoc": squadratore, elevamento a  $M$ . Recupero del sincronismo di simbolo. Stima del ritardo ML. Stima DF. Early-late gate. Stima NDA. Stima di frequenza. Calcolo del funzionale di verosimiglianza. Stima ML esatta. Stima ML approssimata. Formula del CRB.

### 4) Ricezione numerica in assenza di memoria

Ricezione numerica in AWGN. Rumore rilevante e irrilevante. Statistica sufficiente. Applicazione dei criteri MAP e ML. Esempio di tracciatura delle regioni di decisione. Prestazioni dei ricevitori numerici. Limite dell'unione. Esempio di applicazione: QPSK. Esercizi.

### 5) Ricezione in presenza di memoria

Codifica. Esempi di codici convoluzionali. Macchine a stati finiti (FSM). Diagramma di stato e a traliccio. Decodifica dei codici convoluzionali: MLSD. Ricevitore ottimo e problemi di complessità e ritardo. Calcolo ricorsivo della metrica. Algoritmo di Viterbi (VA). Percorsi sopravvissuti. ACS. Esempio di applicazione del VA. Decodific MAP in presenza di memoria: algoritmo BCJR. Esempio di applicazione. Distorsione. Condizioni di non distorsione. Conseguenze della distorsione lineare. Interferenza intersimbolo. Modello di canale equivalente tempo discreto con rumore bianco. Equalizzatore di Viterbi. Equalizzazione lineare. Schema a blocchi. Criteri ZF e MMSE. Versioni adattative.

### Appendice) Strumenti matematici

*Segnali determinati.* Definizione di energia e potenza. Definizione di segnali a energia finita e a potenza finita. Segnali periodici. Valor medio temporale e componente alternata di segnale di potenza. Correlazione tra segnali a energia finita e a potenza finita. Trasformata di Fourier. Teorema di Wiener-Kintchine. Definizione di banda. Rappresentazione in serie di funzioni ortonormali di base. Principio di ortogonalità. Sviluppo in serie di Fourier. Teorema del campionamento. Campionamento di segnali passa-banda. Esercizi.

*Segnali aleatori.* Classificazione dei processi aleatori. Densità di probabilità marginale, congiunta, condizionata. Teorema di Bayes. Calcolo dei momenti. Stazionarietà in senso lato. Intercorrelazione tra processi stazionari. Processi gaussiani stazionari. Funzione complementare di errore. Funzioni  $\text{Erfc}(x)$  e  $\mathcal{Q}(x)$ , versioni approssimate. Rumore additivo gaussiano bianco (AWGN). Esercizi.

## Testi / Bibliografia

1. John G. Proakis,  
Digital Communications,  
McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS
2. S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani,

Digital Transmission Theory,  
PRENTICE-HALL

3. Harry L. Van Trees,  
Detection, Estimation, and Modulation Theory,  
Vol I,  
John Wiley and Sons

4. Thomas M. Cover, Joy A. Thomas,  
Elements of Information Theory,  
Wiley Series in Telecommunication

### Metodi didattici

Lezioni frontali ed esercitazioni. Seminari di approfondimento.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale.

### Strumenti a supporto della didattica

<http://gecorazza.deis.unibo.it>

## 45258 - TRASPORTO DI PARTICELLE E DI RADIAZIONE LS

<b>Docente:</b>	MOSTACCI DOMIZIANO
<b>Corso di Laurea:</b>	0455 - Ingegneria energetica
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Familiarizzarsi coi problemi e con le metodiche della teoria del trasporto.

Acquisire competenze per la risoluzione di problemi di trasporto di neutroni, particelle cariche e di fotoni nella materia

### Programma / Contenuti

#### Introduzione al trasporto

Meccanica statistica del non-equilibrio: processi di trasporto; l'equazione di Liouville; la Gerarchia di BBJKY; le equazioni cinetiche.

#### Il trasporto dei neutroni

- Generalità.
- Il caso semplificato dei neutroni monoenergetici: l'equazione integrale del trasporto, l'equazione di diffusione, l'equazione dei telegrafisti; il caso stazionario, la correzione del trasporto; applicazioni.
- Il caso generale: flusso angolare, equazione di Boltzmann per neutroni, la formulazione integro-differenziale, la formulazione integrale; meccanica dello scattering elastico e funzione di trasferimento; neutroni monoenergetici allo stato stazionario: soluzione con le trasformate integrali; il rallentamento dei neutroni: la variabile letargia, l'età di Fermi, la densità di rallentamento; applicazioni.

#### Il trasporto dei fotoni

- Equazione di Boltzmann integro-differenziale per fotoni; sua soluzione deterministica.
- Interazione dei fotoni con la materia; scattering multiplo.
- Metodi numerici nel trasporto di fotoni (il codice SHAPE).

- Complementi fuori programma d'esame: Equazione vettoriale del trasporto ed effetti della polarizzazione; sua soluzione deterministica; sua soluzione Monte Carlo (codice MCSHAPE).

### Testi / Bibliografia

APPUNTI DEL DOCENTE; V. BOFFI: FISICA DEL REATTORE NUCLEARE, VOL. I - LA TEORIA DEL TRASPORTO DEI NEUTRONI, ED. PATRON, BOLOGNA 1974.

### Metodi didattici

lezioni teoriche, esercitazioni, conferenze di esperti, visite guidate.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Prove in itinere. Esame orale. Lo studente dovrà dimostrare di aver ben compreso i principi fondamentali trattati e dovrà saperli applicare a semplici problemi pratici.

### Strumenti a supporto della didattica

Lucidi, videoproiettore, conferenze

## 44503 - TURBOMACCHINE L

<b>Docente:</b>	SPINA PIER RUGGERO
<b>Corso di Laurea:</b>	0454 - Ingegneria meccanica 0052 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	3
<b>Crediti:</b>	6

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso intende fornire metodologie di base per affrontare la progettazione termofluidodinamica delle turbomacchine a fluido incomprimibile e comprimibile.

### Programma / Contenuti

- 1) Definizione di turbomacchina; analisi dimensionale e teoria della similitudine; classificazione delle turbomacchine; correlazioni statistiche per il dimensionamento esterno delle turbomacchine.
- 2) Equazioni del flusso stazionario unidimensionale comprimibile di un gas perfetto in un condotto; flusso isentropico in un condotto di area variabile.
- 3) Macchine motrici a fluido comprimibile: lo stadio di turbina assiale, la trasformazione termodinamica, espressione degli angoli di flusso in funzione del grado di reazione e dei coefficienti di lavoro e di portata, criteri di scelta del grado di reazione e dei coefficienti di lavoro e di portata. Funzionamento in condizioni fuori progetto dello stadio di turbina, accoppiamento tra gli stadi, la turbina multistadio, prestazioni globali della turbina.
- 4) Macchine operatrici a fluido comprimibile: lo stadio di compressore assiale, la trasformazione termodinamica, funzionamento in condizioni fuori progetto dello stadio di compressore, accoppiamento aerodinamico tra gli stadi, prestazioni globali del compressore assiale multistadio. Il pompaggio e lo stallo rotante.
- 5) Aerodinamica dei profili: cenni. Prestazioni dei profili posti in schiera: valutazione dell'effetto schiera, determinazione della geometria delle schiere.
- 6) Accoppiamento compressore turbina. La regolazione dei turbogas.
- 7) Teoria monodimensionale delle macchine a fluido incomprimibile; procedure per il progetto di macchine a flusso radiale; valutazione dell'influenza del numero finito di pale; tracciamento del profilo palare con i metodi punto a punto e della rappresentazione conforme. Dimensionamento della voluta.

### Testi / Bibliografia

Testi consigliati

- Bettocchi R. - Turbomacchine - Pitagora Ed., Bologna, 1986.
- Bettocchi, R., Spina, P.R., - Propulsione aeronautica con turbogas (Appunti tratti dalle lezioni di Propulsione Aerospaziale II) - 2ª Edizione - Pitagora Ed., Bologna, 2002.
- Testi di consultazione
- Acton O. - Turbomacchine - UTET, 1986.
- Acton O., Caputo C. - Introduzione allo studio delle macchine - UTET, 1979.
- Cohen H., Rogers G.F.C., Saravanamuttoo H.I.H. - Gas Turbine Theory - 5<sup>th</sup> Ed. - Prentice Hall, 2001.
- Csanady G.T. - Theory of Turbomachines - McGraw Hill, 1964.
- Cumpsty N.A. - Compressor Aerodynamics - Longman, 1990.
- Dixon S.D. - Fluid Mechanics, Thermodynamics of Turbomachinery - Pergamon Press, 1978.
- Hill P.G., Peterson C.R. - Mechanics and Thermodynamics of Propulsion - Addison Wesley, 1992.
- Horlock J.H. - Axial Flow Compressors - Butterworths, 1958.
- Horlock J.H. - Axial Flow Turbines - Butterworths, 1966.
- Lazarkiewicz S., Troskolanski A.T. - Impeller Pumps - Pergamon Press, 1965.
- Osnaghi G. - Macchine fluidodinamiche - CLUP, Milano, 1979.
- Pfeleiderer C., Peterman H. - Turbomacchine - Tecniche Nuove, 1985
- Sandrolini S., Borghi M., Naldi, G. - Turbomacchine termiche. Turbine - Pitagora, 1992.
- Sandrolini S., Naldi G. - Macchine 1. Fluidodinamica e termodinamica delle turbomacchine - Pitagora, 1997.
- Sandrolini S., Naldi G. - Macchine 2. Le turbomacchine motrici e operatrici - Pitagora, 1998.
- Ventrone G. - Le turbomacchine - Libreria Cortina, Padova, 1975.

### Metodi didattici

Lezioni in aula, dove verranno trattati in modo teorico gli argomenti del corso.

Esercitazioni numeriche collettive di dimensionamento di turbomacchine a fluido comprimibile e/o incompressibile a sigolo stadio e/o multistadio.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame finale orale consistente in una serie di domande per accertare la conoscenza teorica da parte dello studente degli argomenti trattati durante il corso.

### Strumenti a supporto della didattica

Lavagna luminosa e proiettore collegato al PC.

## 01069 - URBANISTICA

<b>Docente:</b>	PORRINO CELESTINO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [A-K]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

## 01069 - URBANISTICA

<b>Docente:</b>	MONTI CARLO
<b>Corso di Laurea:</b>	0067 - Ingegneria edile/ architettura - [L-Z]
<b>Ciclo:</b>	1
<b>Crediti:</b>	8

### Conoscenze e abilità da conseguire

Gli obiettivi formativi del corso riguardano: la conoscenza dell'evoluzione storica delle città e del territorio e delle attuali politiche per l'organizzazione, il recupero e la tutela dei sistemi urbani e dell'ambiente; la

conoscenza delle normative per il governo urbano e la pianificazione territoriale (comprese le procedure di Valutazione dell'impatto ambientale); la conoscenza dei metodi e delle tecniche usate nella pianificazione urbana. Per la verifica del profitto degli studenti è richiesta l'elaborazione di un'analisi del sito e di un progetto, alla scala di quartiere urbano, nell'ambito del Laboratorio progettuale, a frequenza obbligatoria.

### Programma / Contenuti

1. Presentazione dei problemi della città e del territorio La città, il territorio, l'ambiente. La gestione del territorio come processo di piano. Il territorio come risorsa, come sistema di servizi e come ambiente complessivo. Gli strumenti della pianificazione e della progettazione urbanistica. L'evoluzione dei rapporti città/territorio: dalla città antica, alla città industriale, alla città diffusa. Le reti di città, il marketing urbano, la città sostenibile. 2. Trasformazioni territoriali ed evoluzione degli strumenti di governo del territorio L'evoluzione delle leggi urbanistiche in Italia e il quadro della normativa vigente. Livelli di governo del territorio: competenze e strumenti. La legislazione regionale in materia di territorio, ambiente, edilizia, con particolare riferimento alla Regione Emilia-Romagna. Gli strumenti per la tutela dell'ambiente e le procedure per la Valutazione di Impatto Ambientale. 3. Gli strumenti della pianificazione a scala locale. Il Piano Regolatore Generale: contenuti e modi di attuazione. I metodi di elaborazione, le analisi socioeconomiche, le analisi dell'ambiente fisico, l'analisi della struttura urbana. Il dimensionamento e la normativa. I Piani Particolareggiati, i piani di settore. Il rapporto piano-progetto. Le forme di concertazione fra iniziativa pubblica e privata. La valutazione ambientale e la valutazione economica. 4. Le esperienze di pianificazione a scala sovracomunale e regionale I rapporti fra economia, ambiente e organizzazione degli insediamenti. Le esperienze di pianificazione regionale in Italia e in Europa: i modelli tradizionali di pianificazione territoriale e il loro superamento. I rapporti fra Piano Territoriale, Piano Paesistico, Piani di settore. La pianificazione a scala provinciale e di area metropolitana. 5. Le tecniche dell'urbanistica L'analisi del sito: gli aspetti fisici, le caratteristiche dell'ambiente e del paesaggio, gli aspetti storico-culturali. L'analisi dei tessuti urbani ed extraurbani. Tutela e recupero nei centri antichi e nelle aree extraurbane. Gli standards e gli altri parametri per la regolazione dell'uso del suolo. Le componenti elementari del progetto urbano (i tipi edilizi ed urbanistici, gli spazi e i nodi del sistema delle comunicazioni, il progetto delle aree verdi, le opere di urbanizzazione, ecc.). Cartografie tematiche e sistemi informativi per la pianificazione. Il laboratorio progettuale e le esercitazioni Le esercitazioni applicative sono finalizzate a fornire gli elementi necessari per l'esperienza di progettazione che gli studenti dovranno svolgere nell'ambito del Laboratorio progettuale di Urbanistica, di cui è titolare per l'anno 2004/5 l'Ing. Maria Rosa Ronzoni. Secondo l'ordinamento, l'esperienza progettuale del Laboratorio è indispensabile per la formazione dello studente e per il superamento dell'esame. Il progetto riguarderà la riqualificazione di un'area urbana nell'area di Bologna (o di altre province della Regione); in tale area si studierà l'inserimento di attività integrate (residenza, servizi, commercio, uffici, verde, etc.), con l'obiettivo di definire una porzione di spazio urbano.

### Testi / Bibliografia

RONZANIG. VALUTAZIONE AMBIENTALE E PIANI URBANISTICI CLUEB BOLOGNA 1992  
 CAMAGNI A. PRINCIPI DI ECONOMIA URBANA E TERRITORIALE LA NUOVA ITALIA 1993  
 FIALE A. DIRITTO URBANISTICO 5<sup>a</sup> ED. ED. SIMONE MARCONI P. IL RESTAURO E L'ARCHITETTO MARSILIO ED. 1993 MONTI C. RIGUZZI G. PRATELLI A. SECONDINIP.  
 ANALISI E PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO RURALE ED. CLUEB BOLOGNA 1985  
 RIGUZZI G. ANALISI E PIANIFICAZIONE DEI TESSUTI URBANI. IL CASO DI BOLOGNA ED. CLUEB 1993 SECONDINI P. (A CURA DI) UN LABORATORIO PER LA PIANIFICAZIONE CLUEB BOLOGNA 2000 Benevolo L. Storia dell'architettura moderna Bari Laterza CAPP. III XI XV  
 CONCLUSIONE MONTI C. ELEMENTI DI URBANISTICA CLUEB BOLOGNA 2000);

**Metodi didattici**

Le lezioni teoriche (60 ore) sono accompagnate da esercitazioni (60 ore svolte dal titolare del corso), in cui vengono approfonditi gli aspetti pratici e professionali del progetto, e dall'attività di progetto svolta nel Laboratorio progettuale (60 ore), svolte da un altro docente, responsabile del Laboratorio.

**Modalità di verifica dell'apprendimento**

Le attività progettuali sono costantemente soggette a verifica; l'esame finale è orale e individuale, ed è svolto insieme con l'esame del Laboratorio progettuale, che consiste nella presentazione e discussione del progetto

**Strumenti a supporto della didattica**

Gli studenti possono utilizzare il Laboratorio didattico, presso l'Aula 04 della Facoltà di Ingegneria, attrezzato con 30 computer, rete internet, plotter e stampanti, selezione di libri e riviste utili per la progettazione, tavoli per revisioni e lavoro di gruppo.

**45168 - VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE PRIMARIE E SECONDARIE LS**

<b>Docente:</b>	BONOLI ALESSANDRA
<b>Corso di Laurea:</b>	0450 - Ingegneria per l'ambiente e il territorio 0453 - Ingegneria gestionale 0454 - Ingegneria meccanica
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Crediti:</b>	6

**Conoscenze e abilità da conseguire**

Sviluppare gli aspetti culturali, scientifici ed ingegneristici relativi alla valorizzazione e all'uso sostenibile delle materie prime e delle risorse primarie e secondarie.

In particolare vengono approfondite le seguenti tematiche:

la risorsa acqua, uso sostenibile e tecniche di riciclaggio e di valorizzazione;

caratterizzazione delle materie prime e dei materiali e dei processi di trattamento dei solidi di qualunque natura e provenienza (materie prime primarie e secondarie quali: minerali, inerti, materiali di riciclo e recupero, scarti di origine civile ed industriale);

cenni sui materiali e i fluidi energetici;

Ecobilancio, sistemi di gestione ambientale e valutazione del ciclo di vita delle materie prime e seconde.

Vengono sviluppati inoltre gli aspetti progettuali, energetici, di gestione, di controllo, di sicurezza e di impatto ambientale degli impianti per la produzione e il trattamento dei solidi, nonché l'ottimizzazione economica dell'intero ciclo produttivo e la valutazione dell'impatto ambientale ad essi connesso.

**Programma / Contenuti**

Programma del corso

Le risorse naturali e riciclate. Risorse rinnovabili e non rinnovabili. L'uso sostenibile delle risorse.

La risorsa acqua. Il ciclo dell'acqua, gli utilizzi e le tecnologie di incremento della risorsa idrica.

Il trattamento e il riciclaggio delle acque reflue.

I materiali solidi naturali e riciclati.

Classificazione delle materie prime e aspetti normativi.

Rappresentazione di un insieme di particelle solide, analisi e curve granulometriche.

Caratterizzazione e qualità dei materiali naturali e di sintesi.

Macinazioni speciali e micronizzazioni. Classificazioni e concentrazioni mirate ai materiali di dimensioni finissime. Studi avanzati sulle sospensioni solide.

Recupero di metalli dalle acque e dai suoli nonché da particolari tipologie di rifiuti solidi.

Definizione e recupero dei materiali riciclati.

Gli impianti di pretrattamento e di selezione dei rifiuti solidi. Le diverse fasi del trattamento: la riduzione delle dimensioni, la separazione, la compattazione. Valutazioni economiche delle operazioni di riciclaggio con recupero di materia e energia.

Il trattamento della frazione organica e il processo di compostaggio.

Recupero e riciclaggio dei materiali lapidei inerti derivanti da costruzione e demolizione (C&D).

Caratterizzazione dei rifiuti inerti lapidei; tipologie degli impianti di riciclaggio; le diverse fasi di trattamento. Certificazione ambientale degli impianti.

Il riciclaggio delle plastiche post consumo e dell'alluminio. Altri esempi di materiali riciclati (vetro, carta, ferro, pneumatici, ecc.)

Principali caratteristiche fisico-meccaniche e possibili campi di riciclaggio. Lo studio del ciclo di vita (LCA) per le materie prime riciclate.

### **Testi / Bibliografia**

Dispense fornite dal docente

### **Metodi didattici**

Il corso prevede esercitazioni in aula e in laboratorio, visite tecniche e seminari su argomenti specifici del programma.

In aula proiezione di lucidi con lavagna luminosa e di immagini al computer con video proiettore

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame orale

### **Strumenti a supporto della didattica**

Il corso prevede esercitazioni in aula e in laboratorio, visite tecniche e seminari su argomenti specifici del programma.

In aula proiezione di lucidi con lavagna luminosa e di immagini al computer con video proiettore.







€ 20,00

CB 4494

ISBN 978-88-491-3160-4



9 788849 131604