

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITA' DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale Magistrale

PROGETTO DI VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE PRIMARIE E SECONDARIE

RICICLO E RIUSO DEI BANNER PUBBLICITARI

Anno Accademico 2019-2020

INDICE

INTRODUZIONE	3
COMPOSIZIONE DEI BANNER E FILIERA PRODUTTIVA	3
<i>Processo di lavorazione dei banner pubblicitari</i>	4
SMALTIMENTO E IMPATTI AMBIENTALI	4
SOLUZIONI ALTERNATIVE: progettazione a basso impatto ambientale	5
<i>SOLUZIONE 1: Banner solo di poliestere</i>	5
<i>SOLUZIONE 2: uso di materiali a sostituzione del PVC e del poliestere</i>	5
<i>SOLUZIONE 3: tecnologie di riciclaggio non convenzionali</i>	6
CARATTERISTICHE TECNICHE DEI BANNER	7
PRESENTAZIONE DEL PROTOTIPO E ANALISI TECNICHE	8
IDEE PER POSSIBILI IMPIEGHI	9
CONCLUSIONE	9
SITOGRAFIA	10

INTRODUZIONE

Al giorno d'oggi, il riciclo della plastica è una tematica molto sentita a causa della crescente sensibilità delle persone nei confronti degli impatti che questo tipo di materiale sta avendo non solo in termini di quantità di rifiuti ma anche in termini di inquinamento ambientale.

Sebbene la plastica sia sempre stata considerata un materiale facilmente riciclabile, in realtà oggi molti prodotti vengono realizzati con materiali misti al fine di ottenere maggiori prestazioni del prodotto finito. Tuttavia, i criteri di progettazione focalizzati sulle performance finiscono per non tener conto dell'impatto ambientale che i prodotti realizzati possono generare in quanto sono difficili da riciclare e rendono obbligata la scelta dello smaltimento come rifiuti.

Un esempio è il caso dei banner pubblicitari dove le caratteristiche di sostenibilità sono state sacrificate per soddisfare le specifiche tecniche richieste dall'utilizzo per cui essi sono pensati.

Per questo motivo abbiamo colto la proposta dell'Università di pensare soluzioni possibili per riciclare o dare una seconda vita a questi materiali.

COMPOSIZIONE DEI BANNER E FILIERA PRODUTTIVA

I banner pubblicitari sono classificati come prodotti multi-componente poiché sono caratterizzati dall'impiego di due materiali diversi: il poliestere e il PVC. Possiedono una struttura laminata a tre strati in cui il tessuto di poliestere è inserito tra i film di PVC.

Il tessuto in poliestere conferisce rigidità e durata, mentre i film in PVC offrono flessibilità e consentono lo stampaggio digitale a basso costo dei banner.

Il **poliestere** è una fibra Man Made tra le più diffuse al mondo, inventato negli anni 40 e messo in commercio dal colosso americano Du Pont nel 1946.

Tale polimero è formato da una catena di "esteri" cioè composti organici ottenuti dalla reazione di un acido con alcol. Ad alta temperatura e sottovuoto avviene una reazione di policondensazione in cui si forma il poliestere sotto forma di granulato, il Master Batch Chips (piccoli pezzi di plastica).

Il poliestere è usato nei tessuti ad alte performance: elasticità, termoregolazione, traspirazione, resistenza e impermeabilità lo rendono un filato particolarmente versatile. Questi tessuti sono facilmente lavabili in quanto non trattengono lo sporco. Infine, attraverso modifiche alla struttura chimica, è possibile aumentarne la resistenza al fuoco (Poliestere FR).

Il **policloruro di vinile**, noto come PVC, è una delle materie plastiche più utilizzate al mondo. Questo polimero si ottiene dalla polimerizzazione del cloruro di vinile e risulta essere formato per il 57% da cloro e per il restante 43% da carbonio ed idrogeno.

In particolare, durante il processo di produzione del PVC, il cloro viene fatto reagire con l'etilene per formare il dicloroetano (EDC) e successivamente il cloruro di vinile monomero (CVM). Infine, le molecole di CVM vengono polimerizzate per formare una resina che si presenta come una polvere bianca.

Durante il processo di formazione vengono aggiunti al polimero additivi, come stabilizzanti, plastificanti, lubrificanti, cariche inerti e pigmenti, che permettono di conferire al PVC specifiche caratteristiche fisico-meccaniche allo scopo di dare le idonee caratteristiche prestazionali a seconda dell'utilizzo che ne viene fatto.

Processo di lavorazione dei banner pubblicitari

1 MATERIALE DI BASE	2 MATERIALE SEMILAVORATO	3 MATERIALE FINITO	4 CONFEZIONAMENTO MEMBRANA	5 INSTALLAZIONE, MANUTENZIONE E DISMISSIONE
ESTRUSIONE <ul style="list-style-type: none">▶ estrusione fibre▶ estrusione film	TESSITURA <ul style="list-style-type: none">▶ tessitura a intreccio▶ tessitura weft inserted	RIVESTIMENTO <ul style="list-style-type: none">▶ spalmatura▶ laminazione▶ impregnazione FINISSAGGIO <ul style="list-style-type: none">▶ laccatura▶ stampa	TAGLIO <ul style="list-style-type: none">▶ patterning e fitting▶ esecuzione taglio GIUNZIONE <ul style="list-style-type: none">▶ cucitura▶ saldatura▶ giunzione mista▶ incollaggio▶ morsettatura▶ formatura cuscini▶ legatura	INSTALLAZIONE <ul style="list-style-type: none">▶ imballaggio e trasporto▶ assemblaggio▶ collaudo MANUTENZIONE <ul style="list-style-type: none">▶ pulitura▶ riparazione in situ▶ sostituzione DISMISSIONE <ul style="list-style-type: none">▶ smaltimento▶ riuso▶ riciclo

Materiale di base

Principalmente, le fibre Man Made vengono realizzate per estrusione. Le fibre di poliestere sono prodotte attraverso la filatura per fusione mediante impianti che si occupano di trasformare i granuli in filato. I Master Batch Chips vengono fusi a 280°C, estrusi, filati e infine raffreddati fino a formare un unico filo che viene stirato ed avvolto sulla rocca.

I filati in poliestere possono subire delle lavorazioni speciali (testurizzazioni, trattamenti termico-meccanici) per aumentare le caratteristiche prestazionali.

Materiale semilavorato

I fili di poliestere ottenuti, vengono combinati a formare tessuti mediante la tessitura. In generale, per le fibre di poliestere rivestite con PVC viene utilizzata la tessitura weft inserted in modo da ridurre l'elasticità eccessiva e dare al tessuto la stabilità adeguata. In questa tecnica, i filamenti della trama sono solo appoggiati a quelli dell'ordito e vengono in un secondo momento cuciti con un filo leggero che conferisce maggiori stabilità.

Materiale finito

Per migliorare le prestazioni, il tessuto di base di poliestere viene ricoperto su entrambe le superfici da PVC attraverso spalmatura o laminazione.

Infine, sullo strato esterno vengono solitamente effettuate delle operazioni di finissaggio tra cui la laccatura che permette di migliorare proprietà quali la resistenza agli agenti atmosferici e la facilità nelle operazioni di pulitura, e lo stampaggio che permette di migliorare la qualità estetica oltre che renderle un supporto informativo e pubblicitario.

SMALTIMENTO E IMPATTI AMBIENTALI

La presenza di due materiali differenti contribuisce a rendere difficile la possibilità di riciclare il banner. Infatti, l'accoppiamento di poliestere e PVC rende difficile la scissione dei singoli materiali e quindi il loro recupero quando il banner ha raggiunto il termine del suo utilizzo. Per questo motivo, per comodità spesso viene trattato come un rifiuto e dunque smaltito in discarica o viene incenerito. A tal proposito, ci siamo recati presso l'Isola Ecologica di Modena per chiedere come venisse classificato il banner. L'operatore ecologico ci ha indicato la zona dei rifiuti ingombranti.

Nel caso dello smaltimento in discarica, sia la componente in poliestere che quella in PVC rimangono praticamente inerti non causando specifici impatti se non quelli della discarica stessa.

Inoltre, lo smaltimento può avvenire tramite incenerimento. Tale soluzione comporta notevoli problematiche riguardanti le emissioni nocive in atmosfera. Per questo motivo, i termovalorizzatori risultano essere più appropriati in quanto permettono di sfruttare il contenuto energetico dei componenti plastici.

Per quanto riguarda l'incenerimento, vengono prodotti gas che rimangono in piccole quantità nella cenere e si formano diossine dovute alla presenza di cloro nel PVC.

SOLUZIONI ALTERNATIVE: progettazione a basso impatto ambientale

Confrontando la ridottissima vita utile di un banner (durata di un evento circa 1-2 mesi) con la potenziale durata dei materiali che lo compongono si comprende la rilevanza del problema dal punto di vista dell'impatto ambientale. Si può affermare che le caratteristiche di resistenza che lo contraddistinguono risultano sproporzionate per l'utilizzo che se ne fa e ciò ci fa pensare che la soluzione migliore per aumentare la sostenibilità ecologica di tale prodotto sia quella di una riprogettazione completa che preveda l'utilizzo di materiali anche meno resistenti ma più facilmente recuperabili. In seguito vengono proposte alcune delle soluzioni di riprogettazione del banner che hanno l'obiettivo di ridurre la produzione del rifiuto e facilitano il recupero dei materiali.

SOLUZIONE 1: Banner solo di poliestere

Privilegiando l'uso di una singola fibra sintetica, il poliestere, si ottimizza la riciclabilità del prodotto che in questo modo può seguire il flusso di riciclo specifico di questo polimero. Come tutti i prodotti plastici, il poliestere può seguire due modalità di riciclo:

- Tramite processi meccanico-termici: gli input sono materiali PET (es. scarti di processi industriali tessili, reti da pesca, bottiglie e, nel nostro caso, i banner pubblicitari) che attraversano una fase di lavaggio della plastica, vengono sminuzzati in piccole parti, i granuli vengono fusi con granuli vergini e infine si ha l'estrusione e filatura. L'output che si ottiene in questo caso è una fibra poliestere di bassa qualità.
- Tramite processi chimici di deep polymerization: si scompone il polimero nei monomeri originali che possono così essere impiegati di nuovo per l'estrusione e la filatura andando a realizzare filati di elevata qualità pronti per successive rilavorazioni di tessitura. Questo processo ha però un elevato fabbisogno energetico del processo.

SOLUZIONE 2: uso di materiali a sostituzione del PVC e del poliestere

Pensando di riprogettare il banner con materiali più adatti alla ridotta vita utile di un banner e aventi un minor impatto ambientale si possono adottare filati di nuova generazione come quelli di derivazione naturale.

Tra quelli già presenti sul mercato da molti anni c'è il **rayon**, un filato che ha la consistenza simile a quella della seta. In realtà è un filato semi-sintetico, inventato dal chimico francese Hilaire de Chardonnet nel 1889, che però viene detto artificiale poiché è realizzato sulla base di cellulosa naturale (estratta dalle piante) ma poi trattata meccanicamente per estrusione e successivamente chimicamente. Questo materiale, però, non presenta buone caratteristiche di resistenza meccanica dunque potrebbe essere adatto solo a banner che vengono usati per eventi di brevissima durata.

Oggi si stanno studiando alternative alle fibre tessili convenzionali completamente biodegradabili. Alcuni ricercatori e imprenditori hanno ideato filati che si producono partendo da scarti alimentari come quelli della produzione del vino, zucchero, prodotti latticini.

In Italia è stato ideato un filato che si ottiene dagli scarti degli agrumi. Questi potrebbero essere alcuni esempi di materiali alternativi impiegabili per la produzione di banner ma che, a causa della loro recente ideazione, non siamo in grado di indicare se hanno i requisiti tecnici per le applicazioni dei banner.

SOLUZIONE 3: tecnologie di riciclaggio non convenzionali

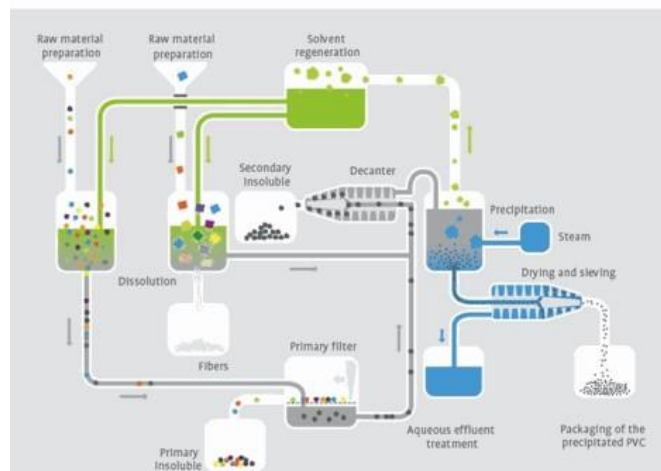
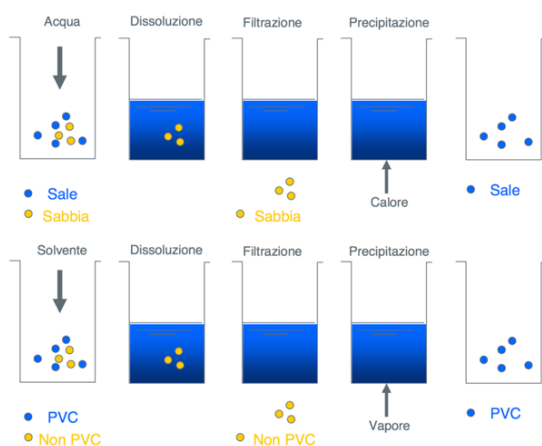
Le tecnologie moderne sono focalizzate sulla capacità di riciclare in modo economicamente sostenibile frazioni di post consumo miste e di difficile riutilizzo.

A tal proposito, nel 1998, Solvay ha ideato un processo che permette di separare la resina di PVC da altri materiali o impurità attraverso la dissolvenza chimica selettiva. In questo modo, è possibile riutilizzare entrambi i componenti del manufatto.

Attraverso questa tecnica, tutto il composto di PVC viene rigenerato senza la rottura delle molecole polimeriche.

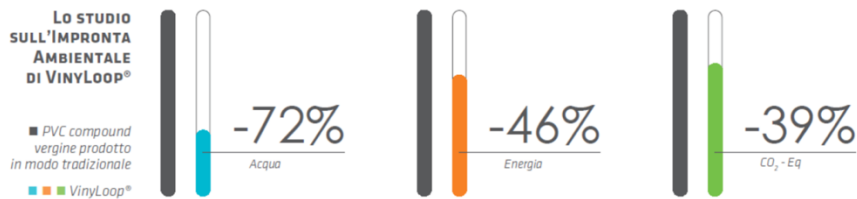
L'impianto basato sulla tecnologia sviluppata da Solvay è **Vinyloop**, implementato da un'azienda di Ferrara. All'interno di questo impianto scorre costantemente un solvente chimico che porta in soluzione solo la frazione di PVC. La tecnologia opera in un sistema a circuito chiuso in cui il solvente viene riciclato e si sviluppa nei seguenti stadi:

- dissoluzione: il solvente circola in un circuito chiuso e porta in soluzione la frazione PVC separandola dagli altri componenti del prodotto;
- filtrazione: le contaminazioni residue ancora presenti nella soluzione solvente + PVC vengono rimosse.
- precipitazione: la soluzione solvente + PVC viene convogliata in un serbatoio dove viene immesso vapore ad alta temperatura per consentire l'evaporazione del solvente e la precipitazione del PVC in una soluzione acquosa (slurry). Il solvente evaporato viene condensato e inviato ad un serbatoio di stoccaggio che lo reimmette nel circuito;
- essiccazione: dopo il recupero dell'acqua presente nello slurry, il PVC viene convogliato ad un essiccatore.



A partire dal 2009, l'azienda di Ferrara ha implementato il processo **Texyloop**, un'estensione di Vinyloop che permette il riciclo dei tessuti in poliestere spalmati di PVC. Tale processo si compone in 5 stadi, anche essi a circuito chiuso, che permettono di ottenere un compound di PVC e fibre di poliestere di elevatissima qualità.

Attraverso questi processi è possibile evitare di sprecare il 70% del compound di PVC senza sacrificare le prestazioni dei componenti. Inoltre, un recente studio sull'Analisi dei Ciclo di Vita (CLA) ha permesso di evidenziare che il PVC riciclato con la tecnica Vinyloop contribuisce a ridurre il riscaldamento globale del 39% e il fabbisogno di energia primaria del 46%, oltre che a risparmiare risorse primarie e, allo stesso tempo, diminuire i rifiuti che vengono inceneriti.



CARATTERISTICHE TECNICHE DEI BANNER

A partire da un campione che ci è stato fornito dall'università, abbiamo provato a individuare alcune caratteristiche tecniche dei banner pubblicitari. In particolare, il nostro campione è composto da:

- Filato: ordito Poliestere 1100 Dtex; trama Poliestere 1100 Dtex
- Spalmatura: PVC su entrambi i lati
- Finissaggio: laccato su due lati
- Gramatura 510 g/m²

Le caratteristiche tecniche ricavate dai test effettuati in laboratorio sono:

- Resistenza a trazione ((DIN 53354): ordito ca 280 DaN/5 cm; trama ca 280 DaN/5 cm)
- Resistenza allo strappo ((DIN 53363): ordito ca 30 DaN/5 cm; trama ca 30 DaN/5 cm)
- Resistenza alla luce ((DIB 53388): livello 7/8)
- Resistenza a temperature di esercizio: -30°C/+70°C

Inoltre, le caratteristiche tecniche individuate da noi sono:

- Resistenza al taglio: bassa
- Resistenza all'abrasione: bassa
- Resistenza all'acqua: elevata

Infine, da un'analisi visiva del campione e da una prova effettuata rudimentalmente ci siamo accorti che il materiale in questione è termosaldabile e traspirante grazie alla struttura microforata.



Figura 1: Resistenza al taglio



Figura 2: Resistenza a trazione

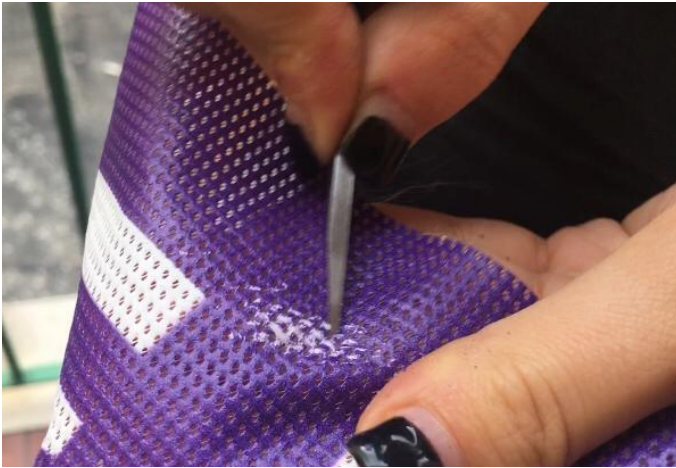


Figura 3: Resistenza all'abrasione



Figura 4: Prova di termosaldabilità

PRESENTAZIONE DEL PROTOTIPO E ANALISI TECNICHE

A partire dalle caratteristiche tecniche individuate è facile notare le potenzialità di riuso che questo composto offre.

Tra le molteplici soluzioni individuate, abbiamo pensato alla realizzazione di un astuccio, oggetto di utilizzo quotidiano per noi studenti. Infatti, oltre ad essere usato a scuola, l'astuccio può essere utilizzato come porta cosmetici o come porta oggetti.

Per la loro versatilità di utilizzo, gli astucci possono anche essere usati come gadget personalizzati in varie occasioni.

Tra le peculiarità della creazione di astucci dai banner si ha l'unicità del prodotto in quanto il materiale di partenza è sempre diverso e le porzioni che si tagliano non saranno mai uguali. Inoltre, essendo un materiale che si presta allo stampaggio possono essere aggiunte stampe (es. loghi aziendali) che contribuiscono a renderlo un prodotto altamente personalizzato.

Le caratteristiche tecniche a cui dobbiamo prestare particolare attenzione per la realizzazione dell'astuccio sono:

- Resistenza alla cucitura: nonostante sia un materiale spesso, con macchine da cucire industriali è possibile effettuare cuciture precise e raffinate. Inoltre, grazie alla trama bucata è possibile cucirlo e ricamarlo anche a mano.
- Resistenza delle cuciture: è necessario usare un filo resistente (es: nylon o poliestere) per rendere le cuciture più resistenti allo strappo soprattutto se vengono applicate cerniere e nel caso in cui l'astuccio venga riempito troppo.
- Resistenza all'abrasione: essendo un materiale soggetto ad abrasione è opportuno rinforzare le aree dell'astuccio maggiormente esposte come, ad esempio, gli angoli.
- Resistenza al taglio: essendo un materiale che si taglia facilmente, per aumentare la vita utile dell'astuccio sarebbe opportuno foderarlo internamente.

Nel caso si volesse commercializzare il prodotto si potrebbe dunque aggiungere un rivestimento interno, delle cerniere per migliorarne l'uso e renderlo più rifinito dal punto di vista estetico.



IDEE PER POSSIBILI IMPIEGHI

L'astuccio è solo uno dei tanti esempi di riuso dei banner pubblicitari. Con l'aiuto di un esperto di tessuti e di materiali, abbiamo pensato ad altre possibili soluzioni, come:

- Tende da doccia
- Tappetini per il bagno
- Borse
- Borse per la spesa, da mare, da palestra
- Scarpe
- Custodia per ombrelli

Infine, un'idea originale è quella di riutilizzare il banner stampando la nuova serigrafia sul rovescio. Con lo stesso principio, è possibile ritagliare dal materiale dei biglietti che possono essere utilizzati anche dall'ente promotore dell'evento.



CONCLUSIONE

Le ricerche effettuate nel nostro progetto mostrano le potenzialità di riutilizzo di questo tipo di materiale. In particolare, ci ha sorpreso come da un prodotto che tutti reputano di scarto e inutile possano essere realizzati prodotti semplici e di uso quotidiano.

Promuovere attività di recupero nei consumatori finali può essere la via vincente per un futuro più sostenibile nel campo delle plastiche che come sappiamo sono ormai materiali che difficilmente si possono sostituire. A ragione di ciò avremmo voluto partecipare alle attività di recupero dei banner per comprendere meglio come ad esempio un'azione di raccolta in gruppo dei banner o di altri prodotti analoghi possono contribuire a sensibilizzare le persone su questo tema.

Per concludere, sarebbe interessante affrontare un'analisi economica necessaria a comprendere non solo i vantaggi in termini ambientali ma anche la sostenibilità economica del riutilizzo di questo materiale.

SITOGRAFIA

<https://www.solvay.it/it/solvay-in/innovation/vinyloop.html>

[http://www.architetturatessile.polimi.it/membrane scocche/produzione lavorazioni m1 pvc.ht
ml](http://www.architetturatessile.polimi.it/membrane%20scocche/produzione%20lavorazioni%20m1%20pvc.html)

<https://www.focus.it/ambiente/ecologia/inquinamento-abbigliamento-e-ambiente>

<https://www.vestilanatura.it/inquinamento-ambientale-industria-tessile/>

<https://www.youtube.com/watch?v=fNdsOraykNI>

<https://www.youtube.com/watch?v=TyhDkd8labs>

https://www.youtube.com/watch?v=KwI8N0_2Gy8

<https://www.youtube.com/watch?v=GY6JfbHEr34>