

*“SICUREZZA SUL LAVORO IN EDILIZIA A BOLOGNA E PROVINCIA:  
DATI E RIFLESSIONI SUL 2012.  
PREVENZIONE CADUTE DALL’ALTO E SICUREZZA LAVORI POST SISMA”*

*BOLOGNA, 8 MAGGIO 2013*

**SICUREZZA NEI CANTIERI POST SISMA E PREVENZIONE CADUTE DALL’ALTO**

Marco Bragadin  
Alma Mater Studiorum Università di Bologna

**Abstract**

*Si considerano i rischi presenti nei cantieri della ricostruzione delle aree colpite dal sisma dell’Emilia del 2012. Il rischio dovuto a crolli improvvisi e a cadute dall’alto a causa di eventuali scosse sismiche, anche di assestamento, è considerato dal punto di vista della sicurezza degli operatori di cantiere. La strategia proposta per la mitigazione dei rischi per la sicurezza dei lavoratori è basata sulla pianificazione dell’emergenza e sulla programmazione delle fasi di cantiere. Il metodo di programmazione proposto è quello dei diagrammi tempo/spazio, integrato con la contestuale definizione dei rischi con il metodo del Risk Mapping. Il programma operativo delle opere che ne deriva, quale ad esempio il programma delle demolizioni, consente di definire per le aree di lavoro i fondamentali rischi presenti in ogni fase costruttiva, come ad esempio quello del collasso intempestivo e quello di caduta dall’alto, e permette quindi la tempestiva azione preventiva e protettiva.*

**Introduzione: l’evento sismico e aree sismo genetiche**

Il terremoto è una vibrazione della crosta terrestre che, in funzione della sua localizzazione e intensità, può provocare danni anche ingenti alle strutture ed infrastrutture edili e impiantistiche del territorio antropizzato. I terremoti sono causati da improvvisi movimenti di masse rocciose all’interno della crosta terrestre e quindi sono in genere concentrati in zone ben precise, ovvero in prossimità dei confini tra le cosiddette placche tettoniche. La dislocazione delle placche a causa dei moti di convezione dentro il mantello posto sotto la crosta terrestre è la causa dei terremoti, che quindi possono essere interplacca, cioè ai confini delle placche, e intraplacca, ovvero all’interno delle placche della litosfera. Infatti, secondo la teoria delle tettonica delle placche la superficie della terra è modellata come se fosse composta da circa una dozzina di grandi placche tettoniche, che si muovono molto lentamente. In genere il movimento delle placche è lento e impercettibile se non con appositi strumenti, tuttavia nel caso di terremoto i movimenti avvengono improvvisamente e con effetti di estrema violenza.

La dislocazione delle placche è considerata la causa naturale fondamentale dei terremoti, soprattutto di quelli di maggiore intensità. Altre cause naturali possono essere il movimento magmatico all’interno di un vulcano, mentre cause generate dall’uomo possono essere l’accumulo di grandi masse di acqua nei bacini delle dighe e l’iniezione / estrazione di fluidi dalla crosta terrestre.

Per ridurre gli effetti dei terremoti e salvaguardare le vite umane la normativa per le costruzioni nazionale ha classificato il territorio italiano in quattro categorie sismiche a diversa severità, fondamentalmente in base all'analisi probabilistica della possibilità che un certo territorio venga interessato, entro un certo intervallo di tempo (in genere 50 anni), da un evento sismico che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003). A ciascuna zona viene attribuito un valore dell'accelerazione sismica in termini di accelerazione massima su roccia. Un aggiornamento dello studio di pericolosità è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006, che ha introdotto gli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche come riportato in tabella 1.

<i>zona sismica (Riclassificazione sismica OPCM 3274/03)</i>		<i>OPCM 3519/06 Accelerazione di picco su terreno rigido con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (<math>a_g</math>)</i>
1	Sismicità alta	$a_g > 0,25$
2	Sismicità media	$0,15 < a_g \leq 0,25$
3	Sismicità bassa	$0,05 < a_g \leq 0,15$
4	Sismicità molto bassa	$a_g \leq 0,05$

*Tabella 1: zone sismiche e accelerazione di picco*

Con l'entrata in vigore delle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008) per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento propria individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto (sulla base una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini comunali, su tutto il territorio nazionale) ed in funzione della vita nominale dell'opera. Più in generale il sito del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco presenta una mappa delle principali aree sismo - genetiche presenti sul territorio italiano (vedi figura 1) che sono le seguenti:

- Friuli: Trevigiana-Bellunese
- Imperiese: Lunigiana
- Garfagnana: Mugello
- Forlivese: Val Tiberina
- Anconetana: Umbro-Marchigiana
- Reatina: Abruzzese-Laziale
- Matese: Gargano
- Irpina-Lucana: Val d'Agri
- Arco Calabro: Stretto di Messina
- Sicilia Orientale: Belice

Per valutare l'intensità di un evento sismico si utilizzano le cosiddette scale macrosismiche che valutano la severità degli effetti di un terremoto tramite un valore numerico che ne sintetizza gli effetti: la scala Mercalli – Cancani – Sieberg (MCS), la scala Mercalli modificata (MM), la scala Medvedev – Karnik – Sponheuer (MSK). In Italia in passato la scala più diffusa era la MCS che indica gli effetti osservabili sui manufatti e sull'ambiente naturale attorno all'epicentro, che è il punto sulla superficie terrestre situato sulla verticale della zona dove si è verificato il sisma, detto ipocentro. La scala più usata attualmente è la scala Richter che misura la Magnitudo di un terremoto, intesa come misura della quantità di energia elastica emessa durante l'evento sismico. La scala Richter misura la quantità di energia liberata nell'ipocentro comparandola all'energia di una

carica di tritolo fatta esplodere nello stesso punto. Il valore numerico che sintetizza questa quantità di energia è detto Indice di Magnitudo.

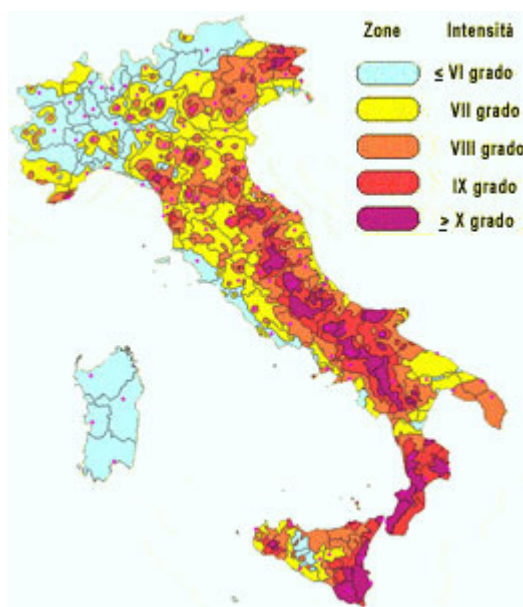


Figura 1: Principali aree sismo - genetiche nazionali (da [www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it))

Gli eventi sismici non sono prevedibili, ma spesso si osserva che il terremoto è preceduto da scosse premonitrici che inducono deformazioni del suolo, modificazioni nelle falde acquifere con conseguenti variazioni di portata, di regime e di torbidità delle sorgenti naturali e dei pozzi, emissioni di radon, diminuzione della resistività delle rocce, anomalie del campo elettrico e magnetico terrestre. Si possono osservare anche comportamenti irrequieti degli animali.

### Il sisma del 2012 in Emilia

Alle ore 02.30 UTC (04.30 locali) di domenica 20 maggio 2012 è stato registrato dalle reti sismiche nazionali ed internazionali un evento sismico di magnitudine locale ML 5.9 nel distretto sismico “*pianura padana emiliana*” ben risentito in tutta la penisola centro settentrionale, con epicentro nei pressi di Finale Emilia (MO). Il “Mainshock” è stato seguito dopo pochi minuti da un evento di ML = 5.1 e nelle successive 72 ore sono stati registrati ben 300 eventi di cui 13 di ML  $\geq$  4.0. La scossa è stata preceduta da un evento di ML = 4.1 alle ore 23.13 UTC del 19 maggio all’incirca nella stessa area. Il 29 maggio alle ore 7.00 UTC (09.00 locali) è avvenuta una nuova forte scossa di magnitudo ML = 5.8 che ha interessato principalmente la zona ovest dell’area colpita dalla sequenza (epicentro tra Mirandola, Medolla e San Felice sul Panaro). Ad essa sono seguiti nelle successive 24 ore più di 150 terremoti di cui 11 di ML  $\geq$  4.0 e 3 di ML  $\geq$  5.0. Durante il primo mese di sequenza si sono avuti ben 34 eventi di ML  $\geq$  4.0 di cui 7 di ML  $\geq$  5.0 (INGV, 2013).

I terremoti in Emilia hanno causato gravi danni alle costruzioni civili, rurali ed in industriali ed alle infrastrutture idrauliche. In particolare sono stati particolarmente danneggiati gli edifici industriali, capannoni con tecnologie costruttive riconducibili alla prefabbricazione in c.a.p. e gli edifici di vecchia costruzione quali chiese, edifici monumentali e residenziali di valore storico – testimoniale (castelli, agglomerati urbani dei centri storici).

Le vittime accertate del sisma durante l’evento principale del 20 maggio o quello successivo del 29 maggio sono state 27, di cui buona parte a causa dei crolli dei capannoni industriali. In particolare

ricordiamo a Mirandola i tre morti della Azienda BBG e la vittima della ditta Aries, a San Felice sul Panaro le tre vittime dell'azienda Meta, oltre ai quattro morti dell'azienda Haemotronic di Medolla, le due vittime del capannone di Cavezzo, e i quattro delle aziende Tecopress di Dosso, Ursa di Stellata e Ceramiche Sant'Agostino.

In particolare la scossa del 29 maggio ha causato il crollo della ditta Meta che ha colpito la squadra (di cui un ingegnere e due operai) che stava controllando la stabilità dei capannoni, e ha causato il crollo dei capannoni delle ditte BBG di San Giacomo ed Haemotronic di Medolla durante il consueto turno di lavoro causando la morte di sette persone in tutto.

## **La sicurezza dei lavoratori in caso di terremoto**

Il terremoto è una situazione di pericolo grave ed immediato che comporta l'abbandono e l'evacuazione dei luoghi di lavoro. Il terremoto è quindi una situazione di emergenza e come tale quindi deve essere prevista dal Piano di Emergenza aziendale o del cantiere. Infatti il testo unico sulla sicurezza sul lavoro D.lgs.81/08 e s.m.i. prevede al titolo I sez. VI tra gli obblighi del datore di lavoro e dei dirigenti quello della gestione dell'emergenza, ovvero (art. 18 c. t) l'obbligo di adottare le misure necessarie ai fini della prevenzione incendi e dell'evacuazione dei luoghi di lavoro, nonché per il caso di pericolo grave e immediato. Le misure preventive per l'emergenza devono essere adeguate alla natura dell'attività, alle dimensioni dell'azienda o dell'unità produttiva e al numero delle persone presenti.

Più specificamente (art. 43) il datore di lavoro è tenuto ad organizzare il / i servizi di emergenza aziendali, anche con i servizi pubblici competenti in materia di pronto soccorso e gestione dell'emergenza, individuando preventivamente i lavoratori incaricati delle misure per l'evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di pronto soccorso e comunque di gestione dell'emergenza.

Altro compito specifico è la progettazione della gestione dell'emergenza, ovvero:

- informare tutti i lavoratori che possono essere esposti ad un pericolo grave ed immediato circa le misure predisposte ed i comportamenti da adottare;
- programmare gli interventi, prendere provvedimenti e dare istruzioni affinché i lavoratori possano, in caso di pericolo grave e immediato che non può essere evitato, cessare la loro attività, o mettersi al sicuro abbandonando immediatamente il luogo di lavoro.
- prendere provvedimenti affinché qualsiasi lavoratore, in caso di pericolo grave ed immediato per la propria sicurezza ovvero per quella di altre persone e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, possa prendere le misure adeguate per evitare le conseguenze di tale pericolo.

Infine il datore di lavoro ha l'obbligo di astenersi, salvo eccezioni debitamente motivate, dal chiedere ai lavoratori di riprendere la loro attività in una situazione di lavoro in cui persiste un pericolo grave ed immediato.

Oltre a tutto quanto sopra esposto la normativa per la sicurezza individua anche i diritti e i doveri dei lavoratori in caso di pericolo grave e immediato:

- il lavoratore che, in caso di pericolo grave, immediato e che non può essere evitato, si allontana dal posto di lavoro ovvero da una zona pericolosa, non può subire pregiudizio alcuno e deve essere protetto da qualsiasi conseguenza dannosa;
- il lavoratore che, in caso di pericolo grave e immediato e nell'impossibilità di contattare il competente superiore gerarchico, prende misure per evitare le conseguenze di tale pericolo, non può subire pregiudizio per tale azione, a meno che non abbia commesso una grave negligenza;

- i lavoratori non possono, se non per giustificato motivo, rifiutare la designazione ad addetto del servizio di emergenza;
- i lavoratori addetti al servizio di emergenza devono essere formati, essere in numero sufficiente e disporre di attrezzature adeguate, tenendo conto delle dimensioni ovvero dei rischi specifici dell'azienda ovvero dell'unità produttiva.

Poiché il Piano di Emergenza è il documento aziendale che attua il sistema di emergenza deve essere adeguato a tutte le eventualità che possono comportare pericolo grave e imminente per i lavoratori come il terremoto. Quindi il Piano di Emergenza aziendale deve comprendere anche le misure di sicurezza e le procedure comportamentali in caso di evento sismico. Il coordinatore dell'emergenza, i responsabili e gli addetti alla gestione dell'emergenza devono gestire e coordinare tutte le azioni in caso di terremoto, e deve essere possibile abbandonare il luogo di lavoro in condizioni di sicurezza. Si specifica che il rientro ai luoghi di lavoro deve essere permesso solo previo accertamento da parte delle autorità competenti (Protezione Civile o Vigili del fuoco) della stabilità del fabbricato anche in previsione di ulteriori scosse.

### **Procedure di sicurezza standard per il Piano di Emergenza in caso di evento sismico in cantiere**

Strumento base per la gestione della sicurezza dei lavoratori in cantiere è quindi la redazione del Piano di Emergenza ed evacuazione dei lavoratori, contenuto obbligatoriamente ai sensi del allegato XV del D.Lgs. 81/08 nel Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto dal Coordinatore della sicurezza. Il piano di emergenza consiste in generale in un mansionario che riporta le istruzioni comportamentali per i lavoratori e i lavoratori addetti a compiti speciali in caso di pericolo. La pianificazione dell'esodo dei lavoratori in caso di emergenza costituisce una parte fondamentale del piano di emergenza, infatti compito specifico dei coordinatori per la progettazione è progettare un sistema di vie di circolazione e di uscita del cantiere che consenta un rapido egresso in caso di evento sismico.

Di seguito si riportano delle procedure di emergenza standard che abitualmente sono prescritte in caso di emergenza terremoto nei luoghi di lavoro, adattate al caso di terremoto in un cantiere edile. Un importante riferimento è costituito dalle "Linee guida per la tutela della sicurezza e salute dei lavoratori a seguito di Evento Sismico" emesse dalla CGIL di Pesaro (2012).

#### *Prima del terremoto*

Identificare tutti gli elementi che in caso di scossa sismica possono costituire un pericolo, quali strutture instabili o danneggiate, oggetti, macchine o attrezzature che possono cadere, gru, ponteggi e impalcature, strutture in fase di montaggio. Per i cantieri in cui ci siano già stati crolli parziali delle strutture di copertura o dei solai, e per i quali il problema non è appunti di agibilità ma di accesso temporaneo in sicurezza al fabbricato per recuperare macchinari, documentazione, merci o materiali, o per realizzare opere di consolidamento o di messa in sicurezza, il riferimento fondamentale è costituito dalle istruzioni per la realizzazione delle opere provvisorie di Vigili del Fuoco: "Vademecum STOP – schede tecniche delle opere provvisorie per la messa in sicurezza post – sisma da parte dei Vigili del Fuoco". La procedura di messa in sicurezza deve essere attentamente studiata preventivamente realizzando un programma preciso e dettagliato delle operazioni da eseguire, verificando in ogni fase la sicurezza degli operatori ed il rischio residuo.

#### *Durante il terremoto*

1. In caso di evento sismico mantenere la calma e non farsi prendere dal panico. Cercare di tranquillizzare le persone presenti

## 2. In un luogo chiuso:

- Non precipitarsi al di fuori del fabbricato a meno che non ci si trovi a piano terra e ci sia un accesso diretto ad uno spazio aperto;
- Non usare scale o ascensori;
- Se si viene sorpresi da una scossa all'interno di un ascensore, fermarsi al primo piano possibile e uscire immediatamente;
- allontanarsi da oggetti o elementi che possono cadere, zone danneggiate o pericolanti, vetri, attrezzature, mobili pesanti, depositi e scaffalature, impianti elettrici sospesi, strutture, oggetti o materiali che possono cadere;
- cercare riparo nelle zone stabili della struttura portante del fabbricato, sotto travi solidarizzate, nel vano di una porta sotto una trave o inserita in un muro portante, nell'angolo tra due muri, sotto un tavolo o un solido impalcato;
- attendere che la scossa abbia termine;
- gli addetti all'emergenza, il personale tecnico e i preposti presenti in cantiere manterranno il controllo degli altri addetti invitandoli alla calma e a rispettare i comportamenti prescritti.

## 3. All'aperto

- dirigersi verso spazi aperti e ampi;
- allontanarsi dal cantiere, da edifici, strutture, terrapieni, opere provvisorie, gru e attrezzature, linee elettriche, muri di recinzione;
- se possibile raggiungere il punto di ritrovo sicuro previsto per l'esodo dei lavoratori.

## 4. In auto, nel mezzo di trasporto:

- rallentare e fermarsi a bordo strada, mai nei sottopassaggi;
- restare lontani da ponti, cavalcavia, terreni franosi e linee elettriche;
- attendere in auto che la scossa abbia termine.

### *Dopo il terremoto*

- Abbandonare il cantiere/l'azienda seguendo le vie di esodo prescritte;
- i preposti e gli addetti all'emergenza si accerteranno che tutti gli addetti abbiano abbandonato il luogo di lavoro
- se è possibile, prima di abbandonare i luoghi di lavoro mettere in sicurezza impianti, attrezzature e lavorazioni;
- raggiungere il luogo di ritrovo, in uno spazio aperto lontano dall'edificio e da strutture pericolanti;
- non usare il telefono se non per reali esigenze di soccorso;
- non usare automezzi per lasciare le strade libere per i soccorsi;
- attendere nel luogo sicuro individuato.

## **La prevenzione nei cantieri post-sisma**

Dal punto di vista operativo possiamo individuare due tipologie di cantieri post – sisma. Nella prima categoria rientrano i cantieri oggetto di interventi urgenti di messa in sicurezza nei momenti subito successivi all'evento sismico, interventi coordinati dalla Protezione Civile e dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. Si tratta di lavori la cui esecuzione immediata è necessaria per

prevenire incidenti imminenti dati da ulteriori crolli tramite realizzazione di opere provvisorie. La realizzazione di queste opere è effettuata dal personale specializzato dei Vigili del Fuoco anche sulla base del “Manuale delle Opere Provvisorie – L’intervento tecnico urgente in emergenza sismica” (NCP, VVFF 2010) e del relativo “Vademecum STOP – schede tecniche delle opere provvisorie per la messa in sicurezza post sisma da parte dei Vigili del Fuoco” (NCP, VVFF 2010).

La seconda categoria riguarda i cantieri edili di ricostruzione a seguito degli eventi sismici, che sono sostanzialmente cantieri edili ordinari e che quindi sono realizzati, dal punto di vista operativo, seguendo le ordinarie regole del D.lgs. 81/08 e s.m.i., il cd. Testo Unico per la sicurezza sul lavoro. Per la realizzazione di questi cantieri di ricostruzione a seguito degli eventi sismici dell’Emilia nel 2012 un fondamentale riferimento sono le “Indicazioni per la realizzazione in sicurezza di interventi su edifici danneggiati dal Sisma” del Servizio Sanitario Regionale Emilia Romagna (2012), oltre alle già citate linee guida della CGIL di Pesaro (2012).

Nell’ambito di questa tipologia di cantieri si inseriscono le considerazioni che seguono realizzate anche in base alla documentazione del caso di studio della ricostruzione dell’edificio industriale della ditta SERITAL s.r.l. di San Felice sul Panaro (MO) (figura 2), fornita dall’Ing. Giovanni Castellazzi del DICAM nell’ambito della collaborazione interdipartimentale all’interno della Scuola di Ingegneria e Architettura dell’Università di Bologna.



*Figura 2. Edificio SERITAL danneggiato dal sisma del 2012*

La prima fase di questi cantieri comporta in genere una parziale o completa demolizione delle parti strutturali e non strutturali crollanti a seguito dei danneggiamenti provocati dal sisma. E’ questa in realtà la fase più critica, anche perché comporta l’esecuzione di operazioni con il rischio di collasso

intempestivo, anche a seguito di eventi sismici successivi (i cosiddetti “aftershock”) di intensità minore ma molto frequenti che possono perdurare anche alcuni anni a seguito del terremoto. Spesso sono necessarie lavorazioni in quota che possono essere svolte in sicurezza nelle aree accessibili dalle piattaforme di lavoro elevabili. La stabilità di queste attrezzature può essere però compromessa a causa di un evento sismico.

Per quanto riguarda il progetto e l’esecuzione della fase di demolizione, la normativa (d.lgs. 81/08 titolo IV, Capo II e Sezione VIII) prevede tre fasi:

1. Una prima fase conoscitiva e preliminare: ispezione e rafforzamento delle strutture (art.150 c.1 e c.2):
  - “prima dell’inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire;”
  - “in relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi;”
2. Una seconda fase di pianificazione: la redazione del programma delle demolizioni, il cosiddetto “Ordine delle Demolizioni” (art. 151 c.2), già previsto dal 1956 nel previgente DPR 164/56:
  - “la successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza”;
3. La terza fase è l’esecuzione della demolizione secondo il piano (art. 151. c1), in area segregata (art. 154 c.1 e c.2):
  - “i lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti”;
  - “nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti”;
  - “l’accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall’alto”.

Oltre a questo nel Testo Unico sono prescritte le consuete misure di sicurezza in tema di prevenzione dei rischi di caduta dall’alto, inalazione di polveri, misure per il convogliamento del materiale di demolizione e demolizione per trazione o spinta. Altri obblighi applicabili da normativa sono relativi all’accesso sicuro ai luoghi di lavoro ed alla possibilità di abbandonare velocemente la postazione di lavoro in caso di pericolo.

Ai fini della sicurezza dei lavoratori è quindi di fondamentale importanza redigere un accurato programma delle demolizioni. I contenuti di questo documento, che deve essere obbligatoriamente incorporato nel Piano Operativo di Sicurezza possono essere i seguenti.

1. Descrizione dell’opera da demolire:
  - a. anagrafica del cantiere (soggetti interessati e responsabili)
  - b. localizzazione dell’opera da demolire
  - c. planimetrie ed elaborati grafici;
  - d. informazioni utili alla demolizione (es. attività svolte nel fabbricato nei casi non residenziali);
  - e. strutture collabenti e/o danneggiate a rischio di collasso strutturale;



- f. individuazione e sezionamento degli impianti tecnologici di distribuzione energia elettrica, gas, acqua all'interno del fabbricato
  - g. individuazione sottoservizi e linee aeree esterne (enel / telecom), serbatoi interrati, pozzi e zone di pericolo.
2. Interferenza con opere e/o infrastrutture limitrofe
    - a. individuazione delle aree di rispetto e dei percorsi alternativi per l'accesso ai fabbricati limitrofi, strutture per la protezione del transito a piedi o con veicoli;
    - b. rischi e misure preventive per i terzi non interessati dalle opere
    - c. descrizione e progetto opere di puntellatura, protezione e rinforzo di opere adiacenti;
  3. Progetto della demolizione:
    - a. tecniche di demolizione, personale addetto e attrezzature impiegate;
    - b. opere provvisoriale e puntellature;
    - c. rischi e misure preventive per gli operatori, DPI;
    - d. vie di circolazione e di accesso ai luoghi di lavoro;
    - e. vie di fuga e luoghi di ritrovo;
    - f. accesso mezzi di soccorso.
  4. Fasi di lavoro:
    - a. descrizione delle singole fasi di lavoro, procedure, operatori e attrezzature, rischi e misure preventive, DPI e DPC (WBS/LBS);
  5. Cronoprogramma delle demolizioni:
    - a. individuazione della sequenza delle fasi di demolizione;
    - b. stima delle durate delle fasi di lavoro e della intera demolizione.
    - c. cronogramma Grafico: cronogramma a barre (Gantt) o diagramma spazio/tempo (flowline).

### I diagrammi spazio – tempo e la Location Breakdown Structure

I diagrammi spazio - tempo (o diagrammi a ferrovia) sono grafici che consentono di rapportare l'esecuzione delle attività in relazione alla localizzazione di svolgimento della stessa (Bragadin, 2008).

Per le opere puntuali si tratta normalmente di grafici che riportano in ordinata lo spazio, ad esempio i vari piani dell'edificio, ed in ascissa il tempo di esecuzione (figura 3).

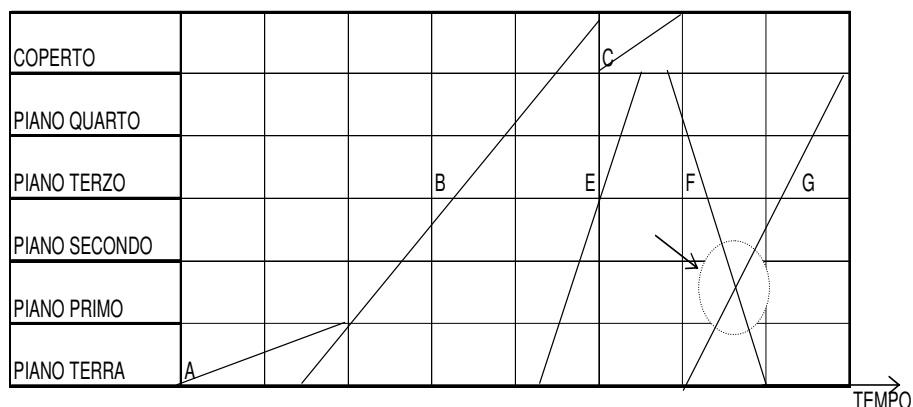


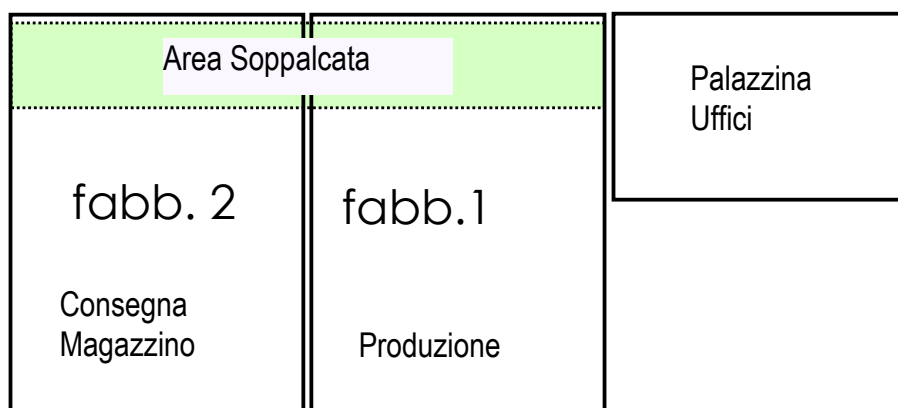
Figura 3 Diagramma tempo – spazio per opera puntuale

I compiti di lavoro o le attività, sono rappresentate come linee, *flow-line*, secondo i principi generali del metodo delle Line Of Balance (LOB).

Se la definizione delle localizzazioni dove sono svolte le attività avviene in modo gerarchico, allora si può definire una Location Breakdown Structure (LBS). La LBS è una rappresentazione

gerarchica delle localizzazioni che consente di classificare, aggregare e disaggregare le aree di lavoro dell'opera in costruzione secondo la logica produttiva. Il layout dell'edificio industriale oggetto di studio è rappresentato in figura 4. La LBS per il caso di studio è la seguente:

1. Edificio industriale
  - 1.1. Palazzina Uffici
  - 1.2. Capannone industriale
    - 1.2.1. Copertura
      - 1.2.1.1. copertura fabbricato 1
        - 1.2.1.1.1. area crollata
        - 1.2.1.1.2. area non crollata
      - 1.2.1.2. copertura fabbricato 2
        - 1.2.1.2.1. area crollata
        - 1.2.1.2.2. area non crollata
    - 1.2.2. Pannelli di involucro
      - 1.2.2.1. lato sud
      - 1.2.2.2. lato nord
      - 1.2.2.3. lato est
      - 1.2.2.4. lato ovest
    - 1.2.3. pannelli interni
    - 1.2.4. soppalco
      - 1.2.4.1. soppalco fabbricato 1
        - 1.2.4.1.1. piano terra
        - 1.2.4.1.2. piano primo
      - 1.2.4.2. soppalco fabbricato 2
        - 1.2.4.2.1. piano terra
        - 1.2.4.2.2. piano primo



accesso principale - facciata sud

Figura 4 Layout edificio industriale danneggiato dal sisma

### La mappatura dei rischi nel layout del cantiere e il cronoprogramma operativo

Il procedimento di mappatura dei rischi nel layout del cantiere è un metodo per migliorare la sicurezza dei lavoratori poco usato nell'industria delle costruzioni. Il "risk mapping" è un metodo che coinvolge tutto il personale addetto al cantiere in un processo partecipativo di localizzazione e

analisi dell'impatto dei rischi per la sicurezza attraverso l'uso di una planimetria di cantiere (Gambatese e Stewart, 1999). La planimetria, o meglio, il layout del cantiere rappresenta uno strumento visivo che tutto il personale può comprendere e utilizzare per analizzare i rischi in modo efficiente. La planimetria del cantiere viene usata come strumento base per attivare discussioni aperte, partecipative, finalizzate all'eliminazione dei rischi. Le misure di sicurezza devono poi essere riportate sulla planimetria e quindi realizzate attraverso il piano di lavoro, crono programma e POS.

Il metodo originario, elaborato dal LOSH (Labor Occupational Health and Safety program University of California Los Angeles), comporta sette passi. Di seguito se ne fornisce una versione adattata al contesto produttivo nazionale:

1. identificazione del gruppo di persone, lavoratori, dirigenti e addetti alla sicurezza del cantiere per realizzare il metodo, in particolare interessare il personale che dovrà lavorare insieme;
2. definizione, in base al PSC e al POS, dei rischi relativi ai pericoli presenti in cantiere, e distribuzione di un questionario ai lavoratori che comprenda la descrizione dei pericoli e della loro localizzazione;
3. distribuzione del questionario tra i lavoratori. Il gruppo di addetti dovrà essere omogeneo o è perché appartenenti ad una stessa squadra o mansione o perché coinvolti nella stessa fase di lavoro. Il gruppo deve condividere i principali rischi del cantiere;
4. Trasferire i risultati dai questionari nelle planimetrie di cantiere. Si indicano i rischi di tipo fisico con un rombo rosso (◊), un cerchio blu (○) per i rischi di tipo chimico, e un quadrato verde per i rischi di altro tipo, es. ergonomici (□). L'intensità del rischio è proporzionale alla dimensione del simbolo. Si può indicare la frequenza come il numero di lavoratori esposti all'interno del simbolo. A lato della planimetria si possono inserire delle note che riguardano la normativa per la sicurezza per i rischi individuati.
5. La planimetria con i rischi è discussa in una riunione con i lavoratori. Si devono incoraggiare le modifiche e le integrazioni.
6. Gli addetti possono proporre soluzioni specifiche per minimizzare o ridurre i rischi, e giungere ad un accordo sulle aree che necessitano prioritariamente azioni correttive.
7. Si proceda con le operazioni di cantiere, dopo aver realizzato le ulteriori misure di sicurezza individuate dalla procedura. La mappa dei rischi deve essere aggiornata per registrare i miglioramenti ottenuti.

Nel Caso di Studio del Paris Hotel and Casino Project di Las Vegas (Gambatese e Stewart, 1999) sono state sviluppate due tipologie di planimetrie, una generale del cantiere ed una specifica per ogni piano, che riportavano i pericoli più frequenti. I pericoli erano suddivisi in due categorie:

- pericoli originati dal luogo di lavoro (individuati con un rombo rosso (◊));
- pericoli originati dalle procedure di lavoro (individuati con un cerchio blu (○));

ed individuati sulle planimetrie. I pericoli di natura più diffusa sono stati semplicemente riportati ai margini delle planimetrie.

Nel cantiere del caso di studio i fondamentali rischi individuati sono i seguenti:

1. Cadute di persone e oggetti:
  - cadute dall'alto di persone
  - caduta materiale dall'alto
2. Collasso strutturale
  - seppellimento, sprofondamento (dovuti da crolli e cedimenti strutturali);

3. Mezzi meccanici
  - investimento (da parte dei mezzi meccanici/mezzi d'opera;)
4. Rischi fisici
  - Elettrocuzione
  - Rumore
  - Vibrazioni
5. Rischi di altro tipo
  - Polveri
  - Amianto
  - Movimentazione manuale dei carichi
  - Ferite, tagli per contatto con gli elementi meccanici in movimentazione e attrezzi
  - Postura
  - Incendio

Di conseguenza la mappatura dei rischi nel cantiere in esame può essere del tipo rappresentato in figura 5.

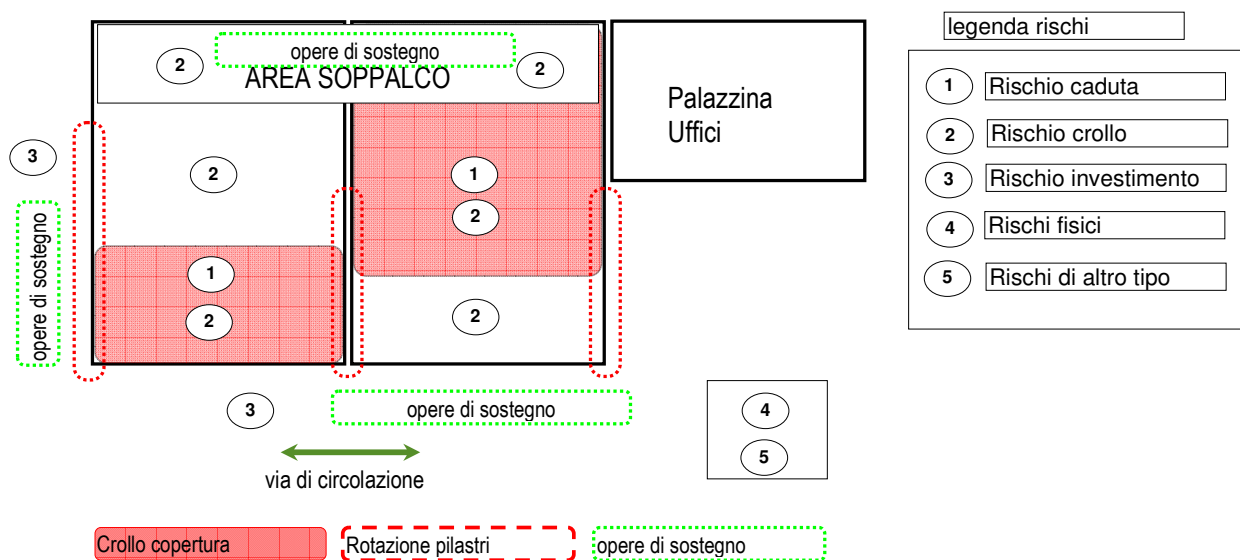


Figura 5: Mappatura dei rischi in cantiere per il caso di studio

Il cronoprogramma operativo che sintetizza il cronoprogramma delle demolizioni, inteso come sola descrizione della sequenza delle fasi di lavoro, può quindi essere redatto in forma tradizionale con un diagramma di Gantt (figura 6), o in base alle localizzazioni delle attività e tenendo conto della mappatura dei rischi nel layout con un diagramma Flow Line, basato sulla Location Breakdown Structure (Kenley, Seppanen, 2010) ed integrato con i fondamentali rischi per le localizzazioni (figura 7). La scelta di un metodo di programmazione più dettagliato come il diagramma tempo/spazio integrato con i rischi costituisce certamente un supporto importante per l'attività gestionale e di prevenzione del cantiere.

## Conclusioni

La mitigazione dei rischi aggiuntivi per gli operatori impegnati nei cantieri della ricostruzione post – sisma dell'Emilia del 2012 può essere affrontata su base procedurale sostanzialmente secondo due

linee di azione. La prima riguarda le istruzioni comportamentali specifiche ai lavoratori in caso di evento sismico, contenute nel Piano di Emergenza del cantiere ed adeguatamente integrate, e la seconda tramite la definizione di idonee procedure di lavoro pianificate e controllate sulla base del crono programma delle demolizioni e delle fasi di costruzione dell'intera opera. In particolare si ritiene che la tecnica di programmazione tempo/spazio basata sulle localizzazioni, integrata con una procedura di risk mapping, possa rivelarsi estremamente utile per la definizione delle sequenza delle fasi di lavoro che garantisca il minimo livello di rischio residuo possibile per gli operatori.

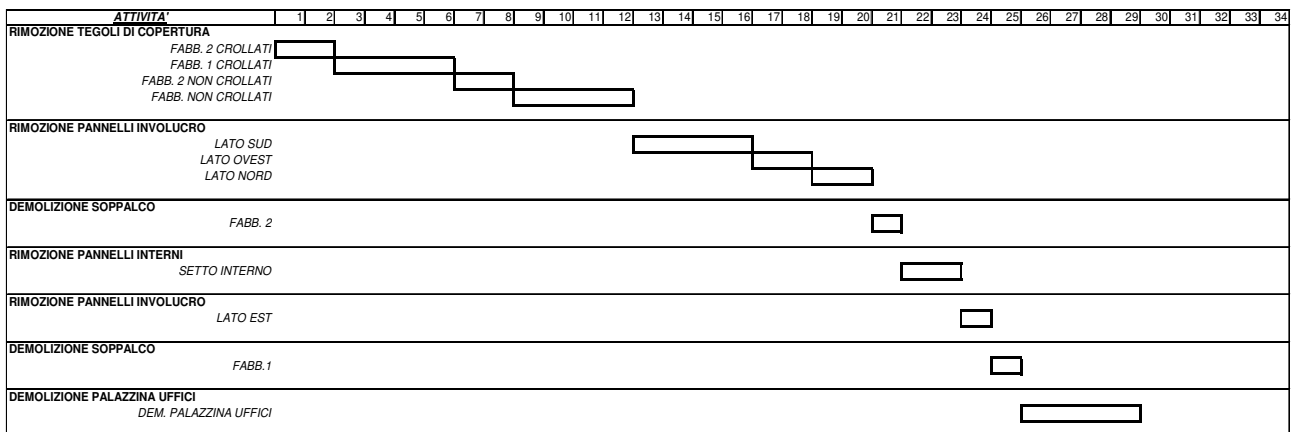
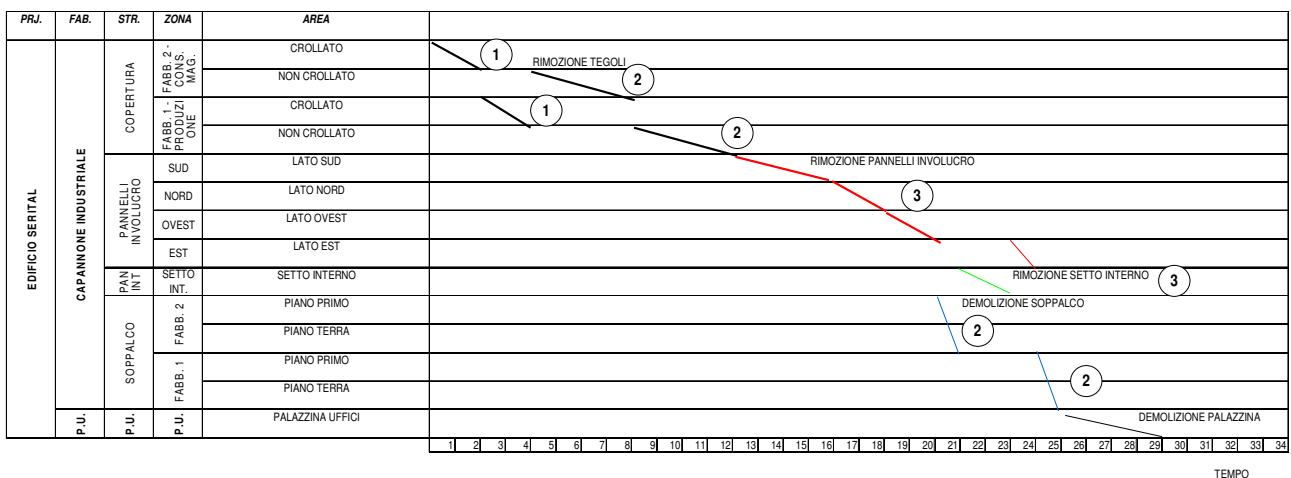


Figura 6: diagramma di Gantt per la fase di demolizione



(X) RISCHI SICUREZZA

Figura 7: programma delle demolizioni con il diagramma flow-line con rischi fondamentali

## Riferimenti

Bragadin M. (2008) La programmazione dei lavori con i metodi reticolari. Maggioli Rimini.

CGIL Pesaro (2012) Linee guida per la tutela della sicurezza e salute dei lavoratori a seguito di Evento Sismico. [www.cgil.it](http://www.cgil.it) (accesso aprile 2013).

Ciribini A., Rigamonti G., (1999), Time/Space chart drawing techniques for the safety management. Proceedings of the Second International Conference of CIB working commission W99: Implementation of safety and health on Construction Sites, Hawaii, pp25-32, Balkema, Rotterdam NL.

Gambatese J. A., Stewart P.J., (1999), Application of Risk Mapping to Construction Project Jobsites, Proceedings of the Second International Conference of CIB working commission W99: Implementation of safety and health on Construction Sites, Hawaii, pp 785-792, Balkema, Rotterdam NL.

Gruppo di Lavoro NCP, S. Grimaz (coord.) (2010). Manuale delle Opere Provvisorie – L'intervento tecnico urgente in emergenza sismica. Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco – Ministero dell'Interno, Roma 408 pp.

Gruppo di Lavoro NCP, S. Grimaz (coord.) (2010). Vademecum STOP – schede tecniche delle opere provvisorie per la messa in sicurezza post sisma da parte dei Vigili del Fuoco. Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco – Ministero dell'Interno, Roma 120 pp.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV (2013) Quaderno di Geofisica n. 110/2013 INGV

Kenley R., Seppänen O. (2010) Location-Based Management for Construction, Spon Press, U.K.

Servizio Sanitario Regionale Emilia Romagna (2012) Indicazioni per la realizzazione in sicurezza di interventi su edifici danneggiati dal Sisma. [www.tavolotecnico.net](http://www.tavolotecnico.net) (accesso aprile 2013)