

Strategia Tessile per un'Istruzione Superiore Innovativa

E-book

A cura di Rimvydas Milašius

Co-editors:

Daiva Mikučionienė

Aileni Maria Raluca

Sofia Papakonstantinou

Desiree Scalia



Progetto ERASMUS+
Strategia Tessile per un'Istruzione Superiore Innovativa

Partner:
INCDTP, Romania
AEI TEXTILS, Spagna
CIAPE, Italia
CRETHIDEV, Grecia
ITTI, Italia
KTU, Lituania
MCI, Italia
TUIASI, Romania
UMINHO, Portogallo
UNIWA, Grecia



Progetto Nr: 2017-1-RO01-KA203-037289

Questo progetto è stato finanziato con il sostegno della Commissione europea. Questa pubblicazione riflette soltanto il punto di vista dell'autore e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per qualsiasi uso che può essere fatto delle informazioni in essa contenute.

Contenuti

Capitolo 1	6
Materiali tessili avanzati	6
1.1. Fibre ad alte prestazioni	7
1.2. Panoramica sulle applicazioni tecniche di materie tessili	12
1.3. Tendenze generali dell'innovazione nel settore dei prodotti tessili tecnici	18
1.4. Materiali tessili innovativi: una selezione di materiali contemporanei per offrire una nuova percezione del prodotto tessile	23
1.5. Strutture tessili con architettura 3D	30
Tessuti intrecciati 3D	34
1.6. Materiali ortopedici lavorati a maglia	37
1.7. Tessili compositi rinforzati	42
Introduzione	42
Materie prime per compositi	43
Produzione di compositi	45
Sostenibilità dei tessili compositi rinforzati	46
Riferimenti	46
1.8. Materiali e-Textile	47
Capitolo 2	52
Metodi di fabbricazione all'avanguardia	52
2.1. Electrospinning	53
2.2. Funzionalizzazione di prodotti tessili mediante la tecnologia al plasma	58
2.3. Produzione tessile elettronica	64
2.4. Tecnologie avanzate di lavorazione a maglia	71
2.5. Trattamenti al plasma	78
2.6. La tecnologia al plasma: metodi di PVD nella produzione tessile	83
Capitolo 3	88
Economia circolare e sostenibilità	88
3.1. Materiali circolari per il Tessile & Abbigliamento – Un'introduzione ai nuovi materiali per una moda circolare	89
3.3. La catena del valore: tematiche di sostenibilità a partire dalla produzione di fibre tessili fino all'utilizzo dei prodotti finali	100
3.4. La RSI per le società del settore della moda: definizioni, considerazioni e buone prassi	107
3.5. RSI e produzione e consumo etici	113
3.6. I sistemi di gestione ambientale e l'impatto delle lavorazioni tessili per l'ambiente	118

3.7. Recupero dei rifiuti tessili: strategie e tecnologie di smistamento per chiudere il ciclo del settore Tessile & Abbigliamento	123
3.8. Sostituzione delle sostanze chimiche pericolose.....	130
Capitolo 4	136
L'E-commerce.....	136
4.1. Logistica online (moda)	137
4.2. Web Marketing.....	143
4.3 Il branding.....	148
4.4 Web analytics online per la moda.....	154
4.5. Best practice per il marketing digitale ecosistema di moda.....	160
4.6 E-CRM.....	167
4.7 E- Retail	172
Predominio nell' e-Retail.....	174

Capitolo 1

Materiali tessili avanzati

A cura di:

*Daiva Mikučionienė
&
Rimvydas Milašius*

1.1. Fibre ad alte prestazioni

Audronė Ragaišienė, Kaunas University of Technology, Lituania

Le fibre possono essere divise in due gruppi principali: le fibre organiche e fibre inorganiche. Fino al secolo scorso, le fibre naturali organiche ben note, come cotone, lana, lino, seta, ecc., erano utilizzate non solo come abbigliamento, tappezzeria, tappeti e / o altri tessuti, ma anche come tessuti tecnici o industriali. Nella prima metà del XX secolo le fibre sintetiche prodotte (acetato (AC), poliestere (PES), nylon (PA), rayon (CV), poliacrilonitrile (PAN) e altri) avevano proprietà tecniche superiori che soddisfacevano le esigenze del periodo menzionato.

Le fibre inorganiche, come carbonio, vetro, metallo, ceramica e amianto, hanno anche proprietà speciali, comuni ai tessuti tecnici / industriali. Spesso queste fibre vengono utilizzate per rinforzare i compositi. Ad esempio, le proprietà meccaniche e fisiche più importanti esibite dalle fibre di carbonio sono il modulo elastico, la resistenza alla trazione e la conduttività elettrica e termica. Tali proprietà consentono di utilizzare fibre di carbonio in compositi di aeromobili e navette spaziali, automobili, attrezzature sportive e ricreative, marine e aree. Le fibre di vetro sono utilizzate in materiali isolanti e di filtrazione, anche come fibre di rinforzo o ottiche. La fibra di vetro è pesante, piuttosto resistente, ma non resistente alla flessione e all'abrasione. Le fibre metalliche vengono utilizzate non solo per la decorazione di tessuti, ma anche per filtri metallici, materiali abrasivi e cavi di trasporto. L'anima in metallo può essere avvolta con filati tessili o il composito potrebbe essere fatto in senso contrario. Le fibre di amianto nella loro natura sono resistenti al fuoco. Ma questa fibra è pericolosa per la salute umana. Le fibre più comuni utilizzate nelle costruzioni di navette aerospaziali o aeronautiche sono le fibre ceramiche.

Nonostante tutti i vantaggi delle fibre discusse, la necessità di materiali compositi ad alte prestazioni a metà degli anni '60 ha portato allo sviluppo intensivo di fibre resistenti, ad alta temperatura e resistenti al calore. Aramidi, poliestere aromatico, polietilene ad altissimo peso molecolare (UHMwPE) e altre fibre hanno proprietà menzionate. La società DuPont (USA) ha commercializzato per la prima volta due fibre aramidiche. Una di queste fibre, appartiene al gruppo para-aramidico, è chiamata Kevlar®. La seconda fibra, denominata Nomex®, appartiene al gruppo meta-aramidico. La società Teijin (Giappone) ha commercializzato para-aramide, chiamato Twaron®, meta-aramide, chiamato Teijinconex®, Teijinconex® neo e fibra aromatica copolyamide, chiamata Technora®. Sono disponibili numerose fibre UHMwPE commerciali, tra cui Spectra® (Allied Signal, USA), Dyneema® (DSM, Paesi Bassi) e Tokilon® (Mitsui Toatsu, Giappone). Anche le fibre Vectran® (create dalla società Celanese, dal 2005 acquisita dal gruppo Kuraray™) e Zylon® (poliparaphenylene benzobisoxazole) appartengono alle fibre ad alte prestazioni. Vectran® è poliestere aromatico filato da un polimero a cristalli liquidi (LCP) in un processo di estrusione per fusione. Questo processo orienta le molecole lungo l'asse della fibra, producendo una fibra ad alta tenacità. Prodotto per la prima volta nel 1990, Vectran® è l'unica fibra LCP filata in commercio disponibile al mondo.

È noto che i polimeri possono essere filati usando tecnologie e tecniche di filatura a fusione, a umido o a secco. Per ottenere le proprietà para-aramidiche richieste (un eccellente rapporto tra assorbimento di energia e peso, nonché eccellente resistenza e durata), viene utilizzato il processo di filatura a umido a secco. Il trattamento termico sotto tensione nella preparazione della fibra consente di ottenere un'estensione inferiore al 5% a una temperatura superiore a 5000° C, aumentando anche il modulo della fibra e l'orientamento cristallino, che è sempre dell'ordine radiale. Le aramidi sono preparate dalla reazione generica tra un gruppo amminico e un gruppo alogenuro di acido carbossilico. Il peso molecolare della fibra para-aramidica deve essere elevato, così come l'orientamento molecolare - non meno di 12°. Ha portato a raggiungere un'alta tenacità di tali fibre. I meta-aramidi sono basati su una poliammide totalmente aromatica. Queste fibre sono

principalmente prodotte utilizzando la tecnologia di filatura a umido. La fibra Technora®, che è otto volte più resistente dell'acciaio, è copolyamide sintetizzata attraverso la copolimerizzazione di numerosi materiali chimici aromatici e diacidi.

Le fibre di aramide hanno proprietà uniche rispetto alle altre fibre. Le aramidi, come prodotto finale, possono essere: filati multifilamento; graffetta, compreso il punto corto, filati; non tessuti; carta; tessuti spunlaced; polvere; e polpa. Una bassa rigidità e un elevato allungamento di queste fibre conferiscono caratteristiche simili a quelle tessili che consentono la lavorazione su attrezzature tessili convenzionali. I filati di fibra aramidica possono essere facilmente tessuti su telai di tessuto. Quindi, la loro preparazione del materiale tecnico è più semplice della preparazione da fibre inorganiche (vetro, carbonio, metallo o ceramica). I filati di fibra para-aramidi sono molto resistenti: la loro resistenza alla trazione è 2-3 volte superiore a quella dei filati di poliestere e poliammide ad alta resistenza e 5 volte superiore a quella dell'acciaio (in base al peso). Le proprietà più importanti dei meta-aramidi (Nomex, Conex e altri) sono eccellenti resistenze al calore, alla fiamma e ai prodotti chimici. Nella Figura 1.1.1 e nella Tabella 1.1.1 sono presentate le curve di deformazione da sforzo tipiche delle diverse fibre organiche e inorganiche e le diverse proprietà di tali fibre, rispettivamente.

Esistono diverse modifiche alle fibre di Kevlar, ovvero Kevlar 29 (come punto di riferimento di Kevlar; modulo standard (70 GPa)), Kevlar 49 (modulo alto (135 GPa)), Kevlar 149 (modulo ultra-alto (143 GPa)), Kevlar 68 (modulo intermedio (99 GPa)), Kevlar 119 (alto allungamento (4,4%)), Kevlar 129 (alta resistenza (3,4 GPa)), nonché fibre Twaron, ovvero Twaron 1000 (modulo standard (66 GPa)), Twaron 1055/6 (modulo alto (125 GPa)), Twaron 2000 (High Strength (3.8 GPa)). Queste modifiche sono fatte usando diversi parametri tecnologici nella produzione di fibre para-aramidiche.

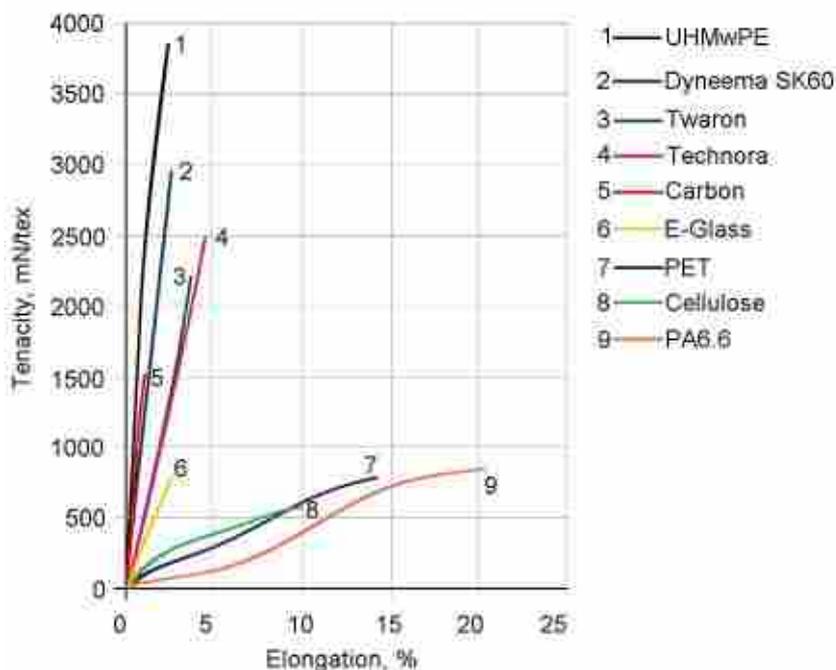


Figura 1.1.1. Tipiche curve di sforzo-deformazione di fibre diverse.

I meta-aramidi sono anche prodotti con alcune modifiche, così come i composti di para- e meta-aramidi. Ad esempio, Nomex 430 (un filato ad alta cristallinità con maggiore resistenza e resistenza chimica rispetto ai filati in fiocco); Nomex 450 (una fibra di fiocco naturale); Nomex 455 (una miscela brevettata di fibre NOMEX® e KEVLAR®, quando convertita in tessuto è conosciuta commercialmente come NOMEX® III); NOMEX®IIIA è una miscela con una fibra dissipativa statica proprietaria P-140; Tipo N102 (filato testurizzato); e altri. La composizione dei tessuti spunlaced può essere 100% NOMEX®, 100% KEVLAR® o miscele dei due (DuPont). Questi tessuti sono resistenti, morbidi, conformabili, saturabili e leggeri: una combinazione unica di queste proprietà.

In generale, tutti i para-aramidi sono usati come fibre ad alta resistenza e meta-aramidi - come fibre resistenti al calore, alla fiamma e ai prodotti chimici, nonostante il fatto che il LOI di tutti loro sia superiore a 20. Gli aramidi hanno anche degli svantaggi. Ad esempio, la bassa resistenza alla luce di tutte le fibre di aramide è la più importante. La forza di tali fibre diminuisce dopo averle esposte alla luce solare e ai cambiamenti di colore a causa della radiazione ultravioletta. Il secondo svantaggio delle aramidi è una colorazione relativamente cattiva.

Fibre	Index	Density g/m ³	Tenacity N/tex	Modulus GPa	Elongation, %	Moisture, wt%	Decomposition melt, °C	LOI
Kevlar®		1.44	2.0-2.2	57-127	2-4	-	560	31-32
Twaron®		1.44	1.65-2.5	60-120	2.2-4.4	3.2-5	500	29 ² - 37 ³
Technora®		1.39	2.2	55-104	4.4-4.6	1.9	500	25 ²
Nomex®		1.46	0.5	0.8	31	3.5	371	29-32
Conex®		1.38	0.45-0.5	-		5-5.5	400	29-32
UHMwPE		0.97	2.3-4.0	52-132	3-4	< 0.1	150	<20
Carbon (PAN based)		1.78	2.0-3.9 ¹	230-540	0.7-2.0 ¹	0	3700	-
E-Glass		2.55	0.6-1.2	72	1.8-3.2	0.1	825	-
PBI		1.43	0.24	5.1	27	15	450	>41
PET		1.38	0.6-0.8	-	10-15	0.4	255	15-20
PA 6.6		1.14	0.75	-	18-25	4-6	260	20-21

Tabella 1.1.1. Le proprietà delle fibre

- 1 - in una struttura a matrice
- 2 - misurazione del tessuto
- 3 - misurazione del filato

Vectran® è termotropico; è fuso e si scioglie alle alte temperature. Pertanto, è molto diverso dalle aramidi e dalle fibre UHMwPE. UHMwPE sono le fibre più leggere con una densità di soli 0,97 g / m³, che è inferiore alla densità dell'acqua. Sono particolarmente resistenti all'umidità, agli alcali e agli ambienti UV, oltre che chimicamente inerti. Mostrano anche una buona resistenza all'abrasione, flessione e fatica da scorrimento, compressione e radiolucenza. Gli svantaggi principali sono la scarsa resistenza al creep e la scarsa compatibilità della matrice.

A seconda della modifica e delle proprietà, le fibre ad alte prestazioni, compreso il loro composito, vengono utilizzate nelle seguenti aree di applicazione: materiale di protezione, abbigliamento di protezione termica, costruzioni navali e aerospaziali, ingegneria civile, trasporto terrestre, ingegneria delle materie plastiche, articoli sportivi. Diversi tipi di materiali protettivi da fibre ad alte prestazioni possono essere utilizzati per la protezione balistica, cut-through o ad alta temperatura. È noto che i materiali protettivi devono assorbire l'energia cinetica nel più breve tempo possibile. Pertanto, l'elevata tenacità, l'alto tasso di assorbimento di energia e l'elevato modulo di elasticità dei para-aramidi consentono la rapida dispersione delle onde di deformazione, rendendole un materiale

protettivo ideale. I materiali di protezione balistica includono elmetti, piastre e giubbotti per armature, laminati che forniscono una protezione efficace contro una vasta gamma di rischi balistici, inclusi proiettili, granate e persino alcune mine. prodotti di protezione come aramidi militari e di polizia, fibre Vectran® e Honeywell Spectra® e materiali compositi balistici - Spectra Shield®, Gold Shield® e Gold Flex® possono essere utilizzati per veicoli balistici, trasportatori di contanti e auto antiproiettile, elicotteri, aerei e barche. I materiali per la protezione dal taglio sono tali: indumenti da lavoro e scarpe per lavori ad alto rischio nell'industria del legno, carne o vetro, guanti di sicurezza, calze, tute protettive, abbigliamento per sport ad alto rischio e altri. Inoltre questi materiali hanno un'efficace resistenza agli schizzi di metallo fuso con metalli a bassa temperatura, come piombo, zinco o metallo per pentole. Quasi tutti i tipi di fibre ad alte prestazioni possono essere utilizzati per tali materiali di protezione.

Probabilmente il più grande vantaggio di tutte le aramidi è la possibilità di usarle in indumenti protettivi termici o ad alta temperatura: tessuti per abbigliamento per proteggere da incendi e esposizione ad arco elettrico; indumenti per vigili del fuoco o automobilisti; isolamento in abbigliamento termico resistente al fuoco. DuPont ha commercializzato NOMEX OMEGA® che è un sistema di affluenza totale per i vigili del fuoco. I componenti includono un guscio esterno di fuoco DuPont™ Z200™, una barriera contro l'umidità e un rivestimento termico di materiali DuPont. Il sistema è progettato per ridurre al minimo lo stress termico e massimizzare le prestazioni termiche e il comfort. L'abbigliamento dei vigili del fuoco, ad esempio, è costituito da uno strato interno in FR composto da una barriera contro l'umidità, barriere termiche e rivestimento, mentre il guscio esterno offre resistenza alla fiamma, resistenza termica e resistenza meccanica. Fibre adatte per tali indumenti includono aramidi e polibenzimidazolo (PBI). La NASA sta sviluppando la prossima generazione di tecnologie di tuta che consentiranno l'esplorazione dello spazio profondo incorporando progressi come la rimozione di anidride carbonica rigenerabile e i sistemi di evaporazione dell'acqua.

Grazie ad una resistenza specifica molto più elevata delle fibre ad alte prestazioni rispetto all'acciaio nell'aria e, soprattutto, nell'acqua di mare, possono essere utilizzate nelle costruzioni di edifici, aeromobili e piattaforme, costruzioni navali, cavi meccanici, corde di ormeggio. Le fibre ad alte prestazioni sono ampiamente applicate nella produzione di pneumatici diversi per camion e aerei, motocicli o biciclette, anche per pneumatici ad alta velocità. Inoltre vengono utilizzati come materiali di filtrazione, inclusi tessuti di filtrazione in gas caldo, materiali di attrito e guarnizioni.

Le fibre ad alte prestazioni, che hanno un allungamento e un modulo più bassi, vengono utilizzate come prodotti gommati, come nastri trasportatori o di trasmissione, tubi per automobili, tubi idraulici e altri. Alcuni usi per i prodotti in carta aramidica includono l'isolamento di motori e trasformatori elettrici, avvolgimento di fili e elementi di resistenza a nido d'ape in molti aeromobili. Inoltre, vengono utilizzate fibre ad alte prestazioni per la realizzazione di tessuti per il trasporto come tappeti per aerei, fili per cucire, lenze da pesca, nastri con cerniera, gradi medici e il numero di applicazioni è in costante aumento.

Riferimenti

1. Hearle J. W. S. High-performance fibres. Woodhead Publishing Ltd, 2001.
2. Wilson A. Automotive Composites: The make-or-break decade for carbon and natural fibres. Textile Media Services Ltd. 2015
3. Ozawa S. A new Approach to High Modulus, High Tenacity Fibers Polymer Journal. 1987; 19, 119-125.
4. Blades H., US patent Office, Pat No 3 869 430, 1975.
5. https://www.dsm.com/products/dyneema/en_GB/home.html
6. <https://www.packagingcomposites-honeywell.com/spectra/applications/>
7. <https://eurofibers.com/vectran/>
8. Dawelbeit A., Zhong H. etc. Microstructural Developments of Poly (p-phenylene terephthalamide) Fibers During Heat Treatment Process: A Review Materials Research. 2014, 17(5), 1180-1200.
9. https://www.teijin.com/products/advanced_fibers/
10. http://s21.q4cdn.com/813101928/files/doc_factsheets/specialty-products/DowDupont_SpecialtyProducts-FactSheet_7.18.pdf
11. <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=706f16a3a8be468284571dd36bbdea35&ckck=1>
12. Technical Guide for NOMEX® Brand Fiber
13. Younes A., Sankaran V., etc. Study of tensile behavior for high-performance fiber materials under high-temperature loads Textile Research Journal. 2014, 17 (84), 1867-1880.
14. Caesar H.M. Twaron Products BV, Chemical Fibre International, 50, 2000, 161-164.
15. Slusarski K. A., Taggart-Scarff J. K., and Wetzel E. D. Statistical cut response of high-performance single fibers Textile Research Journal 2018, First Published May 25,
16. Li T-T, Lou C-W, Lin M-C, Lin J-H. Processing Technique and Performance Evaluation of High-Modulus Organic/Inorganic Puncture-Resisting Composites. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2014; 22, 6(108): 75-80.
17. Sokołowski D, Barnat W. Numerical and Experimental Research on the Impact of the Twaron T750 Fabric Layer Number on the Stab Resistance of a Body Armour Package. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2016, Vol. 24, 1(115): 78-82.
18. <https://fiberjournal.com/featured-articles/enhanced-occupational-safety-drives-protective-textiles-market/>
19. Kim E. M., Jang J. Surface modification of meta-aramid films by UV/ozone irradiation Fibers and Polymers 2010, Vol 11, 5, 677-682.
20. <https://www.fiber-line.com/en/fibers/vectran>

1.2. Panoramica sulle applicazioni tecniche di materie tessili

Ariadna Detrell, AEI Tèxtils, Spagna

Da un ampio punto di vista, di tessuti tecnici possono essere definiti come *tutti i prodotti tessili che non può essere montato all'interno di settori tradizionali di capi di abbigliamento o di arredamento, o meglio ancora: tutti i prodotti tessili in cui la funzionalità è tanto o più importante di estetica.*

La figura 1.2.1 mostra i prodotti tessili tecnici' catena di valore, che sia la regolare produzione tessile inizia con fibre naturali o la produzione di fibre mediante estrusione. Successivamente, essa segue (se applicabile) la filatura e la trasformazione del filato allo scopo di produrre il tessuto con fili o direttamente da fibre; o l'elaborazione di strutture a treccia, veli, nastri o altri tipi di elemento laminare o anche tridimensionali di strutture tessili che può essere completato al fine di offrire loro nuove proprietà funzionali per applicazioni specifiche.

I prodotti risultanti possono essere finiti o assemblati per il loro uso finale, o passare attraverso una fase di semilavorati quali pre-materiali impregnati o materiali adesivi o di quelli utilizzati per la fabbricazione di materiali compositi.

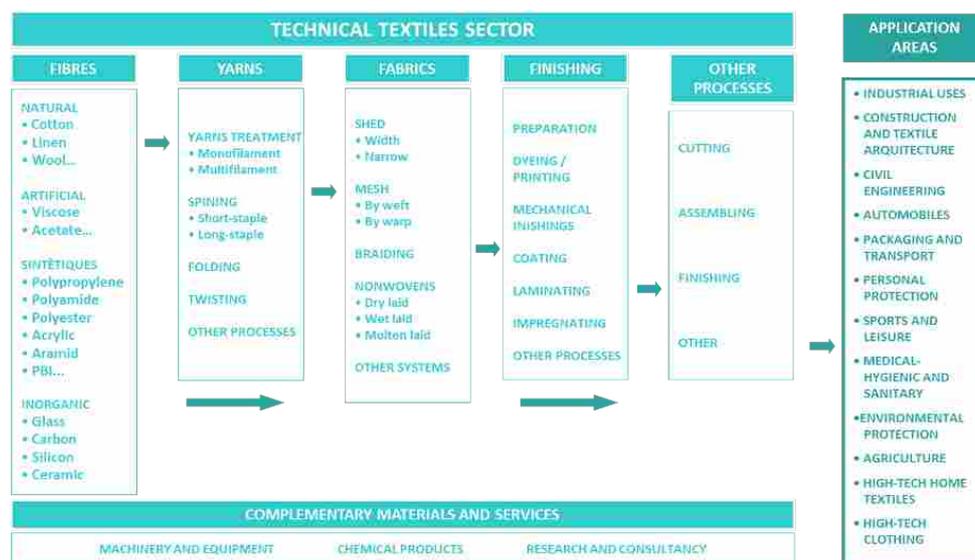


Figura 1.2.1 tessuti tecnici catena di valore (fonte: AEI TÈXTILS)

Pertanto, tutte le fibre tessili naturali, artificiali o sintetiche possono essere utilizzate nel settore dei tessuti tecnici. Tuttavia, l'arrivo di nuove famiglie di fibre con elevata resistenza meccanica, termica e chimica, tra gli altri, è uno dei fattori che ha essenzialmente contribuito alla struttura dell'attuale settore dei tessuti tecnici: essere in grado di soddisfare esigenze che alcuni decenni fa avrebbero non sono mai stati collegati a materiali tessili.

La classificazione più comune di tessuti tecnici è quella definita dalla fiera Techtextil, di Messe Frankfurt, celebrata per la prima volta nel 1986, e che viene utilizzata dal 1997: Agrotech, Buildtech, Clothtech, Geotech, Homotech, Indutech, Medtech, Mobiltech, Oekotech, Packtech, Protech e Sportech.

Di seguito, viene fornita una descrizione per ciascuna area di applicazione.

Agricoltura e pesca

I materiali tessili in quest'area sono utilizzati per facilitare e migliorare le condizioni delle aziende agricole, nel giardinaggio e per la pesca. Aiutano a migliorare l'efficienza e la produttività dei settori coperti. I prodotti possono essere classificati in 2 gruppi principali:

- Tessili per colture agricole, orticoltura e giardinaggio: copertura del suolo, protezione delle colture (da grandine, sole, uccelli, insetti, vento), sistemi di irrigazione e drenaggio, silos, sistemi di stoccaggio di liquidi e acqua, costruzioni temporanee, corde per l'agricoltura, serre e maglie.
- Tessili per la pesca: reti, corde, corde per la pesca, l'allevamento marittimo e gli allevamenti ittici.

Le materie prime utilizzate sono principalmente filati di poliolefine e poliestere e fibre vegetali. Le strutture più comuni sono tessuti, tessuti non tessuti, reti e corde.

Edilizia e architettura tessile

I materiali tessili utilizzati in questo settore sono resistenti alla deformazione e all'estensione sotto tensione al vento, all'acqua e al degrado.

I principali gruppi di prodotti / funzioni sono: stabilizzazione del suolo e del sottosuolo, rinforzo tessile per calcestruzzo, reti di rinforzo, materiali tessili per casseforme, strutture per facciate, isolamento (calore, freddo, rumore, onde elettromagnetiche), riempitivi, schermi isolanti, pareti e soffitti, antispiffero, tessuti impermeabili per coperture di piani, materiali per rivestimenti interni, reti di sicurezza, architettura tessile e costruzioni temporanee (tende da sole e tettoie, padiglioni e coperture per tendoni, costruzioni gonfiabili, strutture tese, coperture per stagni e serbatoi d'acqua).

Questi prodotti, in base alla loro applicazione finale, possono avere diverse strutture, come fibre, tessuti con o senza rivestimento, non tessuti e reti. Le materie prime includono: fibre di poliestere o poliolefine; polipropilene poliestere, filati di fibre; Resine in PVC, acrilico o PTFE.

Utilizzo industriale

Comprende tutti i materiali tessili che hanno un ruolo specifico nei processi industriali come:

- Trasporto di materiali tra processi.
- Trasporto di materiali attraverso macchine e trasmissione di energia
- Separazione e purificazione di prodotti industriali.
- Pulizia di gas e acque reflue.
- Assorbimento di sporco e olio.
- Utilizzare come substrato per prodotti rivestiti e materiali compositi.

Esempi di prodotti finali in cui vengono utilizzati materiali tessili: rivestimento di cavi, filtri, feltri di carta, rinforzo di prodotti in legno, plastica e carta, prodotti per la pulizia industriale, ecc.

Poiché esistono molti tipi di prodotti, la gamma di materie prime utilizzate è molto ampia e viene utilizzata la maggior parte delle strutture tessili.

Ingegneria civile

I materiali tessili per l'ingegneria civile (chiamati anche geotessili) sono utilizzati a livello del suolo o sotto il suolo per fornire le seguenti funzioni:

- Separazione degli strati del sottosuolo in strade, aeroporti e ferrovie.
- Rinforzo: consolidamento del suolo, rinforzo del sottosuolo, protezione dei pendii e protezione delle sponde dei fiumi.
- Sistemi di drenaggio in strade e gallerie.

- Impermeabilizzazione in bacini, serbatoi, piscine, tunnel o discariche

Esistono geotessili che svolgono contemporaneamente più funzioni. Nella maggior parte delle applicazioni, un geotessile esegue una funzione primaria comandata da altre funzioni.

Per la produzione di geotessili, le materie prime più utilizzate sono filati di poliestere o polipropilene e resine di PVC. Le strutture tessili coprono principalmente tessuti a maglia o tessuti con o senza rivestimento e tessuti non tessuti agugliati e spunbonded.

Automobile e mezzi pubblici

Questa area di applicazione comprende tutte le aziende coinvolte nella produzione di componenti tessili per il trasporto terrestre, navale e aereo. La classificazione dei prodotti può essere effettuata in quattro gruppi principali:

- Materiali per automobili: tessuti per pneumatici, tubi e tubi di ventilazione, reti e griglie, filtri, nastri trasportatori, cinture di sicurezza, tappezzerie, tappeti e rivestimenti, materiali isolanti, airbag, materiali tessili per pezzi stampati, separatori di batterie e auto protettiva coperture.
- Materiali tessili ignifughi per l'interior design nei trasporti pubblici terrestri (autobus, ferrovia, ecc.).
- Materiali tessili ignifughi per l'interior design nel trasporto aereo e marittimo.
- Materiali tessili per l'industria aerospaziale.

Le materie prime utilizzate per le materie tessili automobilistiche sono principalmente fibre di poliestere, polipropilene, viscosa o vetro; filati di poliestere e polipropilene. Le strutture più comuni sono: non tessuti, tessuti a maglia e tessuti, tessuti stretti, tessuti floccati e tufting.

Per i trasporti pubblici le principali materie prime utilizzate sono: poliestere, polipropilene; fibre e filati di lana, carbonio o aramide. Le strutture più comuni sono: tessuti non tessuti, tessuti a maglia e tessuti, compositi e tufting.

Confezionamento e trasporto

Comprende prodotti con un componente tessile utilizzati per coprire, contenere o trattenere merci. Il loro scopo finale è di proteggerli, gestirli o presentarli.

I prodotti possono essere suddivisi nei seguenti gruppi: teloni per camion, materiali per la protezione delle spedizioni, tessuti per imballaggio, nastri trasportatori, big bag e contenitori, imbragature e sistemi di ancoraggio e cavi intrecciati per imballaggio e trasporto.

I materiali più utilizzati per fabbricare borse, imbragature e corde sono: filati di poliestere, poliolefina e fibre vegetali. Le strutture più comuni sono: tessuti e tessuti a maglia, tessuti stretti, corde e cavi.

Per i teloni, le materie prime sono: filati di poliestere, cotone / poliestere o acrilico e resine di PVC. La consueta struttura di questi prodotti è un tessuto rivestito.

Protezione personale

Comprende materiali tessili che hanno le seguenti funzioni:

- Proteggere i lavoratori da elementi, materiali o processi pericolosi che possono verificarsi durante l'orario di lavoro.
- Proteggere i prodotti, il luogo di lavoro o l'ambiente.

- Proteggere le persone da altre persone in situazioni di sicurezza / difesa.

I prodotti con queste funzionalità possono essere classificati come segue:

- Tessuti per abbigliamento di sicurezza (DPI) contro: freddo, agenti chimici, scosse elettriche, calore e fiamme, azioni meccaniche, pericolo nucleare, radiazioni elettromagnetiche, raggi X, polvere, cadute e elementi taglienti.
- Attrezzature di emergenza e salvataggio: salvagenti, giubbotti di salvataggio e attrezzature di sopravvivenza, tubi e attrezzature di salvataggio, manichette antincendio.
- Protezione negli sport estremi.
- Tessuti riflettenti.
- Protezione delle camere bianche.
- Tessuti per forze di sicurezza: reti e materiali mimetici, sacchi di sabbia, dispositivi di protezione NBC, tende, giubbotti antiproiettile e tende anti-frammentazione e tessuti e materiali non rilevabili da IR.
- Guanti di sicurezza.
- Calzature di sicurezza.
- Abiti da lavoro e divise

Le fibre più comuni utilizzate sono: cotone, lana, poliestere, aramide, PBI, PBO, ecc. Per fabbricare tessuti con o senza rivestimento, tessuti a maglia e non tessuti.

Sport e tempo libero

Questa area comprende le attrezzature e le strutture per la pratica sportiva e il divertimento del tempo libero. I prodotti possono essere classificati in otto gruppi principali:

- Tessuti per abbigliamento sportivo, tempo libero e calzature.
- Tessuti per materiale sportivo: corde per racchette, guanti, ginocchiere, palline, reti.
- Tessuti per sport acquatici: vele, gommoni, materassini gonfiabili e altri prodotti per il tempo libero, giubbotti di salvataggio, corde e cavi, materiali compositi per scafi di imbarcazioni leggere, attrezzatura subacquea.
- Tessuti per sport aerei: deltaplano, palloncini e paracadute, corde ad alta resistenza, compositi per l'aeronautica.
- Tessuti per sport estremi: abbigliamento per pattinaggio e scherma.
- Tessuti per gli sport di montagna: tende, zaini, sacchi a pelo, ecc., Tessuti per abbigliamento da sci, corde per arrampicata e bungee jumping, protezione da condizioni meteorologiche estreme.
- Tessuti per impianti sportivi: coperture per piscine e campi, erba sintetica.
- Tessuti per mobili da giardino, spiaggia e campeggio.

Le principali materie prime utilizzate, a seconda del prodotto finale, sono: filati di misto cotone e cotone, poliestere, lana, aramide, carbonio, ecc. Per formare tessuti a maglia con o senza rivestimento o laminato, reti, corde e materiali compositi.





Figura 1.2.2. Diverse applicazioni di prodotti tessili tecnici (fonte: AEI TÈXTILS)

Utilizzi medico-igienico-sanitari

L'area comprende tutti i materiali tessili utilizzati nelle applicazioni mediche, sanitarie e di cura della persona, sia nei mercati di consumo che in quelli medici. Includono una gamma ben definita di prodotti con notevoli variazioni in termini di vantaggi e valore aggiunto. Possono essere classificati in 3 gruppi principali:

- Materiali per ospedali: attrezzature e abbigliamento ospedalieri.
- Prodotti igienico-sanitari: nastri chirurgici, garze, cotone assorbente, bendaggio convenzionale ed elastico, medicazione per incontinenza, prodotti per l'igiene femminile, pannolini, dialisi e materiale di filtrazione, materiale di immobilizzazione, indumenti monouso, maschere chirurgiche, salviette detergenti e cosmetiche.
- Chirurgia e ortopedia: protesi per apparati locomotori, cinture, calze a compressione, dispositivi di protezione ortopedici (caviglia, supporti per ginocchia, ecc.), Fili di sutura, tubi di impianto in apparato circolatorio.

Le principali materie prime utilizzate in questo settore sono: cotone assorbente; filati di cotone, poliestere, poliammide ed elastomerici, ecc. I prodotti finali possono avere la seguente struttura tessile: tessuti con o senza rivestimento, tessuti a maglia, non tessuti e trecce.

Protezione ambientale

Include prodotti con componenti tessili utilizzati per proteggere l'ambiente. Sono considerati cinque tipi di protezione:

- Protezione dell'atmosfera: separazione gas / solido
- Protezione dell'acqua: sistemi per la separazione solido / liquido, sistemi di stoccaggio per residui e discariche
- Protezione del suolo: sponde fluviali e costiere, stabilizzazione delle dune
- Protezione della vegetazione: protezione dagli incendi boschivi, riforestazione
- Tessuti per il controllo dell'erosione
- Isolamento acustico: barriere acustiche all'aperto, isolamento acustico interno

Vengono utilizzati sia filati sintetici che naturali. Non tessuti, tessuti e tessuti a maglia sono le strutture più comuni.

Tessili high-tech per la casa ed abbigliamento high-tech

Nelle aree dell'abbigliamento high-tech e dei tessili per la casa, che sono al confine con entrambi i settori tradizionali, i prodotti tessili sono considerati "differenziati" da alcune caratteristiche tecnologiche innovative al momento attuale e che, possibilmente in futuro, quando saranno consolidate come di solito, non saranno più considerati come un tessuto tecnico.

Per i tessili per la casa ad alta tecnologia, alcuni esempi sono i rivestimenti murali, le tende o i tappeti che si trovano in luoghi pubblici, in cui le direttive UE prescrivono la protezione antincendio.

Come abbigliamento ad alta tecnologia; possono essere considerati componenti di calzature, fodere, tessuti elettronici, ecc.

Riferimenti

1. Horrocks, AR, Anand SC, edited by. Handbook of Technical Textiles. Woodhead Publishing Limited. 2000
2. Sabit Adanur. Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles. Technomic Publishing Company. Inc. 1995
3. *Journal of textile innovation. Technical textiles guide*. From 2003 to 2011.
4. Detrell, J.; Detrell, A. Innovación Textil y Textiles de uso Técnico. Tecnitex Ingenieros, S.L. 2008
5. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Textiles Técnicos. Fundación COTEC. 2014
6. Svedova, J. Industrial Textiles. Elsevier Science Ltd. 1991
7. Senthil Kumar, R. Textiles for Industrial Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2014.
8. IFTH, édité par, Textiles a usages Techniques. 3 Tomes. Institut Français Textile Habillement. 2003.
9. Tao, X., edited by, Smart fibres, fabrics and clothing. Woodhead Publishing Limited. 2001.
10. Schwartz, P., edited by, Structure and mechanics of textile fibre assemblies. Woodhead Publishing Limited. 2008.

1.3. Tendenze generali dell'innovazione nel settore dei prodotti tessili tecnici

Ariadna Detrell, AEI Tèxtils, Spagna

L'agenda strategica per l'innovazione e la ricerca, sviluppata dalla piattaforma tecnologica europea Fibres Textiles Clothing, nel 2016, ha individuato quattro temi di innovazione strategica come particolarmente rilevanti per l'ulteriore sviluppo dell'industria tessile e dell'abbigliamento europea:

- I. Materiali intelligenti e ad alte prestazioni
- II. Produzione digitalizzata avanzata, catene del valore e modelli di business
- III. Economia circolare ed efficienza delle risorse
- IV. Soluzioni ad alto valore aggiunto per mercati in crescita interessanti

Questi temi riguardano anche il settore dei tessili tecnici, tuttavia, essendo più specifici e direttamente correlati alle funzionalità dei prodotti, le tendenze comuni dell'innovazione nei tessili tecnici possono essere dichiarate come:

- Il dinamismo, a livello di sviluppo del prodotto, per rispondere alla nuova domanda di mercato o per sostituire altri materiali con funzioni analoghe.
- La molteplicità di possibilità per la selezione di materiali, strutture, fabbricazione di prodotti e il loro adattamento a usi molto diversi.
- Un lento ma continuo progresso nella sostituzione di materie prime convenzionali con nuovi materiali ad alto costo e prestazioni e, in particolare, dall'applicazione delle innovazioni tecnologiche del settore tessile generale ad articoli di uso tecnico (microfibre, nuove finiture traspiranti, tecniche di innesto di monomeri, ecc.)

Dal punto di vista dell'innovazione, il continuo sviluppo di nuove fibre o fibre migliorate, le nuove combinazioni o lavorazioni di materiali esistenti, la creazione continua di nuovi stili e design o la crescente applicazione di materiali tessili negli usi industriali e nei servizi, sono stati i principali motori dell'industria tessile negli ultimi decenni. Questi hanno dimostrato di essere la pietra angolare delle aziende europee per migliorare la loro competitività sul mercato globale.

Il ciclo di innovazione dei prodotti tessili tecnici differisce da quello dei tessili convenzionali. Il fatto principale è che il primo segue una strategia basata sull'offerta (spinta del mercato), mentre per i tessuti convenzionali (moda e tessili per la casa), si basa sull'adattamento alla domanda (spinta del mercato).

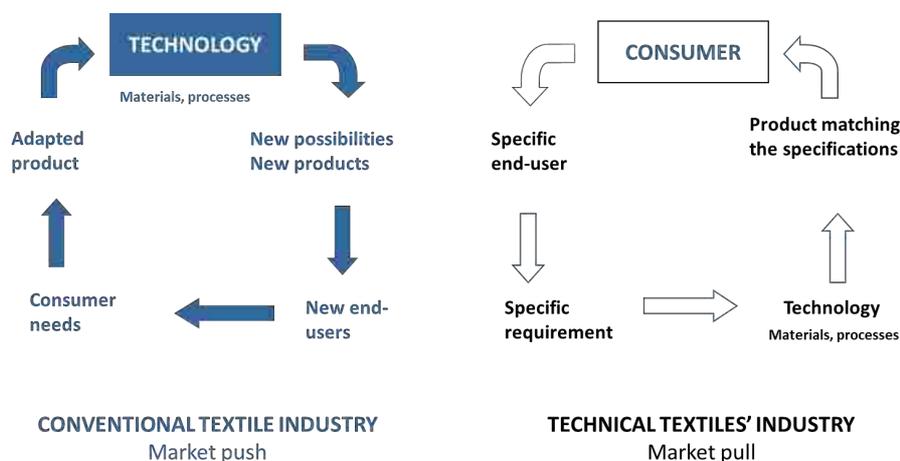


Figura 1.3.1 Ciclo di innovazione per i tessili tecnici rispetto ai tessili convenzionali (fonte: AEI TÈXTILS)

La tecnologia utilizzata nella produzione di tessuti tecnici è per lo più simile ai normali processi di produzione tessile in termini di attrezzature (ad eccezione di determinati prodotti). La differenza principale rimane nel livello dei requisiti e nella qualità del prodotto finale richiesto.

Da un punto di vista tecnologico, la figura 1.3.2 presenta le fasi del ciclo di vita di materiali e sistemi di produzione.

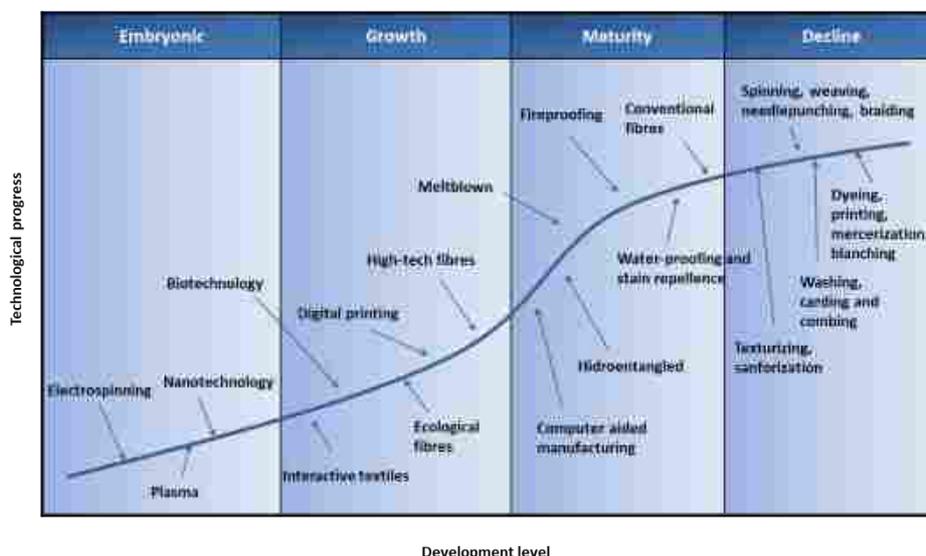


Figura 1.3.2 Evoluzione della tecnologia tessile (fonte: Tecnitex Ingenieros)

Le figure mostrano che le cosiddette fibre high tech sono già in fase di maturità (aramidi, polichetoni, PBI, ecc.), mentre altre (PBO) sono in crescita, insieme a quelle ecologiche, derivate dalla crescente sensibilità collettiva verso questioni di conservazione dell'energia e dell'ecologia.

Area tecnologica	Principali linee di ricerca
Materiali /Fibre	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuzione e sfruttamento della capacità tecnica dalle attuali fibre. • Sviluppo di fibre adattabili, in grado di regolare la loro funzionalità in base all'ambiente circostante. • Produzione di fibre super-mimetiche, con funzionalità di spiegamento simili agli esseri viventi.
Strutture	<ul style="list-style-type: none"> • Compositi più resistenti, compresi processi di fabbricazione più leggeri e migliorati • Creazione di strutture 3D utilizzando filati di alto valore tecnologico, nuovi processi produttivi per nuove applicazioni • Prodotti senza soluzione di continuità
Trattamenti di funzionalizzazione (tecnologie embrionali)	
<i>Il Plasma</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-invecchiamento della lana. • Trattamento prima della tintura (miglioramento dell'assorbimento della tintura). • Innesti indotti dal plasma (creazione di centri tensioattivi che si legano covalentemente ai composti chimici applicati successivamente per conferire proprietà diverse (antimicrobico, idrofilo / idrofobo, ecc.)).
<i>La nanotecnologia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nano-finitura Sol-gel • Microcapsule termocromiche e fotocromatiche resistenti alle alte temperature • PCM ad alta resistenza • Microincapsulazione di repellenti per insetti e prodotti antimicrobici

Area tecnologica	Principali linee di ricerca
	naturali, riducendo i biocidi tossici <ul style="list-style-type: none"> • Microincapsulazione dei farmaci nei tessuti medici • Microcapsule ignifughe prive di alogeni • Controllo cinetico del rilascio di microcapsule del composto attivo • Formulazioni di finiture di micro e nano-capsule con maggiore solidità • Nuovi metodi di applicazione, compresa la modifica della superficie <ul style="list-style-type: none"> • Determinazione dell'impatto ambientale e sulla salute dei nanomateriali
<i>Elettrofilatura</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Adatta a grandi volumi • Precisione e riproducibilità durante l'intero processo di fabbricazione • Aspetti ambientali e di sicurezza

Tabella 1.3.1 Principali linee di ricerca in materiali, strutture e trattamenti

Tecnologie come la fabbricazione di filati o tessuti e tessuti a maglia sono già in fase di invecchiamento, mentre l'elettrospinning, derivato dalla nanotecnologia, è ancora in fase embrionale.

La nanotecnologia sta guidando una rivoluzione nella scienza dei materiali, come ad esempio con i polimeri che formano le fibre. Ciò consentirebbe al settore tessile di offrire prodotti innovativi con nuovi tipi di fibre funzionali pronte a soddisfare una vasta gamma di esigenze.

Per quanto riguarda i processi di finitura, la tintura manterrà il suo ruolo importante e tradizionale, sebbene questo sarà leggermente influenzato dall'innovazione a causa degli aspetti ambientali. Vi è una tendenza alla generalizzazione dei sistemi di rivestimento e laminazione che raggiungono la maturità e attendono l'impatto degli sviluppi dell'elettro-filatura; l'uso della biotecnologia con finitura basata sull'applicazione di enzimi; la soluzione al problema attuale dell'aggiunta di microcapsule o del consolidamento della nanofinitura. D'altra parte, le tecnologie in continua crescita della finitura superficiale attraverso la tecnologia al plasma o la stampa digitale possono rapidamente raggiungere uno stadio di maturità senza diventare veri e propri sostituti alle tecnologie attuali ma piuttosto occupare un ruolo complementare a causa di motivi tecnologici ed economici.

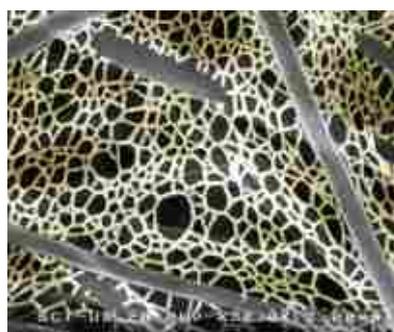


Figura 1.3.3 Nanofibra web (fonte: LEITAT)

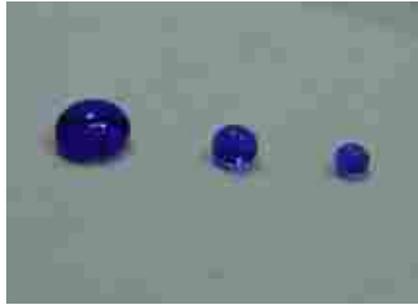


Figura 1.3.4 Tessuto di cotone idrofobo (fonte: LEITAT)

La tecnologia tessile è una tecnologia abilitante per numerosi settori e può apportare importanti contributi a nuove soluzioni per un'assistenza sanitaria efficace e conveniente, abbigliamento sportivo e merci altamente funzionali e protezione personale intelligente. Tutti questi sono mercati in rapida crescita e colpiti dalle sfide sociali europee dell'invecchiamento attivo e della sicurezza. I proponenti di CONTESTO Cost Action hanno definito le seguenti principali sfide tecnologiche per i materiali tessili nei settori sanitario e medico, automobilistico e aeronautico, sportivo, protezione personale e edilizia e vita.

Settore	Sfide principali
Sanità e medicina	<ul style="list-style-type: none"> • sviluppo di fibre a rilascio controllato di farmaci e strutture tessili per terapie di diverse condizioni della pelle • sviluppo di indumenti e prodotti tessili per la casa con bio-monitoraggio completamente integrato, sistemi attivi per migliorare la qualità della vita e sistemi ICT che consentano il monitoraggio remoto dei pazienti e servizi di vita assistita per "migliori concetti di invecchiamento" • sviluppo di fibre e strutture tessili con proprietà elettroattive termiche / traspiranti potenziate con integrazione di nuove funzionalità di superficie per migliorare le proprietà barriera (antivirali e antibatteriche)
Automotive e aeronautica	<ul style="list-style-type: none"> • integrazione di sensori e attuatori elettroattivi e interattivi completamente integrati e stampati che consentono lo sviluppo di sensori e superfici interattive onnipresenti, integrando al contempo sistemi di feedback tattili completamente integrati (o stampati e / o integrati con fibre e filati) sia attraverso l'integrazione dell'illuminazione che meccanica risposte di stimoli • integrazione di materiali auto-illuminanti completamente personalizzabili basati su fibre e filati attivi e matrici tessili di integrazione o programmabili per il rilevamento interattivo
Sport	<ul style="list-style-type: none"> • sviluppo di capi leggeri e performanti con nuovi rivestimenti tessili di superficie che migliorano la gestione termica (isolamento), rilascio controllato di farmaci per la cura dei muscoli e dimostrano anche comfort ottimizzato, pillola bassa, limitato restringimento e asciugatura rapida • integrazione di bio-monitoraggio autonomo e / o bassa potenza e / o sistemi integrati di comunicazione ICT e IoT per il monitoraggio dell'addestramento e l'assistenza per le prestazioni e concetti di integrazione dell'analisi dell'allenamento, sempre connessi e condivisione dei dati per "periferiche" di indumenti / strutture tessili
Protezione personale	<ul style="list-style-type: none"> • integrazione di sistemi personali di localizzazione geografica e GPS (Global Positioning Systems), monitoraggio fisiologico e biometrico, comunicazioni integrate e integrate e raccolta di energia, con tutti i sistemi di monitoraggio dei dati che condividono i dati in tempo reale • integrazione dei sistemi di raffreddamento / riscaldamento negli indumenti
Edilizia e Vita	<ul style="list-style-type: none"> • sviluppo di nuovi materiali tessili funzionali utilizzando nanomateriali e rifiuti industriali, tecnologie eco-compatibili (come deposizione ad ultrasuoni, fibre bi / tricomponenti, rivestimenti a indurimento UV), considerando approcci multistrato • concentrarsi su elevate prestazioni termiche (applicazione di sistemi di riscaldamento e raffreddamento eco-efficienti, insieme a rivestimenti e additivi a bassa conducibilità termica e diffusività, materiali riflettenti a infrarossi e cambiamento di fase), al fine di raggiungere Net Zero Energy Buildings (NZEB)

	<ul style="list-style-type: none"> • funzionalizzazione tessile con sistemi intelligenti ed efficienti come sensorizzazione, sistemi di comunicazione e attuatori, considerando gli approcci di stampa elettronica, al fine di massimizzare il comfort, il benessere • sviluppare l'interoperabilità tra i dispositivi collegati
--	--

Tabella 1.3.2 Sfide tecnologiche per materiali tessili

Riferimenti

1. Li, Y., and Dai, X-Q., edited by. Biomechanical engineering of textiles and clothing, Woodhead Publishing Limited. 2006.
2. Brown, P.J., and Stevens, K., edited by, Nanofibers and nanotechnology in textiles. Woodhead Publishing Limited. 2007.
3. Senthil, R., Textile Structures in Technical Textiles. Createspace Independent Publishing Platform by Amazon. Scotts Valley, USA. 2014
4. Bost, F and Crosetto, G. Textiles. Innovations et matières actives. Groupe Eyrolles. 2014.
5. *Journal of textile innovation. Technical textiles guide*. From 2003 to 2011.
6. Detrell, J.; Detrell, A. Innovación Textil y Textiles de uso Técnico. Tecnitex Ingenieros, S.L. 2008
7. European Technology Platform Fibres Textiles Clothing. Towards a 4th Industrial Revolution of Textiles and Clothing. A Strategic Innovation and Research Agenda for the European Textile and Clothing Industry. 2016
8. Bautista, Ll. *Perspectiva de evolución de la tecnología textil: del nylon a las nanofibras*. NEGOTEC Conference. 2013
9. Yetisen, A.K.; Qu, H. et al. *Nanotechnology in Textiles*. ACS Nano. 2016, 10, 3042–3068
10. Detrell, A. Et al. CONTEXT Cost Action CA17107 Memorandum of Understanding. 2018
11. Detrell, A; Artigas, S. *R&D in the textile sector. Current status and trends*. Tot Plegat: A Portrait of the Recent Textile Catalonia. Centre de Documentació i Museu Tèxtil. 2015

1.4. Materiali tessili innovativi: una selezione di materiali contemporanei per offrire una nuova percezione del prodotto tessile

Micol Costi, Claudia Reder, Veronica Sarbach, Christian Tubito, materiale ConneXion Italia, Italia

Introduzione

I prodotti tessili sono presenti in un'offerta molto diversificata di soluzioni, che varia dall'essere il materiale principale di cui è fatto un prodotto, come un indumento o un rivestimento di mobile, o utilizzato solo come componente minore di un prodotto complesso, agendo così ad esempio come filtro, schermo, materiale protettivo, imballaggio, elemento decorativo, ecc. I materiali tessili possono essere distinti in quattro categorie principali in base al metodo di produzione (tessuti, a maglia, intrecciati e non tessuti) e concepiti in modo diverso in base al campo di applicazione. Grazie a un'adattabilità intrinseca, i tessuti non si limitano al settore tessile e dell'abbigliamento ma vengono applicati in quasi tutti i settori industriali che vanno dai mobili e alle decorazioni d'interni, beni di consumo durevoli e non durevoli, ad applicazioni molto tecniche come nelle apparecchiature audio o come componenti in macchinari di produzione industriale. Le figure da 1.4.1 a 1.4.4 mostrano alcuni esempi di tessuti in applicazioni non abbigliamento.



Fig. 1.4.1 Tessuto tessile:
Logitech tastiera FabricSkin
Folio



Fig. 1.4.2 Tessile non
tessuto: Puma Clever
Little Bag



Fig. 1.4.3 Tessile
lavorato a maglia: IKEA
PS 2017 Poltrona



Fig. 1.4.4 Tessili intrecciati:
TEF di manicotti tubolari

Concentrandosi sul settore T&C, è possibile identificare tre aree chiave di intervento in cui gli operatori possono interferire nell'applicazione di materiali tessili in modo innovativo:

1. Aggiornamento del prodotto tessile attraverso la funzionalizzazione
2. Inclusa l'innovazione nella costruzione del materiale tessile
3. Impiego di materiali insoliti in applicazioni tessili

Questi tre aspetti sono descritti brevemente nei paragrafi seguenti, fornendo una panoramica generale sui materiali tessili contemporanei.

Aggiornamento del tessuto: finiture funzionali per il valore aggiunto e prestazioni migliorate

Il benessere, lo stile di vita sano e sportivo è percepito come una tendenza generale e persistente nel settore T&C. Inoltre, l'invecchiamento della popolazione aumenta la necessità di proprietà quali la cura facile, facile da indossare, antiodore, non polverosa e tessuti che incorporano sostanze "premurose". Pertanto, la cura facile è un must per i tessuti rivolti al settore T&C contemporaneo. Secondo una ricerca di mercato indipendente condotta per Novozymes, sviluppatore e produttore di enzimi industriali: fuzz e pilling rappresentano un problema per il 71% dei consumatori e l'85% acquisterebbe di più da marchi con una superficie pulita. I produttori dovrebbero quindi concentrarsi sempre di più sul riunire funzionalità e moda. La regolazione delle proprietà delle fibre al fine di fornire un prodotto finale maneggevole e funzionale non è solo una richiesta specifica del settore T&C; l'innovazione nella finitura e nella funzionalizzazione dei tessuti consente grandi prestazioni in applicazioni tecniche. Tuttavia, i seguenti casi di prodotti si concentrano sul settore T&C.

Multifunzionalità

I consumatori tendono ad aspettative sempre più elevate per l'abbigliamento che indossano, non solo durante l'allenamento. Poiché i pantaloncini e le camicie devono poter fare sempre di più, i produttori stanno applicando diversi processi per offrire materiali con un nuovo tipo di funzionalità. Ad esempio, materiali multifunzionali che assorbono rapidamente l'umidità, offrono funzionalità aggiuntive come la protezione UV o aiutano la rigenerazione (muscoli) attraverso la compressione. Numerosi rivestimenti speciali sono stati sviluppati per offrire tessuti ad alte prestazioni che incorporano principi attivi microincapsulati come caffeina, retinolo, acidi grassi, aloe e vitamina E o allergeni animali microincapsulati che riducono i probiotici. Ad esempio, un tessuto a maglia rivestito con una soluzione di proteine della seta naturale per applicazioni di biancheria intima migliora, nel tempo, il livello di umidità della pelle di chi lo indossa. Oppure un rivestimento a base minerale e bioceramica su abbigliamento sportivo migliora il recupero muscolare dopo lo sforzo e migliora la circolazione sanguigna.



Fig. 1.4.5 Revolutional™ Slim - Nanomineral tessuto dimagrante



Fig. 1.4.6 Nanobionic - tessuti biofunzionale

Tradizione & high-tech

Materiali tradizionali come lana e pelle si trovano in collezioni di nicchia di abbigliamento di fascia alta (funzionale). Sono progettati per soddisfare le aspettative dei loro indossatori attivi che richiedono caratteristiche funzionali combinate con un look classico. Comfort e funzionalità possono essere quelli degli articoli athleisure ma con eleganza sartoriale. Diciamo Loden, una pregiata lana infeltrita e materiale tradizionale utilizzato nel corso della storia nelle giacche e nelle divise dei capispalla si trovano oggi nelle giacche urbane che sono rivestite con una finitura in teflon per rendere il materiale idrorepellente ma anche resistente allo sporco. L'applicazione di trattamenti ad alta tecnologia su materiali tradizionali consente ai produttori di migliorare le prestazioni dei propri prodotti ottenendo nuovi potenziali di mercato: ad es. finitura idrorepellente e antimacchia per tessuti che imitano la protezione naturale di anatre e altri uccelli acquatici non influiscono sulla traspirabilità o sulla mano del tessuto, hanno un'eccezionale resistenza al lavaggio e la funzionalità può essere riattivata nell'asciugatrice. Altri processi offrono un'applicazione selettiva della chimica reattiva, come i trattamenti fotografici, termocromatici o idrocromatici, per creare un nuovo effetto visivo che consente di ottenere un aspetto e un marchio attivati dall'ambiente. Considerando che, i tessuti potenziati con grafene sono in fase di sviluppo cercando di svolgere funzioni come assorbire il calore e rilasciare calore nel tempo, condurre elettricità, respingere i batteri e dissipare l'umidità in eccesso del corpo.



Fig. 1.4.7 Ecorepel –
Liquido biomimetico e
finitura repellente allo
sporco

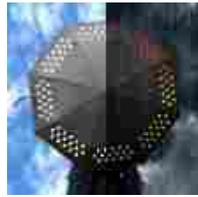


Fig. 1.4.8 Trattamento
hydrochromatic per i
prodotti tessili



Fig. 1.4.9 Caratteristiche dei
tessuti abilitati alla
nanotecnologia

Tessuto innovazione: nuove soluzioni nella costruzione del tessuto

Lo sviluppo dei materiali è alla ricerca di materiali intelligenti in cui i tessuti siano i protagonisti indiscussi grazie alla sua versatilità da integrare in qualsiasi prodotto che circonda l'ambiente umano. Le tecnologie di produzione avanzate consentono di riconsiderare completamente la costruzione del prodotto tessile incorporando le prestazioni e i requisiti dal suo concepimento e rispondendo alle esigenze del mercato di domani, cercando forme complesse e difficili, lotti alti o bassi, prodotti personalizzati e personalizzati, il tutto con il minimo spreco. La nuova produzione e trasformazione nel settore tessile applicando la ricerca a livello nano fornirà tecnologie dirompenti per i materiali tessili intelligenti.

I materiali interattivi

I principi di interni eleganti e case domotiche si estendono a superfici morbide e tessuti. Lo sviluppo di dispositivi tessili indossabili del settore medico viene trasferito anche in abbigliamento sportivo intelligente. Ricarica wireless per dispositivi mobili integrata perfettamente nei mobili per il mercato di massa come la raccolta di ricarica wireless di Ikea. Oggi le funzioni di accensione e spegnimento possono essere integrate in dispositivi morbidi e flessibili e i non tessuti vengono utilizzati come supporto flessibile per lo strato conduttivo. Esempi sono pulsanti tessili, potenziometri morbidi e carta da parati conduttiva utilizzata come strato di sicurezza o come spina per far diventare i LED un dispositivo illuminante.



Fig. 1.4.10 Jacquard di progetto: lo sforzo
congiunto di Levi's e Google per creare la prima
linea di prodotti di abbigliamento collegati



Fig. 1.4.11 Zaino Radius che applica
la raccolta di energia textilestrap

I materiali intelligenti, in senso lato, sono anche quelle strutture e materiali in grado di cambiare le loro proprietà meccaniche (rigidità vs resilienza) quando sottoposti a determinate forze o quando sono in uso, ad es. tessuti che possono allungarsi in direzione verticale, orizzontale e diagonale, offrendo un eccellente recupero di allungamento per mantenere la forma. Applicati all'abbigliamento sportivo, i capi che utilizzano questo tipo di materiale si deformano meno, mantenendo la forma e le sagome originali creando una vestibilità migliore e più confortevole.



Fig. 1.4.12 Nike Motion Adapt Bra: interno del reggiseno caratteristiche materiale adattativo che si allunga a riposo per formare il corpo e si blocca quando si rileva l'impatto



Fig. 1.4.13 Quinny Yezz Air: elasticità del supporto lavorato a maglia rende la seduta ultra confortevole in quanto supporta tutti i punti di pressione in modo uniforme

Protezione integrata

Le nuove tecnologie di produzione abbinate a finiture e trattamenti ad alte prestazioni consentono di creare materiali tessili, sfruttando le caratteristiche intrinseche quali adattività, leggerezza e traspirabilità combinate con caratteristiche di protezione. Ad esempio, l'equipaggiamento protettivo in maglia 3D offre, grazie alla sua innovativa costruzione a strati, proprietà di shock e assorbimento degli impatti perfette, resistente e traspirante. La ricerca attuale esplora i tessuti ausiliari come materiali intelligenti per soddisfare l'elevata domanda nei settori del tessile tecnico. Questi materiali mostrano un carattere speciale di allargarsi quando allungati e più sottili quando compressi, offrendo un carico molto elevato e resistenza alla frattura con elevate proprietà di assorbimento di energia. I materiali auxetici sono ora stati prodotti come compositi, tessuti, schiume in cui le fibre auxetiche del monofilamento saranno disponibili in commercio nel prossimo futuro. Questi materiali hanno una vasta gamma di applicazioni in campi come quello medico, del rinforzo del suolo, aerospaziale, della difesa, automobilistico e molti altri.



Fig. 1.4.14 Ceraspace: protezione contro l'abrasione



Fig. 1.4.15 Kobleder: tessuti a maglia 3D di protezione



Fig. 1.4.16 Auxetic struttura tessile

Innovazione di prodotto: materiali insoliti e di elaborazione per applicazioni tessili

Oggi innovazione significa sostenibilità: i contraccolpi negativi sociali e ambientali sorti negli ultimi decenni stanno spingendo il settore tessile e dell'abbigliamento, uno dei settori industriali più inquinanti, a cercare forniture di materie prime più sostenibili e hanno già sviluppato una gamma di alternative sprechi che sfruttano insolite materia prima come rifiuti di agrumi, fuco e DNA di ragno. Inoltre, la carenza prevista delle materie prime tradizionali di T&C (principalmente cotone vergine e petrolio greggio), sollecita lo studio di materiali alternativi per applicazioni tessili. Le esigenze del settore e le tecnologie di produzione all'avanguardia in fase di sviluppo stanno entrambi promuovendo la "contaminazione" del settore T&C con materiali e processi stranieri e innovativi.

Materiali tessili "contaminati"

La combinazione di materiali non tessili con fibre e filamenti per creare prodotti simili a tessuti da sfruttare in applicazioni tessili e di abbigliamento, stanno facendo il loro ingresso sul mercato. Questi materiali ibridi aprono la strada alla creazione di nuove esperienze estetiche e sensoriali che difficilmente possono essere collegate a un materiale specifico.



Fig. 1.4.17 Studio Andreea Mandrescu esplora diversi materiali tessili per abbigliamento



Fig. 1.4.18 b.Cork: TENCEL®/cotone tessuto a maglia con scarti post-industriali di sughero

Elaborazione innovativa

Attualmente vengono sviluppate diverse tecnologie per combinare diversi processi produttivi e coinvolgere materiali insoliti per produrre prodotti tessili e capi di abbigliamento. La ricerca che traduce le tecnologie di lavorazione di altri settori nella produzione tessile viene svolta principalmente dai progettisti di tessuti e materiali, spingendo i confini dello sviluppo tradizionale dei materiali. Ad esempio, la stampa selettiva dell'intarsio sui tessuti consente modifiche strutturali dei tessuti applicando motivi tridimensionali.



Fig. 1.4.19 Wooden-Textiles: Decostruzione del legno in motivi geometrici per creare prodotti flessibili, simili a tessuto



Fig. 1.4.20 GRDXKN®: stampa selettiva inlay su tessuti per rafforzare e attivare le strutture 3D

La stampa 3D sta rivoluzionando i processi di produzione di tutti i settori migliorati dalla digitalizzazione e abilitando le tecnologie fornite attraverso l'Internet delle cose. I primi tentativi di applicare la stampa 3D per i tessuti utilizzano un approccio all'avanguardia in cui il materiale viene depositato in singoli strati che si fondono insieme per creare un tessuto stampato in 3D, riformare il concetto di tessuti realizzati con fibre o filamenti.



Fig. 1.4.21 Ludi Naturae: combinando stampa 3D, tessuti, taglio laser, pellami



Fig. 1.4.22 Silvia Heisel produce tessuti stampati 3D mediante fused deposition modelling (FDM)



Fig. 1.4.23 BMW concept car GINA utilizza Lycra tesa su di un telaio in alluminio



Fig. 1.4.24 Splinterworks produce vasche da bagno in fibra di carbonio



Fig. 1.4.25 Tessili come substrato perfetto per i display OLED flessibili

Conclusioni

I recenti sviluppi nella ricerca e nell'innovazione dei materiali tessili ampliano gli spettri di applicazione dei prodotti tessili a un livello mai sperimentato, fornendo soluzioni tessili per un determinato settore industriale. Individuazione di materie prime nuove, economicamente ed ecologicamente sostenibili, funzionalizzazione dei prodotti tessili attraverso finiture speciali, insieme a processi di produzione rapidi e personalizzati abilitati attraverso la digitalizzazione contribuiranno a mantenere la versatilità dei materiali tessili, confermando di essere anche uno dei materiali di base più utilizzati nelle applicazioni future. Attraverso la collaborazione interdisciplinare di scienziato dei materiali, ricercatori e designer nello sviluppo dei materiali, favorita dall'applicazione di un approccio di innovazione dei materiali (DDMI) basato sul design, è possibile ottenere innovazioni dirompenti.

Riferimenti

1. <https://www.britannica.com/topic/textile>
2. <http://www.novozymes.tv/video/9737255/novozymes-consumer-study-effect-ofMultiproperty>
3. https://www.carvico.com/en/fabrics/revolutional_slim/
4. <http://www.nanobionic-group.com/#innovations>
5. <https://www.schoeller-textiles.com/en/technologies/ecorepel>
6. <https://www.sfxco.uk/products/hydrochromic-ink-paint-coatings>
7. <https://www.vollebak.com/product/graphene-jacket-1/>
8. <https://www.kaleidoinsights.com/impact-analysis-smart-textiles/>
9. Poongodi, G. R. et al, *Auxetic Textile*, Jaya Engineering College
10. <http://orangefiber.it/en/>
11. <https://www.algiknit.com/>
12. <https://boltthreads.com/technology/microsilks/>
13. Tempelman, E. et al., *The White Book - Lessons from a four-year journey into design-driven materials innovation*, light.touch.matters project

1.5. Strutture tessili con architettura 3D

Luminita Ciobanu e Marianne Ursache, "Gheorghe Asachi" Università Tecnica di Iasi, Romania

Introduzione

All textile materials are three dimensional objects, but many times they are referred to as 1D, 2D or 3D textiles. This classification is based on what directions are significant for their specific geometry. Fibres and yarns are considered 1D materials because their length is defining their geometry. Textile fabrics (woven, knitted, non-woven, braided) are called 2D textiles because they defined along 2 axes - length and width (the fabric thickness is intrinsic to a specific geometry).

I materiali tessili tridimensionali (3D) sono materiali con assemblaggi di fibre continue completamente integrati, con orientamento di fibre multiassiali in piano e fuori piano. In altre parole, la struttura del tessuto è costruita lungo tutti e tre gli assi. Tutti i tipi di tecnologie possono essere utilizzati per produrre tali materiali, i più comuni sono la tessitura, la maglieria e la calza.

Anche se il rinforzo composito è l'applicazione più nota per i tessuti tridimensionali, essi vengono utilizzati anche in abbigliamento, medicina, ingegneria civile, equipaggiamento protettivo, automobilistico, attrezzature sportive, nonché tessuti decorativi e architettonici. I vantaggi dei tessuti 3D si riferiscono a:

- la complessità delle forme che possono essere ottenute senza alcun assemblaggio, eliminando le operazioni di taglio e assemblaggio e gli scarti.
- il rigoroso controllo del comportamento del materiale lungo tutti e 3 gli assi attraverso l'architettura del tessuto e le caratteristiche del filato. Ciò significa che la resistenza del materiale è controllata in tutte le direzioni dalla sua fase di progettazione.
- Nel caso dei compositi, non vi sono rischi di delaminazione (quando nel rinforzo composito vengono utilizzati strati di materiali 2D, la delaminazione rappresenta un problema significativo)
- la possibilità di sviluppare strutture ibride che combinano fibre tessili con altri materiali con proprietà specifiche (come ceramica, plastica, ecc.)

Tessuti 3D a maglia

Grazie alla loro elevata estensibilità e formabilità, i tessuti a maglia sono adatti per la progettazione di strutture 3D. Una classificazione generale dei tessuti a maglia 3D basata sulla loro geometria è presentata nella Figura 1.5.1.

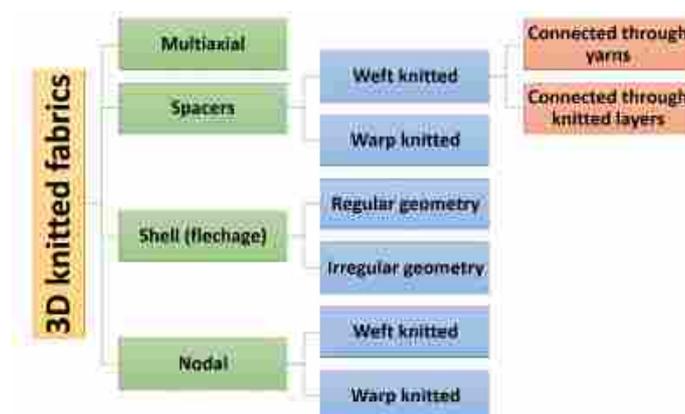


Figura 1.5.1. Classificazione di tessuti 3D a maglia

I tessuti multiassiali sono strutture a maglia di ordito caratterizzate dalla presenza di strati di filati posati a determinati angoli predefiniti: 0° (filati di trama), 90° (filati di ordito) e $\pm \alpha^\circ$. Gli strati indipendenti di filati vengono introdotti nell'area di lavoro a maglia e assemblati usando punti di pilastro o tricot, come illustrato nella Figura 1.5.2.

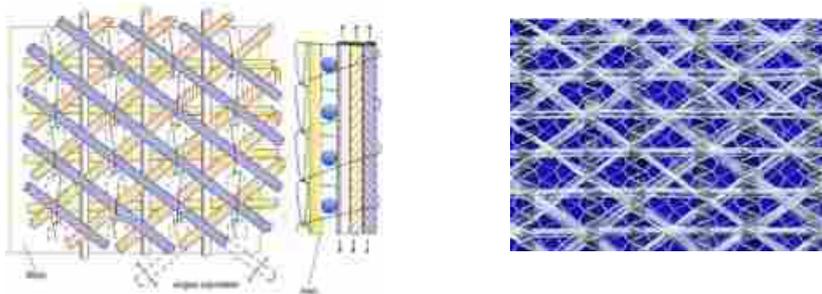


Figura 1.5.2. Tessuto Multiassiale a maglia in ordito - struttura di tessuto e aspetto del tessuto [6]

I tessuti distanziatori sono formati da due strati di maglia indipendenti collegati tra loro tramite filati o altri strati di maglia. Possono essere ottenuti utilizzando la tecnologia del lavoro a maglia di ordito (macchine raschel a doppia barra) o la tecnologia del lavoro a maglia di trama (la maglia piatta è più adatta per tessuti spaziatori con geometria molto complessa). I tessuti distanziatori a maglia ordito sono prodotti con connessione filato e presentano i vantaggi di uno spessore controllato (e possibile variabile), una maggiore stabilità, la possibilità di produrre strutture aperte e chiuse e un elevato recupero dalla compressione (con speciali filati monofilamento).

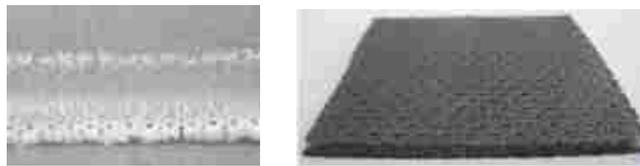


Figura 1.5.3. Tessuto distanziatore a maglia in ordito - strati esterni con struttura chiusa (sinistra) e strutture aperte (destra) [4]

I tessuti distanziatori a maglia di trama (noti anche come tessuti sandwich) hanno una geometria simile - due strati indipendenti collegati attraverso filati. La tecnologia di maglieria piatta consente di produrre tali tessuti in cui gli strati indipendenti sono collegati attraverso strati di maglia, come illustrato nella Figura 1.5.4. La complessità della forma 3D è controllata variando il numero di strati di collegamento, la loro posizione tra i livelli esterni e la loro forma.



Figura 1.5.4. Il tessuto distanziatore (sandwich) collegato attraverso lo strato a maglia (forma ad U in sezione)

Le strutture a conchiglia lavorate a maglia sono strutture 2D che vengono forzate in una geometria 3D a causa della presenza di linee di moda (una tecnica nota anche come fléchage). Queste linee vengono create quando la lavorazione a maglia viene eseguita successivamente su sempre meno

aghi; a un certo punto, questi aghi riprendono a funzionare (in generale nell'ordine inverso hanno smesso di funzionare). In questo modo, viene creata un'area nel tessuto con un numero inferiore di punti e l'area con più punti viene forzata in una geometria spaziale (vedere la Figura 1.5.5).

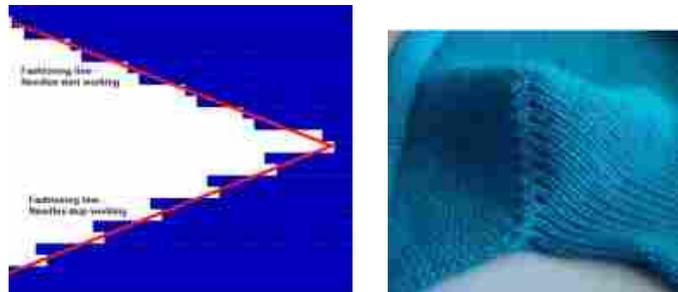


Figura 1.5.5. Principio di creazione di linee di moda e strutture a maglia con trama a conchiglia

È possibile correlare l'evoluzione 2D della forma 3D (regolare e irregolare) alla superficie del tessuto 2D in modo da ottenere forme complesse.

I tessuti a maglia nodale hanno una struttura tubolare con diverse intersezioni e posizioni dei tubi, come illustrato nella Figura 1.5.6. Le strutture nodali possono anche essere prodotte utilizzando macchine per maglieria a ordito a doppia barra.



Figura 1.5.6. Lavorato a maglia a trama strutture nodali - esempi [15]

Tessuti

3D

Le strutture tessute tridimensionali possono essere ottenute utilizzando telai progettati per tessere strutture 2D e telai specializzati in trame 3D.

Esistono diverse classificazioni di tessuti 3D, ma il più semplice raggruppa questi materiali in: solido 3D, cavità 3D, guscio 3D e nodale 3D.

I tessuti solidi 3D hanno una sezione trasversale rettangolare in cui vi sono più strati (fili di trama e ordito), collegati tra loro da fili leganti (fili di ordito, in generale).

Un tessuto multistrato è costituito da diversi strati intrecciati uno sopra l'altro, uniti da filati nella terza dimensione o intrecciati. In base alla posizione di questi filati di legante, l'interblocco può essere interblocco angolare e interblocco orto. La posizione di questi filati è definita nelle figure 1.5.7 e 1.5.8.

In base al numero di layer associati, l'interblocco può essere eseguito collegando alcuni layer (strato-a-strato) o collegando tutti gli strati (a spessore).

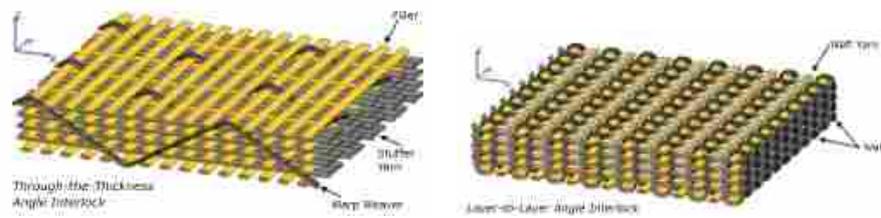


Figura 1.5.7. Intreccio ad angolo (spessore passante e strato su strato) [5]

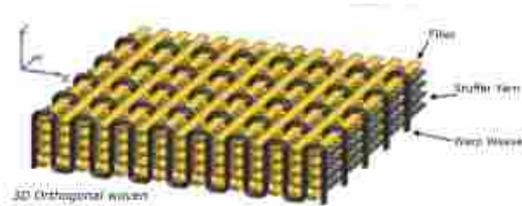


Figura 1.5.8. Interblocco orto (a spessore) [5]

Le strutture tessute 3D possono avere una sezione trasversale rettangolare, come presentato sopra o possono presentare una **sezione trasversale profilata**, esemplificata nella Figura 1.5.9.



Figura 1.5.9. Profilato di 3D tessuti - esempi [9]

I **tessuti cavi 3D** sono strutture tubolari con spazi vuoti personalizzati in forma e dimensione. Le superfici possono essere profilate o piatte, ognuna con diverse possibilità di connessione: connessioni oblique, orizzontali e / o verticali, esemplificate nella Figura 1.5.10.

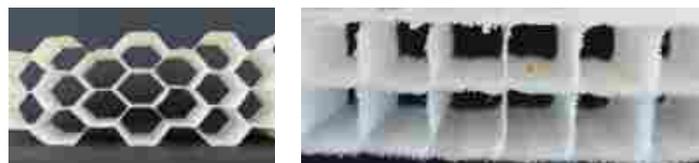


Figura 1.5.10. Strutture cave tessute 3D (esempi) [8]

I **tessuti nodali** sono strutture tubolari con intersezioni con diverse angolazioni, come illustrato nella Figura 1.5.11.



Figura 1.5.11. Esempi strutture nodali tessute 3D [7]

I **tessuti a conchiglia** (shell) sono caratterizzati dal fatto che il foglio di tessuto viene forzato in una posizione 3D a seguito del processo di tessitura. I tessuti shell hanno una geometria sferica o simile a una scatola e sono prodotti con un solo strato o più strati.

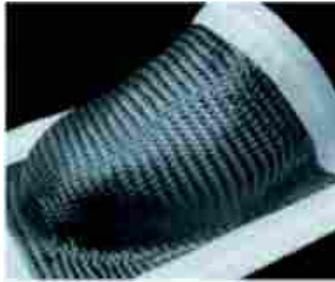


Figura 1.5.12. Esempio di una cupola tessuta a conchiglia [14]

Tessuti intrecciati 3D

Una treccia è un insieme fibroso lineare composto da due serie principali di filati intrecciati, entrambi i quali giacciono sulla polarizzazione rispetto all'asse longitudinale della struttura, come suggerito nella Figura 1.5.13. I tessuti intrecciati possono essere piatti o tubolari (Figura 1.5.14).

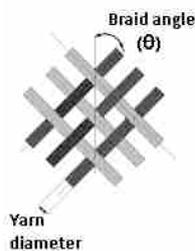


Figura 1.5.13. La posizione dei due sistemi di filato in una struttura intrecciata [13]



Figura 1.5.14. aspetto di un elemento tubolare di tessuto intrecciato [10]

Le strutture intrecciate in 3D sono state sviluppate appositamente per applicazioni tecniche. Esistono diversi processi di treccia che producono tessuti intrecciati in 3D. Utilizzando trecce maypole (specifiche per trecce 2D) possono essere introdotti filati di ordito nelle strutture, ottenendo **trecce triassiali**, illustrate nella Figura 1.5.15. Mandrini di forme diverse possono essere utilizzati per creare trecce triassiali sagomate (Figura 1.5.16).

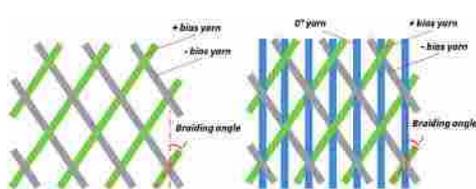


Figura 1.5.15. Struttura intrecciata triassiale[3]

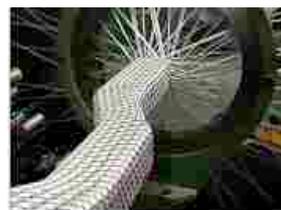


Figura 1.5.16. Strutture triassiali intrecciate con geometria a forma [12]

Altri metodi rappresentativi di treccia 3D sono la treccia rotante e la 4 fasi (cartesiana). Nella **treccia rotante 3D** gli ingranaggi a tromba sono disposti in modo da formare geometrie specifiche e i supporti del dispositivo di scorrimento possono muoversi liberamente e arbitrariamente su una piastra di base, formando la forma intrecciata - rettangolare, a forma di L, a forma di U, ecc. La Figura 1.5.17 esemplifica tale una solida struttura intrecciata a sezione quadrata.

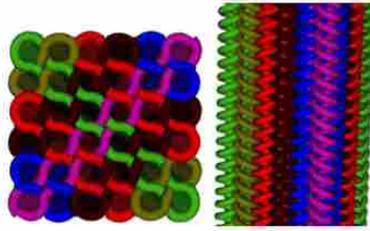


Figura 1.5.17. Intreccio 3D con sezione trasversale quadrata [10]

Il processo di **intrecciatura Cartesiana di base** prevede quattro distinti movimenti cartesiani di gruppi di filati chiamati righe e colonne (Figura 1.5.18). Per un determinato passaggio, le file (o colonne) alternate vengono spostate di una distanza prescritta l'una rispetto all'altra. Il passaggio successivo prevede lo spostamento alternato delle colonne (o delle file) a una distanza prescritta. Il terzo e il quarto gradino sono semplicemente la sequenza di spostamento inversa del primo e del secondo gradino, rispettivamente.

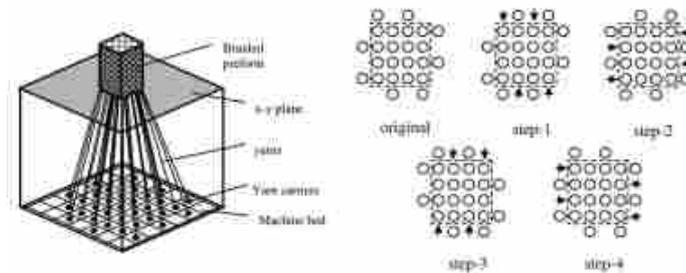


Figura 1.5.18. Shemi del processo 4-step di intrecciatura [13]

Riferimenti

1. Abounaim, Md, Process development for the manufacturing of at knitted innovative 3D spacer fabrics for high performance composite applications, Technischen Universität Dresden, 2011, available at <http://tud.qucosa.de/api/qucosa%3A25504/attachment/ATT-0/>
2. Bilisik, K., Three-dimensional braiding for composites: A review, Textile Research Journal 83(13) 1414–1436, 2016
3. Boris, D. et al., The tensile behaviour of biaxial and triaxial braided fabrics. Journal of Industrial Textiles, 47(8), 2184–2204, 2018
4. Gokarneshan, N., Design of Warp Knit Spacer Fabrics: Recent research insights on technical applications, JTATM, 9, 3, 2015
5. <http://www.axis-composites.com/3d%20weaving.html>
6. <https://nptel.ac.in/courses/116102008/32>
7. https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/itm/forschung/forschungsfelder/textile-prozesse/technologien-fuer-2d-und-3d-textilkonstruktionen/2d-3d-weben?set_language=en
8. <https://www.3dweaving.com/en/products/tubular-fabrics>
9. <https://www.erginer.com.tr/kompozit/>
10. Kyosev, Y. et al., Virtual development and numerical simulation of 3D braids for composites, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 406, 2018, available at <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/406/1/012025/pdf>
11. Laurenti, S., Marchetti, M., Advanced Composite Materials by Resin Transfer Molding for Aerospace Applications, <https://www.intechopen.com/books/composites-and-their-properties/advanced-composite-materials-by-resin-transfer-molding-for-aerospace-applications>

12. Melenka, GW et al., Advances in 2-D and 3-D braided composite material modelling, in Handbook of Advances in Braided Composite Materials, editor Carey, JP, Elsevier Ltd, 2017
13. Tolosana, N. et al., Development of a geometrical model for a 3D braiding unit cell based on braiding machine emulation, available at https://www.mtm.kuleuven.be/Onderzoek/Composites/Research/meso-macro/textile_composites_map/textile_modelling/downloads/sl-modelling-3d-braids-paper.pdf
14. Unal, P.G., 3D Woven Fabrics, available at http://cdn.intechopen.com/pdfs/36903/InTech-3d_woven_fabrics.pdf
15. Underwood, J., The Design of 3D Shape Knitted Preforms, PhD thesis, School of Fashion and Textile, RMIT University, 2009, available at <https://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:6130/Underwood.pdf>

1.6. Materiali ortopedici lavorati a maglia

Daiva Mikučionienė e Laima Muralienė, Kaunas University of Technology, Lituania

Uno dei settori più importanti dei tessuti funzionali è il tessile medico, la cui importanza è causata dalla sua relazione con la salute umana. I prodotti tessili medici possono essere classificati in quattro settori principali: materiali impiantabili, materiali non impiantabili, dispositivi extracorporei e prodotti per l'igiene e la sanità. Secondo la classificazione, una varietà di supporti medici e preventivi e indumenti compressivi sono assegnati al gruppo tessile medico non impiantabile. Molti prodotti tessili funzionali diversi per il supporto degli arti o la terapia compressiva sono di solito attribuiti come tessuto medico o tessile per l'abbigliamento sportivo. L'uso di prodotti tessili a compressione per scopi medici è aumentato in modo significativo dal 1970. In origine, questi prodotti venivano utilizzati per esercitare pressione sul corpo umano per il trattamento delle cicatrici risultanti da ustioni e il trattamento delle condizioni post-chirurgiche. Oggi, gli usi dei prodotti compressivi si sono estesi alle applicazioni per i sistemi venosi e linfatici, la guarigione delle lesioni ossee e muscolari, il controllo dei muscoli, ecc. L'area del tessuto medico e tessile per lo sport è molto estesa. Nel caso più comune questi gruppi di tessuti sono assolutamente incommensurabili. Il tessuto medico comprende prodotti che vanno dalle coperte di pronto soccorso a prodotti ad alta tecnologia come vasi artificiali o maglie chirurgiche. A sua volta, il tessile per l'abbigliamento sportivo ha un concetto comune associato solo all'abbigliamento e agli accessori per le attività sportive e le sue attrezzature. Tuttavia, entrambi questi gruppi giganti hanno una stretta connessione. In alcuni casi, i prodotti di compressione e vari tipi di supporti difficilmente possono essere attribuiti a uno o un altro gruppo.

Esistono numerosi marchi commerciali noti come Sigvaris (Svizzera), Orliman (Spagna), Otto Bock (Germania), Bauerfriend (Germania) e altri nel mercato mondiale dei supporti ortopedici. L'attenzione principale è rivolta alle proprietà di compressione di questi prodotti, tuttavia le proprietà estetiche, di comfort e di uso finale non sono meno importanti per i consumatori. L'analisi del tessuto per applicazioni mediche o di abbigliamento sportivo ha indicato che ci sono molte diverse classificazioni di questi gruppi. In primo luogo, i supporti medici e preventivi o gli indumenti compressivi possono essere classificati in base alla posizione sul corpo umano.

La classificazione in base alla posizione sul corpo è essenziale per l'identificazione primaria. Tuttavia, la più importante è la classificazione del tessuto medico o tessile per abbigliamento sportivo in base allo scopo di una funzione speciale. Gli indumenti a compressione generano compressione per una particolare parte del corpo. La compressione può essere definita come la forza applicata nella direzione opposta alla forza di trazione. I recenti indumenti compressivi medici sono progettati e realizzati individualmente per una particolare parte del corpo: calze compressive mediche per malattie vascolari, tute compressive, maschere facciali, supporti ortopedici medici, supporti compressivi di prevenzione, indumenti compressivi per abbigliamento sportivo, ecc. Tutti questi prodotti hanno lo stesso scopo esplicito della compressione, tuttavia la varietà di applicazioni di questa funzione è ampia.

Gli indumenti a compressione sono utili per il recupero di numerosi marker di danno muscolare indotto dall'esercizio fisico, accelerano il recupero della funzione muscolare e possono anche aiutare gli atleti a seguire l'esercizio, ma i risultati sono spesso isolati o inconcludenti. Tuttavia, è dimostrato che alcuni tipi di abbigliamento sportivo a compressione possono influire sulle prestazioni muscolari o prevenire lesioni. Si è riscontrato che il rigonfiamento, la potenza e la forza sono migliorati durante il recupero con indumenti a compressione e l'efficienza degli indumenti a compressione è influenzata dalla costruzione, dalle proprietà del tessuto, dalla vestibilità e dal posizionamento

dell'indumento sul corpo. Tutti questi fattori svolgono un ruolo significativo sul valore di pressione predittiva generato dall'indumento di compressione e possono comprometterne la funzionalità.

In Europa, gli indumenti compressivi sono classificati in quattro gruppi in base all'intensità di compressione. Le calze con i valori di compressione più bassi vengono utilizzate per la prevenzione o disturbi marginali, mentre i valori di compressione più elevati vengono applicati per i pazienti che lamentano gravi malattie. Le differenze tra le valutazioni del gruppo di compressione in diversi paesi sono presentate nella Tabella 1.6.1. La compressione più alta viene applicata alla caviglia e al polpaccio e, salendo alla sommità del prodotto, la compressione diminuisce gradualmente: caviglia - 100%, polpaccio - 70%, sopra il ginocchio - 50%, coscia -40%.

Tabella 1.6.1 Standard delle classi di compressione

Standard	Classe di compressione			
	I	II	III	IV
	Compressione generata, mmHg			
Gran Bretagna BS	14 - 17	18 - 24	25 - 36	>36
Germania RAL-GZ-387/1:2008	15 - 21	23 - 32	34 - 46	≥49
Francia AS-QUAL	10 - 15	15 - 20	20 - 36	>36
Europa UNI ENV 12179	15 - 21	23 - 32	34 - 36	>49
Stati Uniti d'America	15 - 20	20 - 30	30 - 40	>40

Esistono diverse tecnologie per la produzione di calze a compressione che determinano la classe di compressione del prodotto. Le calze a compressione prodotte su una macchina per maglieria piatta possono raggiungere una classe di compressione più elevata (3-4 classi) rispetto a quelle lavorate a maglia su una macchina per maglieria circolare (1-3 classi). Tuttavia, la maglieria circolare è in grado di proporre prodotti senza soluzione di continuità. Le condizioni più elementari previste durante l'uso dei calzini di base sono la resistenza all'abrasione, l'elasticità, le proprietà fisiologiche. Per raggiungere questi requisiti, vengono utilizzate fibre specifiche o viene applicato il trattamento. I filati di poliammide sono più popolari per le calze a compressione a causa dell'alto allungamento e resistenza all'abrasione, stabilità dimensionale, possibilità di realizzare una struttura a maglia altamente trasparente. Le microfibre di poliestere possono anche essere utilizzate per calze a compressione in quanto sono forti, flessibili, elastiche, morbide, hanno una buona capillarità che è una proprietà di comfort molto importante.

Simile alle calze a compressione, i supporti di compressione ortopedici a maglia possono essere divisi per scopo: prevenzione, riabilitazione o supporto postoperatorio. La principale differenza tra questi gruppi è l'intensità della compressione generata dal supporto. Il supporto alla compressione preventiva può essere di aiuto sia per l'abbigliamento sportivo, sia per i tessuti per applicazioni mediche. Tuttavia, i supporti medici possono essere applicati per la stessa parte del corpo, sebbene non per scopi di terapia compressiva. Convenzionalmente, tutti questi prodotti hanno diverse applicazioni distinte, dal mercato medico a quello dei consumatori.

La costruzione di supporti funzionali a compressione consiste in elementi cruciali per funzioni particolari che sono sostanziali per la salute del paziente o il processo di guarigione. A questo proposito, il gruppo di supporti post-operatori funzionali può essere caratterizzato come il più difficile e contiene elementi più considerevoli. I supporti ortopedici sono generalmente prodotti con materiali morbidi con una struttura elastica; i materiali a maglia sono comuni e facilmente utilizzabili per questo scopo. I supporti ortopedici a maglia elastica sono disponibili in molte forme, possono contenere elementi extra per diversi scopi funzionali e possono essere indicati per varie malattie.

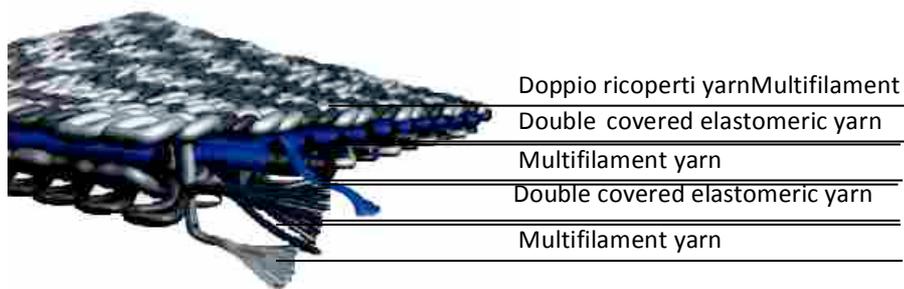


Figura 1.6.1 Costruzione della tipica compressione a maglia
[\[http://www.bauerfeindkorea.com/pdf/bro_knie_gb.pdf\]](http://www.bauerfeindkorea.com/pdf/bro_knie_gb.pdf)

I tessuti a compressione a maglia sono realizzati lavorando a maglia almeno due tipi di filati - filato macinato e filato intarsiato elastomerico - insieme. Il filato rettificato garantisce rigidità e spessore. Per generare compressione e ottenere migliori prestazioni del supporto di compressione, nella costruzione di una maglia vengono inseriti filati extra intarsiati come filati intarsiati, flottanti o placcati.

Un livello più elevato di compressione si ottiene principalmente aumentando lo spessore del nucleo elastico del filo di intarsio, anche se è possibile apportare modifiche al filo di terra. I fili di intarsio di trama possono essere inseriti in ogni singolo corso o in determinati corsi secondo uno schema. Il livello di compressione è parzialmente definito dalle proprietà del filo intarsio che sono direttamente correlate al modulo del filo elastico e ai parametri di rivestimento. Indipendentemente dalla materia prima selezionata per i filati di rivestimento, la forza di trazione esponenziale del filo di intarsio elastomerico aumenta aumentando l'allungamento. Nell'area dei bassi allungamenti (50% per i filati elastomerici), le proprietà dei filati di rivestimento dei filati inlay non hanno un'influenza significativa sulle proprietà di compressione, mentre solo la resistenza alla trazione è influenzata solo dai filati con nucleo elastomerico. Ciò significa che è possibile scegliere i filati di rivestimento, a seconda delle esigenze di comfort, igiene, estetica, ecc. La densità di inserzione del filo intarsiato ha un'influenza preziosa sulla compressione generata. Questa influenza ha un carattere esponenziale. Sono stati stimati valori di compressione fino al 25% più elevati nelle maglie con i filati intarsiati inseriti in ogni singolo percorso rispetto alle maglie con una densità di inserzione del filo intarsiato due volte inferiore ma con la stessa quantità totale dei filati intarsiati.

I supporti ortopedici possono essere lavorati a maglia come prodotti senza cuciture, cuciti con materiali a maglia o altri materiali (ad es. Neoprene). I prodotti senza saldatura sono generalmente progettati per la produzione di massa, sono di poche dimensioni e vengono utilizzati a scopo di prevenzione. I prodotti cuciti possono essere prodotti ritagliando opportuni spazi vuoti da materiale planare. Lo svantaggio principale di ciò è la difficoltà di ottenere un adattamento anatomico esatto delle bende e viene creato un gran numero di punti di connessione, come le cuciture. Questi ultimi punti di collegamento alterano parzialmente le proprietà del materiale utilizzato e ciò comporta in particolare il rischio di punti di pressione o punti di sfregamento della pelle. Il metodo più vantaggioso è la lavorazione a maglia sagomata su macchine per maglieria circolare e piatta. I supporti a compressione realizzati su macchine per maglieria piane sono più vantaggiosi a causa della forma anatomica, che garantisce un adattamento perfetto; effetto di supporto e compressione dovuto alla costruzione elastica; stabilizzazione grazie a profili o cuscinetti viscosi elastici integrati; effetti di supporto e massaggio che migliorano la circolazione sanguigna e l'assorbimento di ematomi ed edemi.

È importante notare che una diversa geometria della struttura a maglia genera diverse proprietà meccaniche che sono fortemente correlate alla struttura del tessuto, alle proprietà del filo e alla

direzione del tessuto. La compressione del supporto dipende dall'area di supporto, dalla forma e dalle caratteristiche della maglia, come il modello di maglia, la densità, ecc. I modi in cui il materiale tessile si deforma durante le sollecitazioni applicate svolgono un ruolo importante nella sua lavorazione e nel suo utilizzo finale. Sono stati pubblicati numerosi studi sulla deformabilità dei tessuti a maglia. La compressione alternata della lunghezza del prodotto può essere ottenuta modificando la densità della maglia, il motivo a maglia e / o la tensione di un filo elastomerico steso.

I supporti ortopedici a maglia sono spesso progettati con dettagli aggiuntivi per scopi diversi. I supporti ortopedici hanno spesso aggiunto silicone o altre parti per un'applicazione funzionale e possono comprendere anche altri componenti, come cinturini, dispositivi di fissaggio, incluso un sistema di fissaggio in due parti che può essere disinnestato per impegnare il supporto con il corpo. Tutti gli elementi rigidi inseriti nel supporto possono modificare l'elasticità dell'intero prodotto. Nell'area delle estensioni basse, esiste una forte dipendenza lineare tra l'area relativa dell'elemento rigido e la compressione generata dal supporto ortopedico a maglia - la compressione aumenta linearmente aumentando l'area dell'elemento rigido. Gli elementi rigidi possono essere classificati in tre gruppi principali, che vengono utilizzati per: a) scopi medici (gli elementi creano la funzione rilevante per il processo di salute e guarigione del paziente); b) comfort (cinturini, strisce di silicone, elementi di fissaggio, ecc.); possono influire sulla compressione non solo in base alla sua area relativa, ma anche a causa della diversa forza che il consumatore utilizza); c) marchio (etichette, tag e loghi). Ulteriori elementi a fini medici sono cruciali, non possono essere eliminati e l'area relativa di questi elementi non può essere ridotta in modo significativo. L'implicazione di ulteriori elementi utilizzati per indossare il comfort può essere messa in discussione e la loro area relativa può essere modificata. Almeno il gruppo dedotto sono gli elementi di tipo di branding e il caso di questo tipo di rilevanza è palese. Ulteriori elementi rigidi possono influire in modo significativo sulla compressione generata dal supporto o persino modificare la classe di compressione del prodotto. È stato stabilito che l'elemento rigido, che occupa ~ 8% dell'area totale di un supporto, aumenta la forza di trazione e la compressione fino al 15% anche a basso allungamento (10%). Questa influenza dipende dal livello di allungamenti in cui viene utilizzato il supporto ortopedico. La compressione, generata dal supporto con un'area relativa del 25% coperta da un elemento rigido, aumenta fino a ~ 17% con allungamento fisso del 10% e fino a ~ 24% con allungamento fisso del 20%. Tuttavia, se l'area coperta da un elemento rigido è fino al 3% e tale supporto viene utilizzato nell'area di basse deformazioni (fino al 10%), non è necessario valutare l'influenza dell'area rigida relativa sulla compressione di il supporto a maglia.

L'efficacia della terapia compressiva dipende non solo dalla compressione generata. Barriere psicologiche e fisiologiche nell'indossare prodotti compressivi sono state studiate da vari scienziati. È noto che la composizione del tessuto e le proprietà dei filati influiscono sulle proprietà di comfort quali conducibilità termica, permeabilità al vapore acqueo e permeabilità all'aria. È dimostrato che le proprietà termiche sono difficilmente influenzate dalla struttura capillare delle fibre e dalla geometria della superficie del filato. Inoltre, l'aria in una struttura di tessuto a maglia gioca un ruolo prevalente nel trasferimento di calore. La mancanza di comfort durante l'uso di indumenti compressivi influisce negativamente sulle prestazioni e le persone non sono incoraggiate a fare più attività.

Riferimenti

1. Abramaviciute, J., et al. Structure Properties of Knits from Natural Yarns and their Combination with Elastane and Polyamide Threads. *Materials Science (Medžiagotyra)*. 2011, 17(1), 43-46.
 2. Alisauskienė, D., et al. Influence of Inlay-Yarn Properties and Insertion Density on Compression Properties of Knitted Orthopaedic Supports. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2013, 21(6), 74-78.
 3. Alisauskienė, D., Mikucionienė, D. Influence of the Rigid Element Area on the Compression Properties of Knitted Orthopaedic Supports. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2012, 20(6A), 103-107.
 4. Alisauskiene, D., Mikucioniene, D. Investigation on Alteration of Compression of Knitted Orthopaedic Supports during Exploitation. *Materials Science (Medžiagotyra)*. 2012, 18(4), 362-366.
 5. Choucair, M., Philips, T.J. Compression Therapy. *Dermatologic Surgery*. 1998, 24, 141-148.
 6. Czajka, R. Development of Medical Textile Market. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2005, 13(1), 13-15.
 7. Kowalski, K., et al. Modelling and Designing Compression Garments with Unit Pressure Assumed for Body Circumferences of a Variable Curvature Radius. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2012, 20(6A), 98-102.
 8. Marqués-Jiménez, D., et al. Are Compression Garments Effective for the Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage? A systematic review with meta-analysis. *Physiology & Behavior*. 2016, 153, 133-148.
 9. Mikucioniene, D., Alisauskiene, D. Prediction of Compression of Knitted Orthopaedic Supports by Inlay-Yarn Properties. *Material Science (Medžiagotyra)*. 2014, 20(3), 311-314.
 10. Mikucioniene, D., Milasiute, L. (2016) Influence of Knitted Orthopaedic Support Construction on Compression Generated by the Support. *Journal of Industrial Textiles*. 2017, 47(4), 551-566.
 11. Rabe, E. et al. Guidelines for Clinical Studies with Compression Devices in Patients with Venous Disorders of the Lower Limb. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2008, 35, 494-500.
 12. Troynikov, O. et al. Factors Influencing the Effectiveness of Compression Garments used in Sports. *Procedia Engineering*. 2010, 2, 2823-2829.
- Bodenschatz, S., Herzberg, T., Doheny, F. *U.S. Patent No. US6267743B1 Anatomically shaped medical bandages*. 2001.

1.7. Tessili compositi rinforzati

Luminita Ciobanu e Marianne Ursache, "Gheorghe Asachi" Università Tecnica di Iasi, Romania

Introduzione

Generalmente, un materiale composito è costituito da materiali distinti, che insieme agiscono in modo diverso rispetto a quando considerati separatamente. Ci sono molti esempi di materiali compositi, sia naturali che sintetici, dal corpo umano, agli edifici, agli aeroplani e così via.

Un composito è una combinazione di due o più materiali chimicamente diversi, con un'interfaccia tra di loro. Un materiale è chiamato **matrice** ed è definito come fase continua. L'altro elemento è chiamato **rinforzo** e viene aggiunto alla matrice per migliorare le proprietà. Il rinforzo rappresenta la fase discontinua, distribuita uniformemente e controllata nella matrice.

Esistono diverse opzioni di rinforzo e matrice, la più comune è illustrata nella Figura 1.7.1.

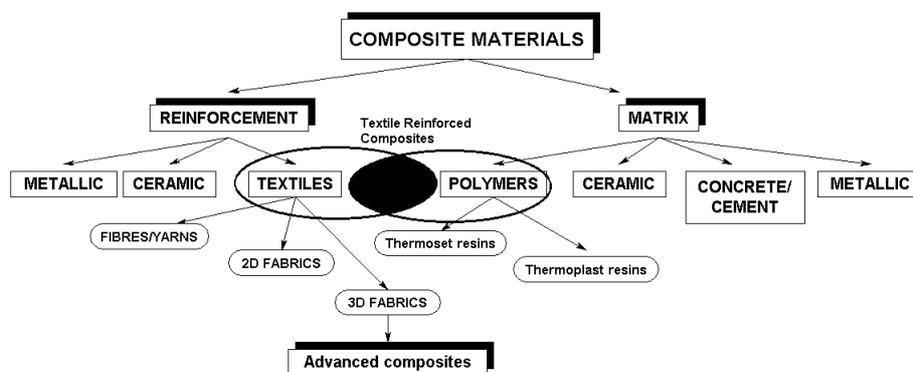


Figura 1.7 1. Struttura di materiale composito

Lo sviluppo di **compositi rinforzati tessili** (TRC) con matrice di resina (noto anche come compositi polimerici) si basa sul desiderio di produrre materiali migliorati, con proprietà su misura. Il materiale tessile conferisce resistenza all'insieme, mentre la resina assicura l'unità composita e trasmette le deformazioni. I vantaggi dei compositi rinforzati con tessuto sono:

- anisotropia controllata dei tessuti, il che significa che i loro materiali di struttura possono essere progettati in modo tale che le fibre siano posizionate in direzioni preferenziali, in base alla massima deformazione;
- l'uso di rinforzi tessili consente di ottenere un miglior rapporto peso / resistenza rispetto ai materiali classici, come l'acciaio;
- i materiali tessili mantengono la loro integrità e comportamento in condizioni estreme - ad esempio, non si corrodono in un ambiente esterno, né cambiano le loro dimensioni quando si verificano variazioni di temperatura significative, né sono sensibili ai campi elettromagnetici;
- I TRC presentano una durata della fatica migliorata.

L'industria aeronautica è stata la prima a utilizzare i TRC per gli aerei. Attualmente esiste una grande varietà di applicazioni TRC, con un elevato impatto economico. I materiali compositi possono essere trovati in tutti i campi dei tessuti tecnici. Le applicazioni industriali dei compositi includono serbatoi, strutture di stoccaggio, tubi, tubi flessibili, ecc. L'industria automobilistica utilizza TRC per telai di automobili e altre parti di macchine (es. Collettori, ruote), mentre in aeronautica i compositi si sono sviluppati dalle applicazioni di 1° livello al 2° livello che si riferisce a elementi di resistenza in una

struttura di aeroplano e la tendenza attuale è quella di costruirne uno utilizzando esclusivamente materiali compositi. Un altro campo di grande interesse per i compositi rinforzati con tessuti è la gestione dell'energia eolica: questi materiali sono adatti per i mulini a vento. I TRC sono anche usati per produrre attrezzature sportive - racchette da tennis, biciclette e motociclette, ecc.

Un'altra interessante applicazione dei compositi rinforzati tessili è negli edifici, dove questi materiali (chiamati Textile Reinforced Concrete) sono utilizzati per rinforzare pareti e altre strutture (matrice cemento / cemento), aumentandone la resistenza, riducendone lo spessore e successivamente i costi di produzione.

Materie prime per compositi

Rinforzo tessile

Due criteri principali possono essere utilizzati per caratterizzare i rinforzi tessili: la struttura / geometria del materiale e il processo tecnologico.

Una classificazione del tipo di rinforzo tessile che può essere usato per la produzione composita è presentata nella Figura 1.7.2. Il rinforzo è diviso in base alle dimensioni significative della loro geometria: 1D (fibre e filati), 2D (materiali piatti tessili) e 3D (materiali con architettura tridimensionale, da sviluppare in un altro capitolo di questa unità).

Quando si considera la tecnologia di produzione, tutti i processi tessili possono essere utilizzati per produrre rinforzi per materiali compositi, ma le specifiche di ciascun tipo di processo e la risultante geometria del materiale portano a differenze nelle possibilità e nel comportamento. I principali processi impiegati nella produzione di rinforzi tessili sono: tessitura, treccia, maglieria e tecnologie non tessute. Viene anche usato il ricamo, anche se su scala ridotta.



Figura 1.7.2. Classificazione generale del rinforzo tessile

Esistono processi di produzione, come l'avvolgimento di filamenti e la pultrusione, che trasformano i filamenti insieme alla resina. I rinforzi maggiormente utilizzati sono i tessuti (2D e 3D) e i non tessuti (tappetini in fibra), a causa del loro buon comportamento meccanico correlato alla frazione di volume elevato. Le strutture a maglia di ordito (multiassiali e distanziali) sono adatte per il rinforzo composito. I tessuti a maglia di trama hanno bisogno di filati per migliorare le proprietà meccaniche; la loro elevata formabilità li consiglia per preforme 3D complesse.

La selezione di un determinato processo si basa sulle possibilità architettoniche (struttura 3D), sulle caratteristiche e sul comportamento dei materiali (stabilità dimensionale, resistenza meccanica,

drappaggio e formabilità, ecc.) E sulla sua idoneità per quanto riguarda l'elaborazione composita e la sua applicazione.

Fibre ad Alte Prestazioni (HPF)

I rinforzi tessili sono prodotti utilizzando fibre ad alte prestazioni, come vetro, carbonio / grafite, Kevlar, PES HM e HT, fibre ceramiche, boro, ecc. Le fibre di basalto sono un altro tipo di HPF utilizzato nelle strutture in calcestruzzo per l'ingegneria civile.

Questi filati hanno un comportamento meccanico superiore che può soddisfare le esigenze specifiche delle applicazioni composite, come illustrato nella Tabella 1.7.1.

Le fibre di vetro (filati, rovings) sono le fibre ad alte prestazioni più comuni utilizzate per rinforzare i materiali compositi. Sono caratterizzati da durezza, resistenza agli agenti chimici, stabilità e inerzia, peso ridotto e presentano alcuni problemi legati alla lavorabilità a causa della loro natura fragile.

Tabella 1.7.1. Caratteristiche principali di alcune fibre ad alte prestazioni utilizzate per la produzione di compositi

	Fibre	Densità relativa [g/cm ³]	Modulo di Young [GPa]	Resistenza alla trazione [GPa]
1	Carbonio (PAN)	2.0	400	2,0-2,5
2	Boro	2.6	400	3.4
3	E-glass	2.5	70	1,5-2,0
4	S-glass	2.6	84	4.6
5	Kevlar 29	1,44	60	2.7
6	Kevlar 49	1,45	60	2.7

Esistono più tipi di fibre di vetro a seconda della loro composizione chimica: E-glass, con buona resistenza ed elevata resistività elettrica, più comune nei materiali compositi; S-glass, con elevata resistenza alla trazione, più comune nelle applicazioni militari; e vetro AR, caratterizzato da resistenza agli alcali (utilizzato con matrice di cemento).

Le resine utilizzate per la matrice

La matrice sta dando al materiale composito la sua unità e garantisce il trasferimento del carico al suo interno. Esistono due tipi di resine che vengono utilizzate come matrice: termoindurente (una volta indurita, la resina non tornerà allo stato viscoso) e termoplastica (le resine possono essere fuse ed estratte dal materiale composito dopo l'indurimento). La tabella 2 presenta i tipi più comuni di resine utilizzate per la produzione di compositi e i loro principali domini di applicazione. Le resine termoindurenti epossidiche e poliestere sono ampiamente diffuse a causa dei loro costi accessibili e buone caratteristiche.

Tabella 1.7.2. Resine più comuni per materiali compositi

Tipo	Matrice	Applicazioni
1. Resine Termoindurenti	Resina epossidica	Industria aerospaziale, aviazione, attrezzature sportive, industria automobilistica
	Poliestere e vinilestere	Industria automobilistica, industria navale, Impianti Chimici, Impianti elettrici, merci utente
	Poliuretani e poliuria	Componenti auto
	Fenoli	Industria aerospaziale industria automobilistica
2. Resine termoplastiche	Bismalemide, poliimmide, ecc.	Industria aerospaziale, per temperature elevate delle applicazioni
	Nylon 6, nylon 6,6, poliesteri (PET e PBT), ecc.	Materiali compositi rinforzati con fibre corte

	Polieterchetone (PEEK), solfuro di polyphenilen, poliammide imide, polietere imide, ecc.	Materiali compositi rinforzati con fibre corte e filamenti per applicazioni a temperature relativamente elevate
--	--	---

La frazione in volume

La frazione di volume di fibra (FVF) rappresenta il rapporto tra il volume di fibra e l'intero volume di un materiale composito. La sua importanza deriva dalla sua influenza diretta sulla resistenza del materiale composito.

La frazione del volume delle fibre viene calcolata in base alla seguente equazione:

$$FVF = \frac{V_f}{V_c} = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m} = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + [(1 - W_f) / \rho_m]}$$

Dove:

W_f = peso delle fibre incluse nel composito (g)

W_m = peso della resina inclusa nel composito (g)

ρ_f = densità della fibra (g / cm³)

ρ_m = densità matrice (resina) (g / cm³)

Il valore ottimale per FVF che garantisce la qualità del materiale composito e la sua resistenza meccanica varia nell'intervallo dal 50 al 70% del volume totale. Un FVF più basso comporterà compositi di scarsa qualità, mentre un FVF più elevato influisce anche sul loro livello di prestazioni, poiché la resina non riesce a penetrare completamente nel rinforzo. La frazione del volume delle fibre viene utilizzata nella progettazione composita per calcolare / stimare il comportamento meccanico.

Produzione di compositi

In generale, i materiali compositi vengono prodotti introducendo la matrice (resina) nel sistema di rinforzo (materiale tessile), seguito da una reazione di indurimento, quando i due componenti vengono uniti in modo da formare il materiale composito. All'inizio del processo, il materiale di rinforzo viene inserito in / su uno stampo che dà la forma finale del prodotto seguita dall'introduzione della resina. In base al tipo di stampo, esistono due tipi di processo per la produzione di compositi:

- **processi a stampo aperto**, in cui il posizionamento del rinforzo sullo stampo è unilaterale. Tali processi comunemente usati includono avvolgimento e pultrusione di filamenti;
- **processi a stampo chiuso**, in cui entrambi i lati del rinforzo sono in contatto con lo stampo. I processi più utilizzati sono: stampaggio a trasferimento di resina (RTM), stampaggio a trasferimento di resina assistito sotto vuoto (VARTM).

La termoformatura con fibre ibride / strutture in resina è uno dei processi di produzione più interessanti (stampo chiuso), in quanto elimina la fase separata di introduzione della resina nel rinforzo. Le strutture ibride vengono riscaldate (radiazione NIR) e quindi sottoposte a pressione per ottenere una forma preimpostata in una pressa.

Il posizionamento automatizzato delle fibre è un altro esempio di un processo basato su strutture ibride (bande di fibre con resina). Permette la costruzione degli strati di rinforzo controllando il posizionamento delle fasce attraverso un braccio robotico. La fascia viene riscaldata prima del posizionamento dello strato viene consolidato applicando una pressione (un rullo di pressione).

Il posizionamento su misura della fibra utilizza la tecnica del ricamo per posizionare e fissare le fibre (roving) su un supporto tessile ibrido che porterà la resina nel processo.

Sostenibilità dei tessuti compositi rinforzati

La sostenibilità è un problema che sta iniziando a guadagnare importanza e influenzerà in modo significativo lo sviluppo dei compositi futuri. Il problema principale dei compositi rinforzati con tessuto è il loro smaltimento. I compositi vengono eliminati attraverso processi meccanici e chimici, nonché mediante incenerimento, tutti con costi aggiuntivi elevati. Se non trasformati (riciclati), i compositi finiscono in discarica, creando seri problemi ambientali.

I compositi termoindurenti sono particolarmente difficili da elaborare, poiché la resina non può essere recuperata. Una piccola percentuale di compositi termoindurenti viene lavorata meccanicamente (riempitivi di polvere) o incenerita. I compositi termoplastici vengono eliminati attraverso processi termici: incenerimento, separazione della resina dal rinforzo e pirolisi / gassificazione.

La soluzione alla sostenibilità è lo sviluppo di compositi verdi che utilizzano componenti sostenibili che possono essere facilmente smaltiti senza influire sull'ambiente. Attualmente, la soluzione più citata per il rinforzo tessile sostenibile è l'uso di fibre naturali (come lino, canapa, iuta, ecc.). Tuttavia, è necessario considerare l'applicazione e i suoi requisiti, poiché le fibre naturali non raggiungono le proprietà meccaniche dell'HPF.

Riferimenti

1. Advani, S., Kuang-Ting Hsiao (editors), Manufacturing Techniques for Polymer Matrix Composites (PMCs), Woodhead Publishing, 2012
2. Boisse, P. (editor), Advances in Composites Manufacturing and Process Design, Woodhead Publishing, 2015
3. Green guide to composites an environmental profiling system for composite materials and products (<https://netcomposites.com/media/1207/greenguidetocomposites.pdf>, accessed 8.11.2018)
4. Hu, J. (editor), 3-D fibrous assemblies, Woodhead Publishing, 2008
5. Rana, S., Figueiro, R. (editors), Fibrous and Textile Materials for Composite Applications, Springer, 2016

Video tutorials (on Youtube)

1. <https://www.youtube.com/watch?v=IRuIR3uhkX8> (3D weaving, Braiding & Preforming - Robotics & Textile Composites Group)
2. <https://www.youtube.com/watch?v=kF82pnsK9eE> (3D woven RTM composites)
3. <https://www.youtube.com/watch?v=ka0q8Mc4xxw> (An Inside Look at BMW's Carbon Fiber Manufacturing Process)
4. <https://www.youtube.com/watch?v=HuoO99oFQYQ> (New BMW 7 Series Composite Production)
5. <https://www.youtube.com/watch?v=tZhH2B-EI1I> (NASA 360 - Composite Materials)
6. <https://www.youtube.com/watch?v=haYuTANzzS8&list=PL3B2C07E01F72869B> (Composites Materials)
7. <https://www.youtube.com/watch?v=NZwvRRoR1xw> (Advanced Composites Inc: Excellence in Filament Winding)
8. <https://www.youtube.com/watch?v=sxWtzlitq1A> (How it works: Pultrusion)
9. <https://www.youtube.com/watch?v=J6roJsBcPQQ> (Composites Tutorial - VARTM Materials, Supplies, and Process)
10. <https://www.youtube.com/watch?v=ycdDyEKrseE> (A Fundamental Shift in Composites Manufacturing)

1.8. Materiali e-Textile

Evangelos Louris, Università del West Attica, Grecia

Introduzione

Negli ultimi anni si è intensificata la ricerca sul nuovo settore interdisciplinare dei tessili elettronici (e-Textiles o Textronics) e un interesse di mercato in rapida crescita per prodotti innovativi che combinano tessuti e applicazioni elettroniche. Questo capitolo offre una panoramica dei materiali utilizzati nelle applicazioni e-textile, presentando alcuni esempi tipici ed evidenziando i principali problemi e problemi associati alle implementazioni e-textile. Dopo aver completato questo argomento, il tirocinante sarà in grado di: fornire definizioni di base e utilizzare i termini di base relativi agli e-textiles, nominare le categorie di base dei diversi materiali utilizzati negli e-textiles, sapere per quali categorie di materiali è possibile utilizzare una particolare applicazione e-tessile, e descrivere vantaggi, svantaggi e problemi di lavorazione relativi a materiali specifici.

Materiali elettricamente conduttivi

I materiali elettricamente conduttivi sono la base per qualsiasi implementazione dell'e-Textile. I materiali conduttivi per i tessili elettronici possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- Fibre metalliche
- Fibre rivestite di metalli, ossidi di metallo o sali di metallo
- Compositi polimerici conduttivi (CPC)
- Polimeri intrinsecamente conduttivi (ICP)
- Inchiostri conduttivi

Le fibre metalliche sono sottili monofilamenti prodotti con il tradizionale processo di trafilatura. Possono essere miscelati con altre fibre tessili per formare filati conduttivi o utilizzati direttamente nei processi di tessitura e maglieria. Le fibre metalliche di rame (Cu), alluminio (Al), argento (Ag 99%), rame argentato (Cu / Ag), alluminio rivestito di rame (CCA), acciaio inossidabile e bronzo sono disponibili in commercio.

La seconda categoria molto comune riguarda il rivestimento di fibre tessili convenzionali con metalli, ossidi di metallo o sali di metallo. Il rivestimento può essere realizzato su fibre, filati o direttamente su tessuti utilizzando metodi come rivestimento a immersione, placcatura ionica, placcatura elettrolitica, metallizzazione sotto vuoto, sputtering catodico e deposizione chimica da vapore (CVD).

La categoria dei compositi polimerici conduttivi (CPC) riguarda le fibre organiche artificiali, in cui particelle conduttive come argento, nichel, acciaio inossidabile, alluminio, grafite, nerofumo e nanotubi di carbonio (CNT) sono state disperse nella loro matrice polimerica durante la loro preparazione. La dispersione è realizzata mediante un processo di miscelazione meccanica nel fuso polimerico. Una maggiore concentrazione di particelle conduttive determina una migliore conduttività, ma fibre più fragili.

L'interesse per i polimeri intrinsecamente conduttivi (ICP) è in continua crescita, poiché sono più compatibili con le fibre tessili convenzionali sia in termini di proprietà che di processabilità. ICP tipici sono: poliacetilene (PA), polipirrolo (Ppy), politiofene (PT), polianilina (PANI), poli(perinaphtalene) (Pna) e polistirene solfonato di poli(3,4-etilendioxythiophene) (PEDOT-PSS). La contattività degli ICP è ottenuta dalla presenza di agenti dopanti, che forniscono più o meno elettroni nella loro catena coniugata. Ciò offre la possibilità di regolare la conducibilità degli ICP modificando la quantità dell'agente dopante. Questo è di fondamentale importanza perché in questo modo possiamo preparare materiali semi-conduttivi organici che sono fondamentali per la fabbricazione di dispositivi elettronici completamente organici, come transistor o condensatori.

Gli inchiostri conduttivi sono un'altra classe di materiali che possono essere utilizzati nella produzione di e-Textiles. Di solito, gli inchiostri conduttivi contengono riempitivi metallici come nanoparticelle di Ag, Cu e Au (NP) incorporati in un supporto polimerico, ma possono anche contenere materiali conduttivi organici. Gli inchiostri conduttivi possono essere applicati sulle superfici dei tessuti, con un metodo di stampa tessile tradizionale come la serigrafia, la stampa su rullo e il trasferimento del rivestimento del rotolo o con un metodo di stampa a getto d'inchiostro più moderno. I metodi di stampa tradizionali sono a basso costo e più produttivi, poiché possono applicare spessi strati di materiali simili a pasta su grandi aree. La stampa è normalmente seguita da un processo di asciugatura a temperature elevate che dipendono dal tipo di supporto tessile. La stampa a getto d'inchiostro è adatta per materiali solubili a bassa viscosità, mentre i materiali ad alta viscosità creano problemi di intasamento degli ugelli.

Fibre ottiche

Una fibra ottica di plastica o fibra ottica polimerica (POF) è tipicamente costituita da una fibra dielettrica trasparente coperta da un materiale rivestito dielettrico anch'esso trasparente con indice di rifrazione diverso. La luce all'interno del nucleo viene riflessa internamente e viene trasmessa su lunghe distanze senza perdite. I POF tipici sono costituiti da un nucleo di poli (metilmetacrilato) (PMMA) e da un fluoropolimero come materiale di rivestimento. I POF sono immuni ai campi elettromagnetici, quindi sono ideali per il trasferimento di segnali di dati. Sebbene non molto flessibili, possono essere integrati con successo nelle strutture tessili, principalmente mediante tessitura. Oltre alla trasmissione dei dati, possono essere utilizzati per l'illuminazione e gli effetti di visualizzazione, rilevamento ottico, rilevamento meccanico, rilevamento chimico, bio-rilevamento e foto-terapia. Utilizzando tecnologie di rilevamento a fibra ottica, come "Fiber Bragg Gratings" e "Brillouin and Raman", è possibile rilevare la posizione in cui si verifica un cambiamento nella trasmissione della luce, come ad esempio a causa di una flessione della fibra o un cambiamento di temperatura [6]. Rimuovendo il rivestimento in punti selezionati lungo la fibra, attraverso il trattamento meccanico (abrasione), chimico (solvente) o termico (plasma, laser), è possibile creare vie di fuga per la luce, ottenendo così l'illuminazione o persino effetti di visualizzazione dello schermo (Figura 1.8.1).

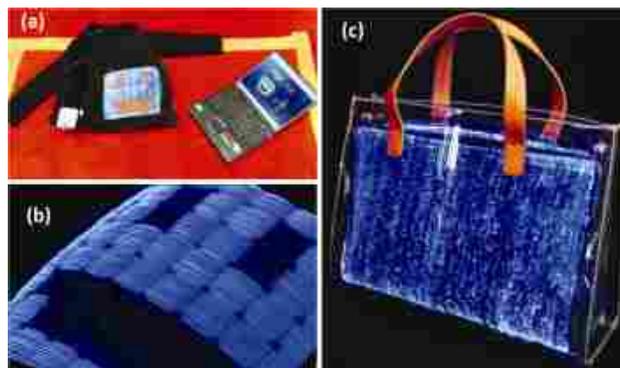


Figura 1.8.1 (a) Prototipo di France Telecom di display flessibile comunicativo basato su POF, (b) pixel indipendenti formati da POF, (c) borsa illuminata di Luminex [9]

Diodi a emissione di luce

Un tipico diodo a emissione di luce (LED) è costituito da due elettrodi, l'anodo e il catodo, e tra loro uno strato di materiale elettroluminescente. Quando la corrente elettrica passa attraverso il LED, il materiale elettroluminescente emette luce. Negli ultimi anni, i LED convenzionali sono stati sostituiti da LED organici (OLED). Negli OLED gli strati rigidi cristallini dei tradizionali LED sono stati sostituiti da sottili strati di materiali organici, che sono più flessibili, più leggeri, più economici e richiedono molta

meno energia per emettere luce. L'acqua può danneggiare gli OLED, ma la protezione può essere ottenuta mediante l'incapsulamento in un rivestimento impermeabile a film sottile. Oggi, l'industria manifatturiera di sottili display OLED su film polimerici è ormai consolidata. Tuttavia, il trasferimento di questa tecnologia dai film polimerici ai substrati tessili rimane una sfida. L'attuale ricerca tessile segue due direzioni: lo sviluppo di display elettroluminescenti direttamente su substrati tessili (figura 1.8.2a) in modo analogo a quello dei film polimerici, oppure lo sviluppo di una fibra OLED multistrato che verrà quindi integrata nel tessuto struttura (figura 1.8.2b). Gli OLED sono ampiamente utilizzati in molte applicazioni di e-tessile, ma principalmente come componenti già pronti fissati nella struttura tessile mediante incollaggio meccanico, ricamo, colla, saldatura e saldatura ad ultrasuoni. Oltre alle capacità estetiche e di visualizzazione, gli OLED integrati negli e-textiles possono essere utilizzati per applicazioni mediche nell'area della fototerapia o della terapia fotodinamica (PDT).

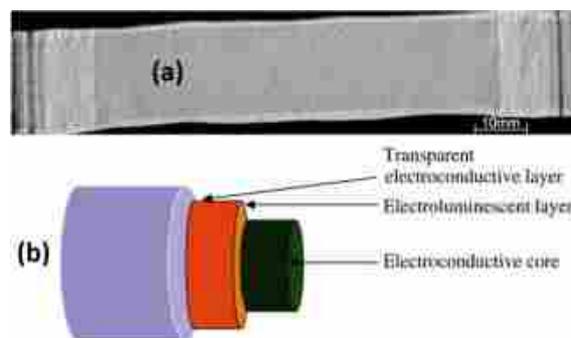


Figura 1.8.2 (a) Struttura di tessuti a schermo elettroluminescente, (B) Struttura di fibra multistrato OLED [9]

Materiali per la raccolta di energia

Il termine raccolta di energia si riferisce alla raccolta di energia dall'ambiente circostante al fine di trasformarla e riutilizzarla come energia elettrica per varie applicazioni. A tale scopo, è possibile utilizzare varie fonti di energia rinnovabile, tra cui luce solare, calore, vento, onde, vibrazioni e movimenti del corpo. Per quanto riguarda le applicazioni di raccolta di energia nei tessuti elettronici, i materiali di maggiore interesse sono il piezoelettrico (PE), il triboelettrico e il fotovoltaico (PV).

La ricerca nel campo dei tessuti elettronici per la raccolta di energia è in una fase iniziale, mentre le implementazioni finora mostrano prestazioni di raccolta basse. Tuttavia, ulteriori sviluppi nei materiali e-tessili, combinati con il consumo di energia in costante diminuzione dei moderni dispositivi elettronici, possono portare ad alcune soluzioni efficaci nel prossimo futuro.

Materiali piezoelettrici

I materiali piezoelettrici possono generare cariche elettriche a seguito di sollecitazioni meccaniche applicate dovute a forze esterne. In questo modo l'energia cinetica del vento o del corpo umano può essere convertita in corrente elettrica. I materiali piezoelettrici possono essere suddivisi in materiali naturali e artificiali, mentre quelli artificiali possono essere ulteriormente suddivisi in tre categorie: materiali piezoelettrici a base di cristalli, a base di ceramica e a base di polimeri. I materiali piezoelettrici a base polimerica sono i più appropriati per le applicazioni e-tessile. I materiali a base ceramica possono produrre fibre con prestazioni piezoelettriche migliori, ma sono rigidi e non compatibili con i requisiti dei tessuti elettronici. Esempi di materiali piezoelettrici a base polimerica sono poli (vinilidene fluoruro) (PVDF), poli (vinilidene fluoruro-co-trifluoroetilene) P (VDF-TrFE), poliimmide, poliammidi dispari e polipropilene cellulare.

Materiali triboelettrici

L'effetto triboelettrico si riferisce alla generazione di cariche elettriche quando due materiali diversi entrano in contatto e vengono premuti l'uno contro l'altro o scivolano l'uno contro l'altro, sviluppando così forze di attrito. La quantità di carica generata dipende dai materiali che entrano in contatto. Varie strutture tessili possono essere progettate come generatori triboelettrici (TGE), mirando alla massima interazione tra i materiali triboelettrici e quindi alle massime prestazioni del generatore. Un esempio di generatore triboelettrico basato su tessuto è presentato nella figura 3.4. I generatori triboelettrici tessili possono fornire alte tensioni di uscita. Il generatore triboelettrico di figura 1.8.3 fornisce tensioni di uscita massime di 28,13 V, 119,1 V e 11,2 V in movimenti di stiramento, pressatura e sfregamento, rispettivamente.

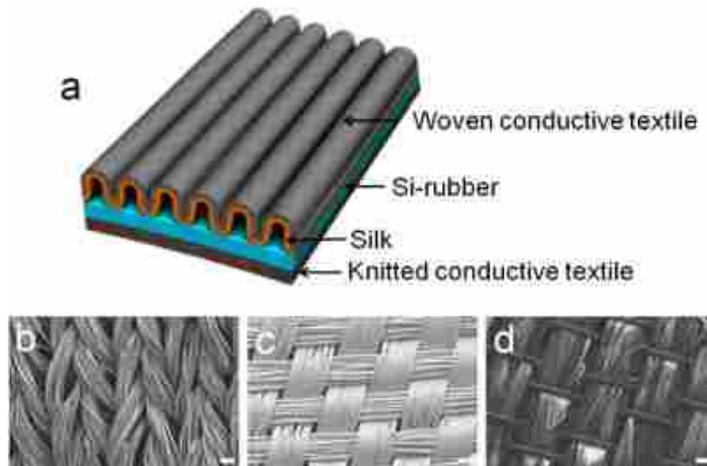


Figura 1.8.3. Struttura e morfologia TEG a base tessile ondulata. (a) Illustrazione schematica del CTTEG, immagini SEM del (b) tessuto conduttivo intrecciato, (c) tessuto conduttivo lavorato a maglia e (d) seta [13]

Energia fotovoltaica

I materiali noti come celle fotovoltaiche (PV) possono assorbire i fotoni con energia sufficiente, come accade alla luce solare diretta, e convertire questa energia in corrente elettrica. Una semplice forma commerciale di tessuti fotovoltaici che sono disponibili oggi, sono celle solari convenzionali fabbricate su un substrato di plastica e quindi attaccate a una superficie del tessuto di solito mediante cucitura. La ricerca per far funzionare il tessuto da solo come fotovoltaico, suggerisce la fabbricazione di fibre fotovoltaiche che possono quindi essere tessute in una struttura di tessuto fotovoltaico. Un esempio di questo approccio riguarda lo sviluppo di strati fotovoltaici attorno ad una fibra flessibile di polipropilene (PP) come illustrato nella figura 1.8.4. Finora le prestazioni dei tessuti fotovoltaici sono molto inferiori a quelle delle celle solari convenzionali, ma i futuri sviluppi potrebbero aumentare le prestazioni di raccolta dell'energia dei tessuti fotovoltaici.

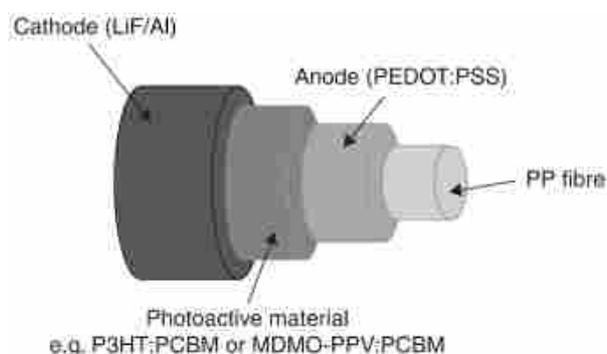


Figura 1.8.4. Vista schematica di una fibra fotovoltaica coassiale (Bedelglu, 2010) [11,12]

Immagazzinamento di energia - condensatori di tessuti

Un condensatore, comunemente noto come batteria, è un componente elettrico passivo che può immagazzinare energia nel campo elettrico tra una coppia di conduttori. L'interesse per batterie leggere e flessibili è in costante aumento, quindi la ricerca sui condensatori tessili diventa più intensa. Un esempio interessante è la fabbricazione di una batteria stampata su una superficie di tessuto, realizzata da un gruppo di ricerca tedesco presso il Fraunhofer Institute di Berlino. La batteria viene fabbricata stampando uno spesso strato di una pasta a base di ossido d'argento e quindi applicando un sottile strato sigillante. Il risultato finale è una batteria AgO-ZN spessa 120 micron, stampata su un substrato tessile. Questo metodo consente la produzione ad alta velocità di batterie tessili flessibili a basso costo e può essere applicato su diversi substrati di tessuto.

Sommario

Gli sviluppi in e-textiles possono essere considerati in una fase iniziale. I materiali tradizionali per l'elettronica non sono adatti per le applicazioni e-Textile, pertanto è necessario inventare una nuova generazione di materiali compatibili con le proprietà e la lavorazione dei tessuti. Nell'era dei nuovi materiali, i polimeri conduttivi e i materiali ibridi organico-inorganici sembrano essere i leader. Oltre agli sviluppi nei materiali, dovremmo tenere presente che i metodi di produzione sono anche molto critici per il passaggio dai prototipi di laboratorio alla produzione su scala industriale di e-Textiles.

Riferimenti

1. Simon, C., Potter, E., McCabe, M., Baggerman C. Smart Fabrics Technology Development - Final Report, NASA, 2010, 17-18.
2. Stoppa, M., Chiolerio, A., Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review. *Sensors*. 2014, 14, 11957-11992.
3. Kim, B., Koncar, V., Dufour, C., Intelligent Textiles and Clothing, Mattila, H.R., Ed., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2006, Chapter 16, 308.
4. Harlin, A., Ferenets M., Intelligent Textiles and Clothing, Mattila, H.R., Ed., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2006, Chapter 13, 221.
5. Bonaldi R.R., High-Performance Apparel - Materials, Development, and Applications, McLoughlin, J., Sabir, T., Ed., Woodhead Publishing, 2017, 245.
6. Mecnika, V., Hoerr, M., Krievins, I., Schwarz, A., Smart textiles for healthcare: applications and technologies, *Proceedings of the International Scientific Conference, Latvia University of Agriculture*, 2014, 150-161.
7. Pfeiffer, M., Rohs, M., Smart Textiles-Fundamentals, Design, & Interaction, Schneegass, S., Amft, O., Ed., Springer International Publishing AG, 2017, Chapter 6, 103.
8. Lorussi, F., Carbonaro, N., De Rossi, D., Tognetti, A., Smart Textiles - Fundamentals, Design, and Interaction, Schneegass, S., Amft, O., Ed., Springer International Publishing AG, 2017, Chapter 4, 49.
9. Cochrane, C., Meunier, L., Kelly, F.M., Koncar, V., Flexible displays for smart clothing: Part I - Overview, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 2011, Vol.36, 422-428.
10. Bayramol, D.V., Soin, N., Shah, T., Siores, E., Matsouka D., Vassiliadis, S., Smart Textiles - Fundamentals, Design, and Interaction, Schneegass, S., Amft, O., Ed., Springer International Publishing AG, 2017, Chapter 10, 199.
11. Beeby, S.P., Cao, Z., Almussalam, A., Multidisciplinary know-how for smart-textiles developers, Kirstein, T., Ed., Woodhead Publishing, 2013, Chapter 11, 221.
12. Bedeloglu, A. (Celik), Demir, A., Bozkurt, Y., Sariciftci, N. S., A Photovoltaic Fiber Design for Smart Textiles, *Textile Research Journal*, 2009, 80(11), 1065-1074.
13. Choi, A. Y., Lee, C.J., Park, J., Kim, D., Tae Kim, Y., Corrugated Textile based Triboelectric Generator for Wearable Energy Harvesting, *Nature Scientific Reports*, 2017, volume 7, Article number: 45583, <https://www.nature.com/articles/srep45583> retrieved on 01.11.2014

Capitolo 2

Metodi di fabbricazione all'avanguardia

A cura di:

Aileni Maria Raluca

&

Milašius Rimvydas

2.1. Electrospinning

Milašius Rimvydas, Kaunas University of Technology, Lithuania

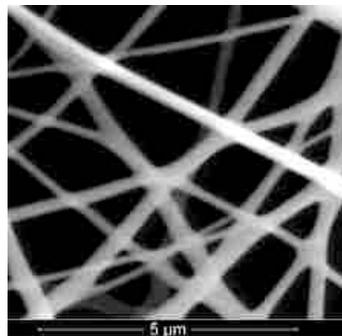
Il processo Electrospinning si verifica quando a causa di forze elettrostatiche si formano fibre polimeriche. La formazione di fibre da elettrofilatura è possibile sia da soluzione di polimeri sia dalla fusione del polimero. Di solito si formano fibre tra 20 nanometri e 2 micron.

Una fibra il cui diametro medio è compreso nell'intervallo fino a 500 nm in letteratura tessile sono denominati come le nanofibre mentre le fibre più spesse sono denominate in vari modi: microfibre, submicrofibre, nano-microfibre e anche nanofibre sebbene quest'ultima definizione è utilizzata in modo non corretto.

È necessario notare che secondo la descrizione di nanomateriali, le fibre sottili possono essere denominate nanofibre solo nel caso che il 50% delle fibre abbiano un diametro inferiore a 100 nm. Così, qualche discrepanza sorge nella descrizione del tipo di fibre che possiamo denominare nanofibre.

Nella maggior parte della letteratura tessile, la seguente interpretazione viene utilizzata: le fibre il cui diametro sono più vicine a 1 nanometro (fino a 500 nanometri) sono denominate nanofibre e le fibre con diametro più vicino ad 1 micrometro (sopra 500 nanometri) sono denominate microfibrilla o submicrofibrilla.

L'immagine tipica di una rete da elettrofilatura è presentata nella figura 2.1.1., l'esempio è un manufatto da poli(vinil alcool) soluzione di acqua e in questo caso le nanofibre sono create da poli(vinil alcool).



La figura 2.1.1 immagine di una rete da elettrofilatura

È necessario notare che nella maggior parte dei casi il diametro delle nanofibre create sono collocate a livelli elevati e la distribuzione nella rete non è vicina alla normale distribuzione gaussiana.

Questo fenomeno crea qualche difficoltà per la stima della struttura delle nanofibre e non è sufficiente mostrare il valore medio del diametro delle nanofibre ma è anche necessario mostrare l'esatta distribuzione del diametro delle fibre.

La distribuzione tipica del diametro delle nanofibre è presentata nella figura 2.1.2 (l'esempio presentato è di nanofibre di poli(vinil alcool)).

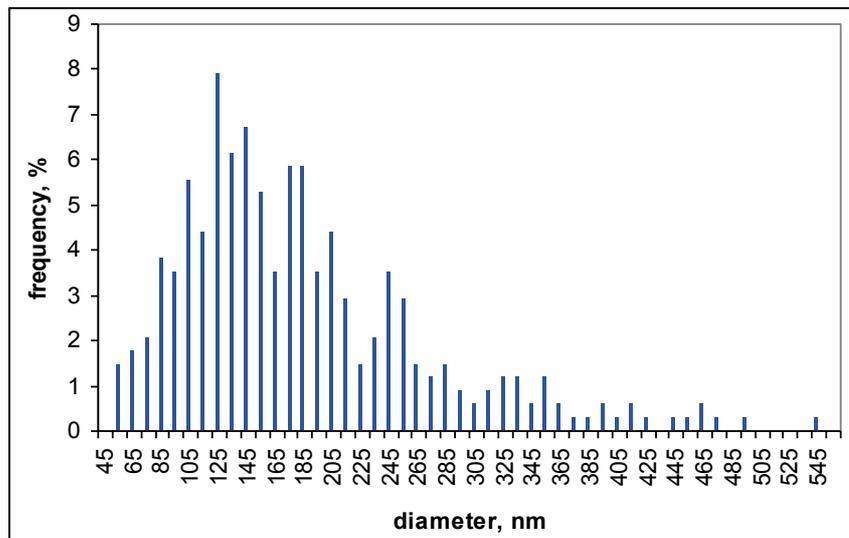


Figura 2.1.2. Distribuzione tipica del diametro di nanofibre da elettrofilatura

Il processo di electrospinning è conosciuto 100 anni, dal 1900 quando la prima apparecchiatura da electrospinning fu brevettata da J. F. Cooley.

Da allora scoprire di più sull' electrospinning è diventato interessante per vari ricercatori. Tuttavia, le radici del processo electrospinning possono farsi risalire all' età rinascimentale.

Il primo scienziato che ha notato la forma specifica di una gocciolina d'acqua influenzata dalle forze elettrostatiche generate da ambra elettrica fu lo scienziato inglese William Gilbert (talvolta noto come Gilberd) che è considerato da vari ricercatori come il "padre dell' elettricità e del magnetismo".

Più tardi il comportamento di una gocciolina nel campo elettrostatico è stato notato dal famoso fisico Robert Hook che è principalmente noto grazie alla sua descrizione della " kegge di Hook " secondo la quale il vigore necessario per estendere una molla linearmente dipende dal valore dell' estensione.

In seguito anche alcuni altri ricercatori hanno analizzato il comportamento della gocciolina nel campo elettrostatico e opere più significative sono state eseguite alla fine del XIX secolo dal famoso fisico britannico John William Strutt, meglio noto come Lord Rayleigh.

Egli ha spiegato il fenomeno delle forme delle goccioline nel campo elettrostatico e ha descritto teoricamente ed empiricamente la carica necessaria per la deformazione delle goccioline. Egli ha messo le basi scientifiche per il processo di electrospinning e lo sviluppo di apparecchiature.

Come è stato detto in precedenza, la prima apparecchiatura è stato brevettata da Cooley nel 1900 e la successiva nel 1902; dopo pochi mesi nello stesso 1902, W. J. Morton anche brevettato la propria apparecchiatura per l'electrospinning.

Molto significativo è stato il lavoro svolto dallo scienziato Czech-American J. Zeleny che nel 1914 ha pubblicato il suo primo lavoro.

Il modello sviluppato da Zeleny, con alcuni miglioramenti è utilizzato ancora oggi.

Ancora una volta scoperte significative in questo primo periodo di sviluppo del processo di electrospinning sono state fatte da A. Formhals che dal 1934 al 1944 ha brevettato alcune opere di electrospinning di filati tessili.

Nel 1936 C. J. Norton ha brevettato la prima apparecchiatura per electrospinning dal polimero fuso. Nel 1939 due scienziati russi N. D. Rozenblum e I. V. Petryanov - Sokolov hanno sviluppato un processo di electrospinning per la fabbricazione di filtri fibrosi di non tessuto. Questo materiale è stato prodotto nella ex URSS ed ora è di fabbricazione in Estonia.

Un lavoro molto significativo nello sviluppo del processo di electrospinning è stato fatto da G. Taylor che nel 1964 ha matematicamente modellato la forma della gocciolina nel campo elettrostatico.

Questa forma di goccia al momento dell' electrospinning è stata chiamata „moneta di Taylor“ e tale definizione è tutt'ora usata .

Il tipico schema di electrospinning è presentato nella figura 2.1.3.

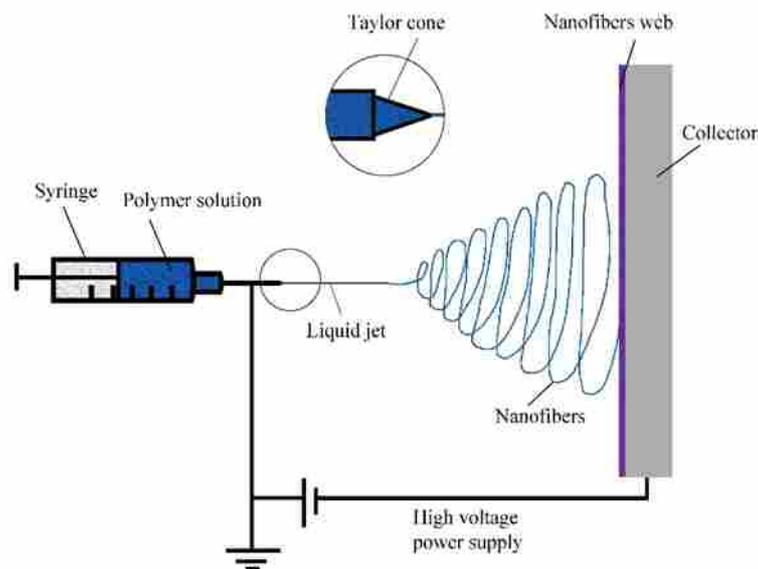


Figura 2.1.3. Schema tipico di electrospinning

Nonostante le molte interessanti opere teoriche e il brevetto di apparecchiature, il processo electrospinning fino alla fine del XX secolo continuava ad essere poco conosciuto dalla maggior parte dei ricercatori.

L'interesse nel processo di electrospinning è andato aumentando dagli anni novanta sempre di più e più documenti sono stati pubblicati nelle più importanti riviste scientifiche citate nella banca dati Clarivate Web Analytics della scienza.

Il numero di pubblicazioni negli ultimi due decenni fino al 2016 è cresciuto ogni anno, ma dal 2017 è diminuito del 20% .

L'evoluzione nel numero di pubblicazioni e i progressi in un certo numero di carte è presentato nella figura 2.1.4.

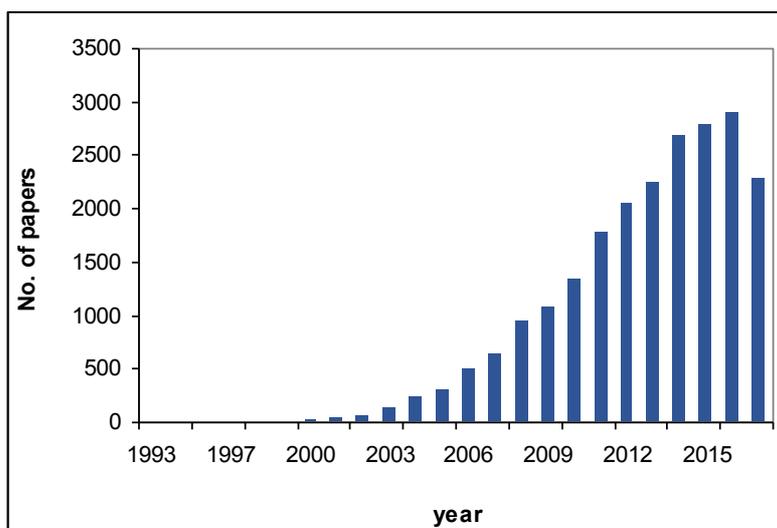


Figura 2.1.4. Variazione del numero citati nella banca di dati Clarivate Web Analytics della scienza

Le opere pubblicate sono incentrate su vari problemi - l'utilizzo nell' electrospinning di vari polimeri e loro miscele, la concentrazione della soluzione del polimero, l'influenza della distanza tra gli elettrodi, la tensione utilizzata e il materiale di supporto su cui la nanofibra è raccolta, le indagini in caso di utilizzo di materiali coperti da fibre da elettrofilatura per varie applicazioni, specialmente nel campo della medicina e della sanità e etc.

La maggior parte dei documenti è stata pubblicata in riviste non del settore tessile - in fisica e chimica applicata, di medicine e di altri. Ciò mostra l'importanza del processo di electrospinning per vari tipi di materiali avanzati e varie applicazioni.

L'importanza del processo di electrospinning è significativamente aumentata quando è stata compresa a pieno l'importanza dei nanomateriali e dei materiali creati con nanofibre, nelle loro diverse applicazioni, specialmente in elettronica.

Questi materiali sono inoltre molto importanti per il loro utilizzo nella medicina perché la struttura della nanofibra da elettrofilatura è molto simile alla struttura del tessuto umano. Inoltre presenta dei pori così piccoli che il materiale di vendita traspirante ma impermeabile.

Inoltre la nanofibra può essere utilizzata come materiale di barriera per le ferite contro le infezioni in quanto i pori possono essere più piccoli dei batteri, virus o dei globuli rossi del sangue.

Nanofibre da elettrofilatura sono utilizzate per le protesi chirurgiche in medicina, per la rigenerazione di alcune parti di organi e tessuti umani, per bende e cerotti, per filtri per dispositivi elettronici e micro batterie solari.

Essi sono particolarmente importanti per lo sviluppo di prodotti tessili intelligenti.

I campi di applicazione delle nanofibre sono molto ampi: vari tipi di materiali nuovi o indumenti includono nella loro struttura un qualche tipo di nanofibre da elettrofilatura che dà all' indumento alcune nuove proprietà specifiche.

L'importanza delle nanofibre da elettrofilatura cresce a causa della loro massa molto bassa e della loro elevata superficie.

Poichè la massa di tale materiale è molto bassa, materiali molto costosi possono essere utilizzati per la manifattura.

Il principale svantaggio del processo di electrospinning è la molto bassa produttività di tutte le apparecchiature fin'ora conosciute che determinano l'aumento del costo di tale materiale. Comunque, questa tecnologia è molto importante per lo sviluppo e la produzione di materiali avanzati e indumenti.

Riferimenti

1. Ramakrishna, S. An introduction to electrospinning and nanofibers. World Scientific Publishing Co., 2005.
2. Brown, P. J., Stevens, K. Nanofibers and nanotechnology in textiles. Woodhead Publishing Limited, 2007.
3. Andradý, L. A. Science and technology of polymer nanofibers. A John Wiley & Sons, Inc, 2008.
4. Cooley, J. F. Improved methods of and apparatus for electrically separating the relatively volatile liquid component from the component of relatively fixed substances of composite fluids. Patent GB 06385, 19th May 1900.
5. Cooley, J. F. Apparatus for electrically dispersing fluids. U.S. 692631 A. 1902-0204.
6. Morton, W. J. Method of dispersing fluids. US 705691A. 1902-07-39.
7. Zeleny, J. The electrical discharge from liquid points, and a hydrostatic method of measuring electrical intensity at their surfaces. The Physical Review, 1914, 3(February) 69-91.
8. Formhals, A. Process and apparatus for preparing artificial threads. US 1975504 A. 1934-10-02.
9. Norton, C. L. Method and apparatus for producing fibrous or filamentary material. US 2048651 A. 1936-07-21.
10. Taylor G., Disintegration of water drops in an electric field. Proceedings of the Royal Society of London Series a Mathematical and Physical Sciences, 1964, July(280), 383-397.
11. Doshi, J., Reneker, D. H. Electrospinning process and applications of electrospun fibers. Journal of Electrostatics, 1995, 35(2-3), 151-160.
12. Milašius, R., Malašauskiene, J. Evaluation of structure quality of web from electrospun nanofibers. *Autex Research Journal*. 2014, 4(14), 233-238.

2.2. Funzionalizzazione di prodotti tessili mediante la tecnologia al plasma

Surdu Lilioara, Radulescu Ion Razvan, Aileni Raluca Maria, INCDTP, Romania

La prospettiva della tecnologia al plasma in industria tessile

L'industria tessile viene sempre più trasformata dagli sviluppi tecnici in tutta la catena di produzione dalla fibra al prodotto finito.

L'abbigliamento casual, per il tempo libero e lo sport è cresciuto in importanza negli ultimi anni e ha presentato esigenze di innovazione sulle fibre e la finiture.

Il vantaggio competitivo chiave nel XXI secolo è rappresentato dallo sviluppo di prodotti tessili con crescente livello di funzionalità.

Ci sono tre principali elementi di attrazione dei prodotti tessili funzionali, vale a dire: comfort, sicurezza e salute [1-3]. I Materiali tessili hanno intrinseche proprietà che li rendono molto preziosi, flessibilità, leggerezza, forza, rapporto tra superficie e volume, buona consistenza, morbidezza ecc.

Inoltre sono dotati di ulteriori funzionalità come idrorepellenza, oleorepellenza o protezione antibatterica.

I tradizionali metodi ad acqua per l'applicazione di queste finiture richiedono l'uso di grandi quantità di prodotti chimici, di acqua e di energia. Il plasma è un processo a secco di elaborazione e rappresenta una soluzione per ridurre l'uso di tutte e tre le risorse menzionate.

La tecnologia al plasma è una delle branche di sviluppo scientifico più rapide che sta sostituendo dei principali metodi ad acqua usati nei laboratori e nelle industrie, con un enorme impatto nel campo delle energie rinnovabili e della tutela ambientale, applicazioni biomediche, nanotecnologia, microelettronica e altri campi.

Il plasma, miscela complessa di ioni, radicali, elettroni e molecole eccitate ha sostituito i metodi convenzionali per sviluppare vari materiali nanostrutturati con morfologia complessa e le proprietà avanzate come ad esempio la produzione di allineati verticalmente CNT, che è difficile da ottenere con altri metodi sintetici.

Oggi impianti al plasma funzionanti sono disponibili a pressione atmosferica nonché in sistemi di linea per roll-to-roll per impianti di fabbricazione.

Secondo la letteratura per il trattamento di fibre di lana in ambiente di plasma è stato accertato che la resistenza al ritiro è ridotta e capacità colorante è migliorata.

Sul cotone, i trattamenti al plasma con HMDSO portano a una superficie con effetti lotus, che significa una migliorata capacità di pulizia, considerando che il comportamento di penetrazione di acqua non era influenzata.

Sulle fibre sintetiche la caratteristica di idrorepellenza può essere cambiata in qualsiasi direzione e anche i rivestimenti sono stati possibili per migliorare la resistenza all'idrolisi.

I convenzionali trattamenti ad acqua applicati nella lavorazione dei tessuti per la modificazione delle superfici in fibra sono associati a grossi limiti.

Questi sono principalmente collegati a energia, costo e questioni ambientali.

L'applicazione della tecnologia al plasma a bassa temperatura nella lavorazione dei tessuti dimostra di essere la migliore alternativa per questi problemi.

A differenza dei convenzionali procedimenti a umido, che penetrano profondamente in fibre, il plasma reagisce solo con la superficie del tessuto che non influenzerà la struttura interna delle fibre.

La tecnologia al plasma consente di modificare la struttura chimica così come le proprietà di superficie dei materiali tessili, per aggiungere funzionalità o rimuovere sostanze (plasma) da materiali tessili per una migliore applicabilità. Le proprietà funzionali del tessuto possono essere modificate incidendo sulla superficie.

Nella lavorazione dei tessili, questa tecnologia può essere sfruttata in varie aree come il pretrattamento, la tintura e il finissaggio attraverso diverse metodologie.

La tecnologia al plasma è applicabile alla maggior parte dei materiali tessili per il trattamento della superficie e è vantaggioso rispetto al processo convenzionale, dal momento che non altera le proprietà intrinseche del materiale tessile, è un trattamento a secco senza costi di trattamento dell'effluente, è un processo di verde ed è semplice. Questa tecnologia è in grado di generare più prodotti innovativi per soddisfare le esigenze e le richieste del cliente.

La tecnologia al plasma offre un modo interessante per aggiungere nuove funzionalità al tessile, grazie alle grandi trasformazioni chimiche e fisiche che produce:

- Variazioni nelle proprietà chimiche degli strati di superficie
- Cambiamenti nella struttura dello strato di superficie
- Cambiamenti nelle proprietà fisiche degli strati superficiali.

I materiali tessili lavorati in un ambiente al plasma, acquisiscono nuove caratteristiche funzionali come idrorepellenza e resistenza alle macchie, conducibilità, biocompatibilità, come pure nuove o migliorate proprietà meccaniche ed ottiche. Tutti questi risultati aggiungono grandi vantaggi ai tradizionali prodotti tessili. I vantaggi del trattamento al plasma sono economici e di natura qualitativa, nonché ambientale.

Applicazioni del trattamento al plasma nel campo dei materiali tessili

Il trattamento al plasma può essere eseguito su fibre naturali nonché di fibre sintetiche, per ottenere effetti quali sgrassaggio della lana, riduzione delle pieghe, modifiche nel grado di bagnabilità delle fibre (proprietà idrorepellenti) maggiore affinità di colorante, anti-finitura in feltro di lana o di sterilizzazione.

Il trattamento al plasma può migliorare la funzionalità dei materiali tessili, quali:

- Bagnabilità: esistono diverse indagini sul trattamento al plasma dei tessili per modificare le loro proprietà di bagnabilità, per esempio, il trattamento al plasma può migliorare la capacità di tali fibre di trattenere umidità o le goccioline di acqua sulla loro superficie.
- Finitura idrorepellente: il trattamento di fibre cellulosiche, lana, seta, PET, con il gas al plasma come HMDSO, o fluorocarburi, porta ad ottenere una superficie liscia con più angolo di contatto di acqua.
- Aderenza: la tecnologia al plasma è in grado di aumentare l'adesione del rivestimento chimico e migliorare la affinità di colorante dei materiali tessili.
- Qualità del prodotto: l'infeltrimento è un problema essenziale del vestito di lana dovuto alle scaglie della fibra. Normalmente i trattamenti anti-infeltrimento danno effetti negativi sulla consistenza e sull'ambiente.

Il plasma ad ossigeno dà effetto di anti- infeltrimento sulle fibre di lana senza causare i problemi di tradizionali.

- Funzionalità: diversi tipi di gas di plasma forniscono funzionalità speciali ai materiali tessili come protezione dai raggi UV- e dai batteri, utilizzi in campo medico, effetto sbiancamento, protezione ignifuga etc.

Per quanto riguarda i prodotti tessili queste tecnologie hanno dimostrato di aumentare i tassi di tintura dei polimeri per migliorare la resistenza dei colori e la resistenza ai lavaggi.

La ricerca ha dimostrato che miglioramenti nella tenacità e nella resistenza al ritiro possono essere ottenuti trattando le fibre termoplastiche ad una atmosfera di plasma. A differenza dei procedimenti a umido, che penetrano in profondità nelle fibre, il plasma produce niente più che una reazione di superficie, poiché le proprietà che conferisce al materiale sono limitate ad uno strato superficiale, e può essere applicato alle fibre naturali e sintetiche nonché ai tessuti non tessuti, senza avere alcun effetto negativo sulla loro strutture interne.

Applicazione di un trattamento al plasma nell'elaborazione tessile

Esistono Diversi tipi di applicazioni di trattamento al plasma; nel settore del tessile, il trattamento al plasma può essere termico e non termico. Plasmi non termici sono quelli in cui l'equilibrio termodinamico non è raggiunto persino su una scala locale tra gli elettroni e le più alte particelle (atomi neutri, tutte le molecole, ioni e frammenti di molecole neutre).

I plasmi termici sono caratterizzati da equilibrio, o una quasi parità tra le tre componenti del plasma: elettroni, ioni e neutri. Il plasma non termico è anche noto come plasma freddo, sono particolarmente adatti per la modificazione e il processo di una superficie tessile poiché la maggior parte dei materiali tessili sono polimeri sensibili al calore. I plasmi a freddo possono essere suddivisi in plasma a pressione atmosferica e sotto vuoto o a bassa pressione al plasma.

Oggi la tecnologia al plasma per la preparazione della superficie e la modifica ha acquisito sempre maggiore attenzione da parte di scienziati a causa di alcune speciali caratteristiche quali la tecnologia a secco e ecocompatibile a bassa energia e consumo di sostanze chimiche.

Inoltre, la tecnologia al plasma è facile da utilizzare ed è applicabile per le fibre e i filati e tessuti sulla stessa apparecchiatura modificando un dispositivo di posizionamento.

Il principio del trattamento al plasma consiste nel fatto che il materiale tessile è esposto a un ambiente reattivo che contiene ioni, elettroni e fotoni, radiazioni UV, molecole neutre, i radicali liberi e di atomi.

Il trattamento al plasma risultati dipendono dalle condizioni di trattamento: il generatore di plasma, frequenza del plasma, la camera del plasma, il plasma primario o secondario, la composizione del gas del plasma, il tempo di trattamento, la potenza del plasma, e anche le differenze di materiale e la forma di presentazione dei materiali tessili.

Le reazioni generali derivanti dal trattamento al plasma sono il decapaggio, pulizia, l'attivazione dell'ossidazione del rivestimento, gruppo chimico la generazione di superficie e sfrangiare. Le fibre di lana che sono trattate in un ambiente di plasma presentano un non-infeltrimento fenomeno che è dovuto ad un aumento del coefficiente di attrito della fibra.

Vi è un enorme potenziale nel trattamento al plasma per tessuti (figura 2.2.1). Il trattamento al plasma ha dimostrato di essere efficace nel trattamento di lana con un contemporaneo effetto positivo sulla di tintura e di stampa.

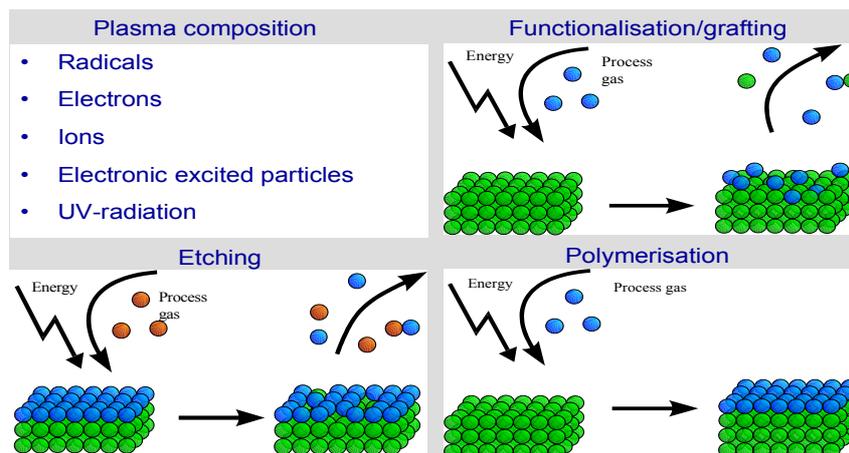


Figura 2.2.1 . Il trattamento al plasma applicazioni per tessuti

La morfologia della lana è altamente complessa e non solo nella fibra ma anche sulla superficie. È infatti la morfologia superficiale a svolgere un importante ruolo nella trasformazione della lana. Tradizionalmente le operazioni di finitura tessile della lana vengono effettuate in umido. Effetti indesiderati come ritiro, infeltrimento e barriere di diffusione sono molto probabilmente alla presenza di scaglie di lana sulla superficie della fibra.

In passato la modifica della morfologia superficiale della lana è stata condotta sia mediante degradazione chimica (trattamento ossidativo mediante clorurazione) o mediante deposizione di polimeri. Tuttavia, in entrambi i processi, una grande quantità di prodotti chimici generati dalle reazioni incomplete inquinavano le acque reflue.

La ossidazione è anche necessaria per ridurre l'idrorepellenza della lana per ottenere una buona capacità di colorazione. La tintura rappresenta uno dei più costosi processi in termini di consumo di energia e di acqua, nonché di agenti chimici che vengono scaricati nelle acque reflue o rilasciate nell'atmosfera. Inoltre le temperature elevate di questi processi possono indebolire la struttura delle fibre e di conseguenza le proprietà meccaniche.

I principali vantaggi del trattamento al plasma consistono nel migliorare la diffusione del colorante nelle fibre a temperatura inferiore rispetto ai metodi tradizionali, che porterà a una riduzione dell'acqua usata e di energia e consumo di colorante.

Per quanto riguarda l'effetto sulla fibra di lana, lo strato lipidico idrorepellente sulla superficie viene ossidato e parzialmente rimosso quando vengono sottoposti a plasma.

La tecnologia al plasma applicata ai prodotti tessili è una metodologia a secco, positiva per l'ambiente e i lavoratori e permette di ottenere alterazioni superficiali senza modificare la maggior parte delle proprietà dei diversi materiali.

In particolare, i plasma non termici atmosferici sono adatti perché la maggior parte dei materiali tessili sono polimeri sensibili al calore e applicabili in un processo continuo.

Negli ultimi anni la tecnologia al plasma è diventata molto attiva, un settore di ricerca in continua crescita, assumendo grande importanza.

La tecnologia al plasma può essere utilizzata nei processi di ablazione e di deposizione. Mentre l'ablazione consente una pulizia completa dei residui dai prodotti tessili provenienti dalla fabbrica, la deposizione può essere controllata nell'intervallo dei nanometri per ottenere nuove funzionalità.

Le proprietà del tessuto rimangono inalterate con entrambi i trattamenti e sono a secco ed eco-friendly.

Confrontati con gli attuali standard di processi di finitura, i plasma hanno il vantaggio fondamentale di ridurre l'utilizzo di prodotti chimici, di acqua e di energia. Inoltre essi offrono la possibilità di ottenere tipiche finiture tessili senza cambiare le principali proprietà tessili.

Lavorare nel campo della Chimica tessile è impegnativo a causa dell'elevato impiego di energia e di acqua e la grande diversità e il numero di prodotti chimici. Sebbene la chimica del plasma apre nuove opportunità, ha anche molti svantaggi.

Conclusione

La tecnologia al plasma può essere applicata a diverse aree di elaborazione del, pretrattamento, colorazione e finitura.

La tecnologia al plasma può essere utilizzato per rimuovere il PVA dalle fibre di cotone , applicare proprietà anti infeltrimento , aumentare la capacità colorante delle fibre naturali e sintetiche.

Speciali tessili funzionali possono essere prodotti con l'aiuto di questa tecnologia. Così, nonostante siamo una tecnologia inizialmente costosa, offre una maggiore velocità di produzione, un minore costo di produzione, un prodotto migliore e più importante, finiture su tessuti che sono difficili da ottenere con altre tecnologie.

Al di sopra di tutte queste, tecnologia al plasma libera da problemi ambientali che le tecnologie tradizionali pongono.

La tecnologia al plasma offre vantaggi come essere eco-ambiente, asciugare e pulire il processo, scarso o assente consumo di acqua e una produzione di rifiuti minima.

La ricerca in questo campo ha mostrato le enormi prospettive di questa tecnologia come le caratteristiche di ecocompatibilità, e l'efficienza per la modificazione di superfici di prodotti tessili e di materiali polimerici. La possibilità di finiture funzionali di poliestere e tessuti di cotone è stata ottenuta mediante deposizione del rivestimento idrofobo attraverso polimerizzazione al plasma.

Riferimenti

1. Morshed, A.M.A., Application of Plasma Technology in Textile: A Nanoscale Finishing Process, 2010.
2. Puliyalil, H. and Cvelbar, U. Selective plasma etching of polymeric substrates for advanced applications. *Nanomaterials*, 2016, 6(6), p.108.
3. Hegemann, D. and Balazs, D.J. Nano-scale treatment of textiles using plasma technology. *Plasma technologies for textiles*, 2007, 62, p.158.
4. Buyle, G. Nanoscale finishing of textiles via plasma treatment. *Materials Technology*, 2009, 24(1), pp.46-51.
5. Shah, J.N. and Shah, S.R., 2013. Innovative plasma technology in textile processing: a step towards green environment. *Res J Eng Sci*, 2(4), pp.34-39.
6. Masaeli, E., Morshed, M. and Tavanai, H., Study of the wettability properties of polypropylene nonwoven mats by low-pressure oxygen plasma treatment. *Surface and Interface Analysis: An International Journal devoted to the development and application of techniques for the analysis of surfaces, interfaces and thin films*, 2007, 39(9), pp.770-774.
7. Phan, L., Yoon, S. and Moon, M.W. Plasma-based nanostructuring of polymers: A review. *Polymers*, 2017, 9(9), p.417.
8. Ostrikov, K.K., Cvelbar, U. and Murphy, A.B. Plasma nanoscience: setting directions, tackling grand challenges. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2011, 44(17), p.174001.
9. Choudhary U, Dey E, Bhattacharyya R and Ghosh SK. A Brief Review on Plasma Treatment of Textile Materials. *Adv Res Text Eng*. 2018; 3(1): 1019.
10. Zille, A., Oliveira, F.R. and Souto, A.P., 2015. Plasma treatment in textile industry. *Plasma processes and Polymers*, 12(2), pp.98-131.
11. Sparavigna, A.C. and Wolf, R.A., 2008. Atmospheric plasma treatments in converting and textile industries. *Lulu Enterprises*, 2008, 155:1-112.

12. Seki, Y., Sarikanat, M., Sever, K., Erden, S. and Gulec, H.A., 2010. Effect of the low and radio frequency oxygen plasma treatment of jute fiber on mechanical properties of jute fiber/polyester composite. *Fibers and Polymers*, 11(8), pp.1159-1164.
13. Chinta, S.K., Landage, S.M. and Kumar, M.S., 2012. Plasma technology and its application in textile wet processing. *Int. J. Eng. Res. Technol.(IJERT)*, 1(5), pp.1-12.
14. Tang, K.P.M., Kan, C.W. and Fan, J.T., 2014. Evaluation of water absorption and transport property of fabrics. *Textile Progress*, 46(1), pp.1-132.
15. Zhang, Z., Han, S., Wang, C., Li, J. and Xu, G., 2015. Single-walled carbon nanohorns for energy applications. *Nanomaterials*, 5(4), pp.1732-1755.
16. Bo, Z., Yang, Y., Chen, J., Yu, K., Yan, J. and Cen, K., 2013. Plasma-enhanced chemical vapor deposition synthesis of vertically oriented graphene nanosheets. *Nanoscale*, 5(12), pp.5180-5204.
17. Filipič, G. and Cvelbar, U., 2012. Copper oxide nanowires: a review of growth. *Nanotechnology*, 23(19), p.194001.
18. Ashik, U.P.M., Daud, W.W. and Abbas, H.F., 2015. Production of greenhouse gas free hydrogen by thermocatalytic decomposition of methane—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, pp.221-256.
19. Mariotti, D., Mitra, S. and Švrček, V., 2013. Surface-engineered silicon nanocrystals. *Nanoscale*, 5(4), pp.1385-1398.
20. Park, S.H., Chae, J., Cho, M.H., Kim, J.H., Yoo, K.H., Cho, S.W., Kim, T.G. and Kim, J.W., 2014. High concentration of nitrogen doped into graphene using N₂ plasma with an aluminum oxide buffer layer. *Journal of Materials Chemistry C*, 2(5), pp.933-939.
21. Kumar, A., Lin, P.A., Xue, A., Hao, B., Yap, Y.K. and Sankaran, R.M., 2013. Formation of nanodiamonds at near-ambient conditions via microplasma dissociation of ethanol vapour. *Nature communications*, 4, p.2618.
22. Attri, P., Arora, B. and Choi, E.H., 2013. Retracted Article: Utility of plasma: a new road from physics to chemistry. *Rsc Advances*, 3(31), pp.12540-12567.
23. Meyyappan, M., 2009. A review of plasma enhanced chemical vapour deposition of carbon nanotubes. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 42(21), p.213001.
24. Meyyappan, M., 2011. Plasma nanotechnology: past, present and future. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 44(17), p.174002.
25. Vasilev, K., Griesser, S.S. and Griesser, H.J., 2011. Antibacterial surfaces and coatings produced by plasma techniques. *Plasma Processes and Polymers*, 8(11), pp.1010-1023.
26. Jhala, P.B., 2008. Innovative atmospheric plasma technology for improving angora cottage industry's competitiveness. In Conference on leveraging innovation and inventions enhancing competitiveness., October-13, 2008. NRDC.
27. Sarmadi, M., 2013. Advantages and disadvantages of plasma treatment of textile materials. In 21st International Symposium on Plasma Chemistry.

2.3. Produzione tessile elettronica

Aileni Raluca Maria INCDTP, Romania

Panoramica

I tessuti elettronici o tessuti intelligenti sono prodotti tessili con parti elettroniche incorporate (attuatori, batterie, sensori o piccoli computer). L'elettro-tessile identifica un prodotto tra il tessile e l'elettronico (figura 2.3.1). L'obiettivo è quello di ottenere una soluzione flessibile e confortevole per l'utilizzatore, con una funzione, ad esempio il rilevamento o di generazione di energia elettrica, che si dimostra utile in settori quali medico, militare/difesa, protettivo, sport, aerospaziale e sicurezza.

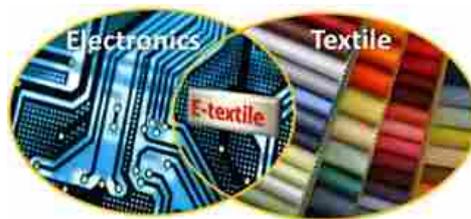


Figura 2.3.1 E-Textile

Un tessuto elettronico è un tessuto in grado di condurre elettricità perché è realizzato mediante fili metallici e fibre, rivestito con Micro e nanoparticelle o polimeri conduttori. I tessuti elettronici sono tessuti che dispongono di elettronica e di interconnessioni tessute in loro. Un tessile elettronico si riferisce ad una superficie tessile che incorpora funzionalità per la rilevazione (segnali biomedici o parametri ambientali), comunicazione (wireless), la potenza di trasmissione e la tecnologia di interconnessione che consentono ai sensori o a dispositivi di elaborazione del segnale.

I tessuti elettronici di solito contengono fili conduttori filati o ritorti e materiale conduttivo (argento, rame o acciaio inossidabile) per abilitare la conducibilità elettrica.

Le tecnologie per l'elettro-tessile devono consentire:

- ➔ La produzione di massa
- ➔ Fabbricazione a basso costo
- ➔ La fabbricazione del prodotto con parametri di comfort e vestibilità (conducibilità termica, conducibilità elettrica, permeabilità, resistenza, resistenza al lavaggio)

I tessuti elettronici sono prodotti basati su parti tessili e di elettronica. Ci sono due gruppi di prodotti tessili elettronici:

- Tessuti elettronici con i classici dispositivi elettronici quali conduttori, circuiti integrati, LED e batterie convenzionali incorporate.
- Tessuti elettronici con componenti elettronici integrati direttamente nei substrati tessili come ad esempio componenti elettronici passivi (conduttori e resistori) o i componenti attivi (transistori, diodi e celle solari).

Tessuti elettronici - metodi di fabbricazione all'avanguardia

Il requisito principale per i metodi di fabbricazione utilizzati per tessuti elettronici è di generare un tessuto con elettro-proprietà conduttive al fine di ottenere componenti conduttori o semiconduttori dei circuiti, sensori, attuatori, schermature EM o EMI.

Le più importanti tecnologie utilizzate per ottenere Tessuti elettronici (con elettronica incorporata o superficie tessile con elettro-proprietà conduttive) sono:

- SC3DP processi per la fabbricazione dei nanocompositi conduttivi CNT/PLA (figura 2.3.5) usati per l'applicazione EMI.
- **Tecnologie classica** basata sull'integrazione dei fili conduttivi in tessuti attraverso un nuovo sviluppo nel ricamo, tessitura e maglieria tecnologie (figura 2.3.2).
- **Tecnologie avanzate** – i **tessuti tessili diventano wafer di silicone**
- Tecnologie di stampa quali la stampa 3D e 4D hanno grandi prospettive di rivoluzionare la produzione di tessuti elettronici .

• **La stampa 3D** la tecnologia conduttiva implica la produzione additiva e può essere usata per fabbricare i componenti conduttivi (la circuiteria, sensori, EMI e RF protezioni) direttamente sul tessuto, utilizzando diversi processi:

- ➔ processo FDM (figura 2.3.3), che prevede l'estrusione strato per strato del filamento riscaldato;
- ➔ processo LDM per la fabbricazione di microstrutture 3D conduttive nanocomposite (figura 2.3.4)
- ➔ processo SC3DP per la fabbricazione del CNT conduttivo/PLA nanocompositi (figura 2.3.5) utilizzato per l'applicazione della schermatura EMI



A. Macchina da ricamo STICTRONIC aggiunta di fili conduttori al tessuto [9]



B. Emissione di luce con tessuto LED: fili conduttori intrecciati con filati di poliestere [10]



C. Emissione di luce con tessuto LED: fili conduttori intrecciati con filati di poliestere [10]

Figura 2.3.2. Tecnologie classiche - Nuovi sviluppi

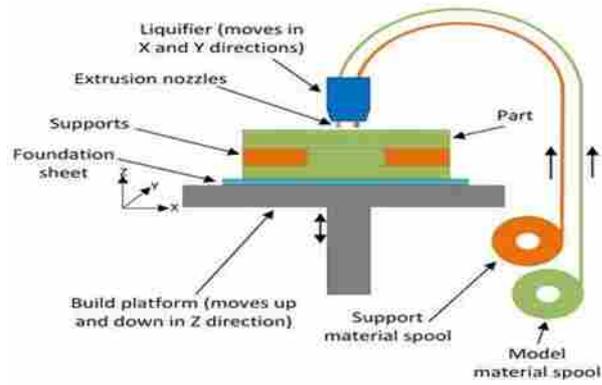


Figura 2.3.3. processo (FDM) [12]

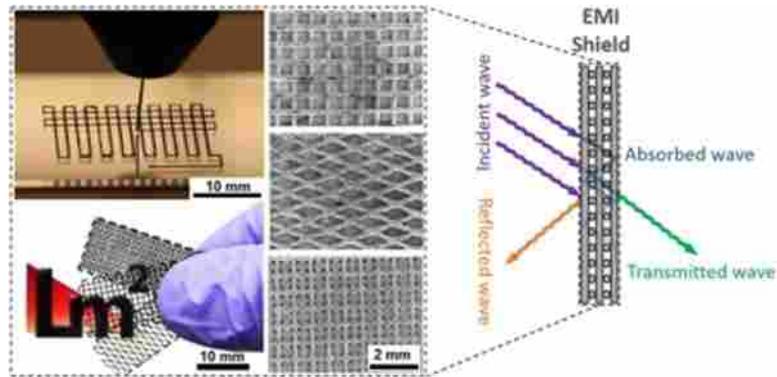


Figura 2.3.4. Stampati in 3D-MWCNT nanocomposito basato su struttura a tessuto utilizzato come elemento conduttore in un circuito elettrico semplice [11]

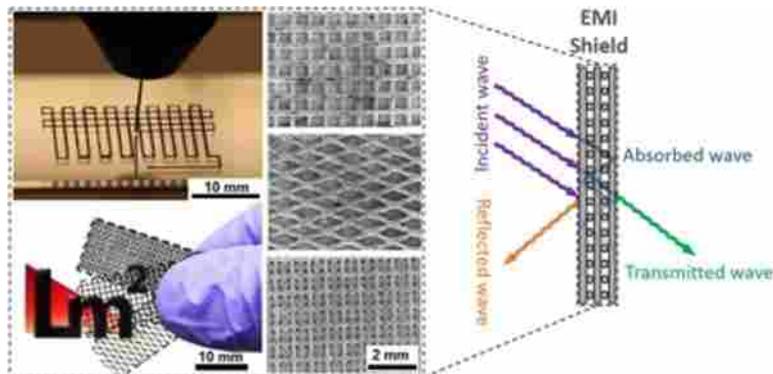


Figura 2.3.5. 3D STAMPATA CNT/PLA nanocompositi per la schermatura EMI [13]

• **4D la tecnologia di stampa** (figura 2.3.6) utilizzata per materiali compositi, rappresenta una combinazione di tecnologia stampa 3D e di trasformazione nel corso del tempo di *smart material*.

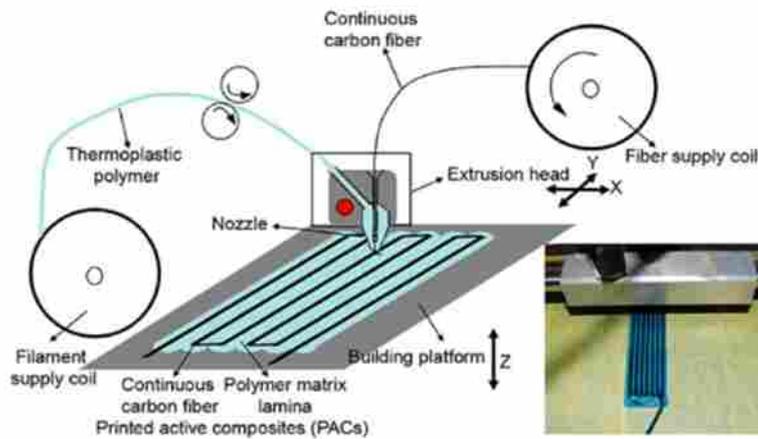


Figura 2.3.6. 4D – tecnologia stampa modificata con processo FDM per PACs [14]

• **Tecnologie di Rivestimento** come PVD (plasma sputtering), CVD (Chemical Vapor Deposition), placcatura di metallo (argento, rame e nichel, oro) e laminazione sono utilizzati per la fabbricazione dei tessuti elettronici.

→ La placcatura senza elettrolisi è un metodo di deposizione usato nell' imballaggio elettronico. Tuttavia la stabilità di placcatura senza elettrolisi dipende dal materiale del substrato, il processo di pretrattamento, il tipo di soluzione utilizzata e il pH e la temperatura durante la placcatura. Mediante deposizione di placcatura Ag (figura 2.3.7), gli strati d'argento hanno una buona adesione e resistenza di lavaggio solo su fibre di nylon.

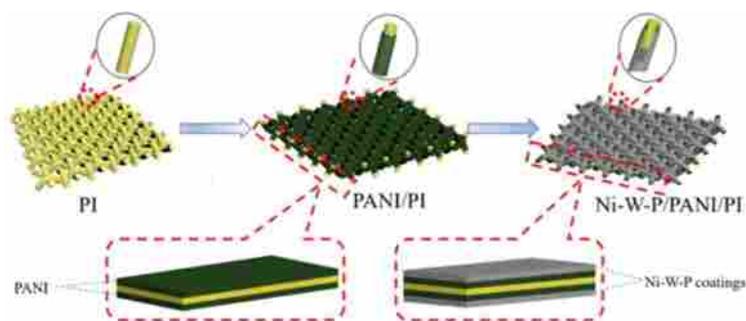


Figura 2.3.7. tessuto EMS preparato con una placcatura senza elettrolisi di nichel-tungsteno-fosforo [16]

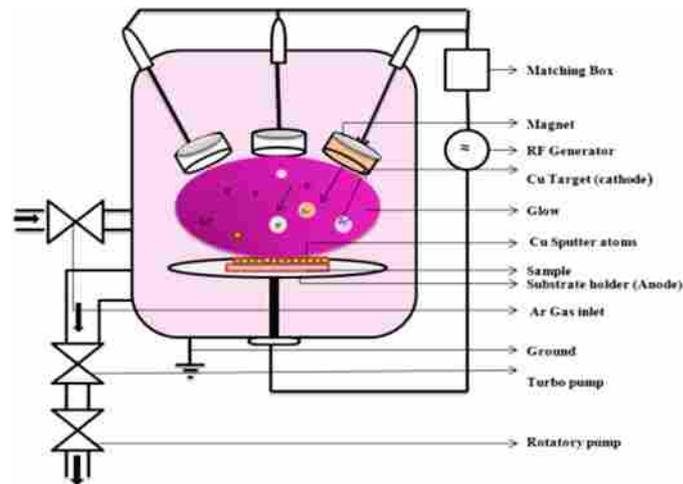


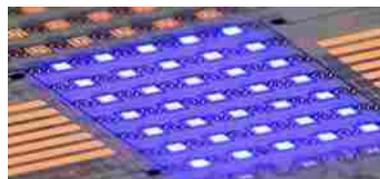
Figura 2.3.8. Diagramma schematico di plasma sputtering [17]

→ Il plasma sputtering (figura 2.3.8) è una tecnologia amica dell'ambiente che può essere utilizzata per la metallizzazione dei tessuti mediante deposizione di metalli come rame (figura 2.3.9), argento al fine di migliorare la conducibilità elettrica dei tessuti. La deposizione del metallo tramite spruzzamento al plasma permette la pulitura e la deposizione di metallo in una fase con una bassa quantità di argento. Lo sputtering consiste nella deposizione di una particella di vapore (PVD) ed è basata sulla teoria che le collisioni di ioni spostano le nanoparticelle che si sono depositate sulla superficie del tessuto dal materiale. La deposizione per spruzzamento catodico viene eseguita in una camera sotto vuoto utilizzando il gas di argon ed un bersaglio di metallo.



Figure 2.3.9. Uncoated/coated copper fabrics [17]

→ **La laminazione** del transistor allungabile a pellicola sottile (TFT) sviluppati dal Centro Holst, IMEC e CSMT - **figura 2.3.10.a.**



→ Fibre di rivestimento con strati LED/OLED (Fraunhofer izm) - **figura 2.3.10.b.**

- Electrospinning è una tecnica a guida di tensione che coinvolge processi guidati da forze elettrostatiche usate per creare fibre da elettrofilatura e può essere usata per fabbricare nanofibre trasparenti e-tessili a LED (figura 2.3.11 e 2.3.12). In aggiunta, utilizzando queste tecnologie, si possono ottenere e-tessuti quali ad esempio:
 - Sensori basati sulle proprietà di rilevamento (capacitivo e resistivo, ottico)
 - Gli attuatori basati sulle proprietà di realizzazione (tessuti elettroattivi e auxetici)
 - Batterie e raccolta di energia (tessuti che agiscono come condensatori di energia cinetica, energia termica e piezoelettrica per generare energia elettrica).

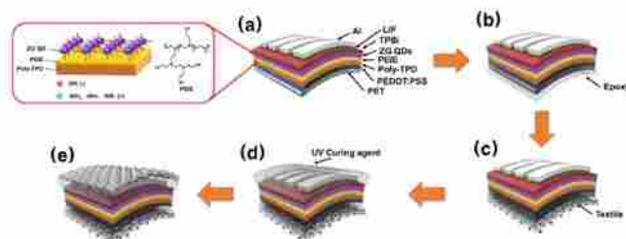


Figura 2.3.11. Il processo di fabbricazione dei tessuti trasparenti in nanofibra con ZnO @QD grafene led (a-e) [20]



Figura 2.3.12. Dispositivi di emissione di luce blu dal tessuto/LED/struttura tessile e dopo la piegatura (con un raggio di curvatura $R = 1\text{ cm}$) [20]

Riferimenti

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/E-textiles>
2. JUR, Jesse S., et al. Flexible Interconnects, Systems, and Uses Thereof. U.S. Patent Application No 15/174,677, 2016.
3. An, Sizhe, Azat Meredov, and Atif Shamim. Flexible, Stretchable and Washable Filter Printed Directly on Textile. 48th European Microwave Conference (EuMC). IEEE, 2018.
4. Mosallaei, M., Jokinen, J., Honkanen, M., Iso-Ketola, P., Vippola, M., Vanhala, J., Kanerva, M. and Mäntysalo, M. Geometry Analysis in Screen-Printed Stretchable Interconnects. IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology. 2018, 8(8), pp.1344-1352.
5. Mosallaei, M., Khorramdel, B., Honkanen, M., Iso-Ketola, P., Vanhala, J. and Mäntysalo, M. Fabrication and characterization of screen printed stretchable carbon interconnects. In Microelectronics Packaging (NordPac), 2017 IMAPS Nordic Conference on (pp. 78-83). IEEE.
6. Schlesinger, M. and Paunovic, M. eds. Modern electroplating (Vol. 55). John Wiley & Sons, 2011.
7. Ali, A., Baheti, V., Javaid, M. U., & Militky, J. Enhancement in ageing and functional properties of copper-coated fabrics by subsequent electroplating. Applied Physics. 2018, A, 124(9), 651.
8. Liu, C., Li, X., Li, X., Xu, T., Song, C., Ogino, K., & Gu, Z. Preparation of Conductive Polyester Fibers Using Continuous Two-Step Plating Silver. Materials. 2018, 11(10), 2033.
9. <http://www.stfi.de/en/stfi/research/innovation-center-of-technical-textiles/woven-knitted-and-composite-products.html>
10. Pieterse, L. V., Bouten, P., Krieger, K., & Bhattacharya, R. Robust fabric substrates for photonic textile applications. Research Journal of Textile and Apparel. 2010, 14(4), 54-62.
11. Postiglione, G., Natale, G., Griffini, G., Levi, M. and Turri, S. Conductive 3D microstructures by direct 3D printing of polymer/carbon nanotube nanocomposites via liquid deposition modeling. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. 2015, 76, pp.110-114.
12. Gebisa, A.W. and Lemu, H.G. Investigating Effects of Fused-Deposition Modeling (FDM) Processing Parameters on Flexural Properties of ULTEM 9085 using Designed Experiment. Materials. 2018, 11(4), p.500.
13. Chizari, K., Arjmand, M., Liu, Z., Sundararaj, U. and Theriault, D. Three-dimensional printing of highly conductive polymer nanocomposites for EMI shielding applications. Materials Today Communications. 2017, 11, pp.112-118.
14. Yang, C., Wang, B., Li, D. and Tian, X.,. Modelling and characterisation for the responsive performance of CF/PLA and CF/PEEK smart materials fabricated by 4D printing. Virtual and Physical Prototyping. 2017, 12(1), pp.69-76.
15. Hashmi, S. Comprehensive materials finishing. Elsevier, 2016.
16. Ding, X., Wang, W., Wang, Y., Xu, R. and Yu, D. High-performance flexible electromagnetic shielding polyimide fabric prepared by nickel-tungsten-phosphorus electroless plating. Journal of Alloys and Compounds. 2018.
17. Hegemann, D., Amberg, M., Ritter, A. and Heuberger, M. Recent developments in Ag metallised textiles using plasma sputtering. Materials Technology. 2009, 24(1), pp.41-45.
18. Rani, K.V., Sarma, B. and Sarma, A. Plasma sputtering process of copper on polyester/silk blended fabrics for preparation of multifunctional properties. Vacuum. 2017, 146, pp.206-215.
19. <http://www.eenewseurope.com/news/imec-laminates-stretchable-led-display-garments>
20. Lee, K.S., Shim, J., Park, M., Kim, H.Y. and Son, D.I. Transparent nanofiber textiles with intercalated ZnO@graphene QD LEDs for wearable electronics. Composites Part B: Engineering. 2017, 130, pp.70-75.

2.4. Tecnologie avanzate di lavorazione a maglia

Mariana Ursache e Luminita Ciobanu, "Gheorghe Asachi" Università Tecnica di Iasi, Romania

Introduzione

La maglia è uno dei due metodi di produzione di strutture tessili oltre la tessitura. In caso di lavorazione a maglia i tessuti vengono prodotti convertendo il filato in anelli interconnessi in fili di trama o di ordito. Oltre al loro uso principale per gli indumenti, tessuti a maglia prendono sempre più terreno nella produzione di tessuti tecnici quali geotessili, tessuti automotivi, tessuti medicali, tessuti sportivi, tessuti agricoli, industria aerospaziale, tessuti di protezione e così via.

I tessuti a maglia sono suddivisi in due grandi gruppi - di trama e di ordito- in base alla alimentazione del filato e alla direzione di movimento del filo in tessuto rispetto alla direzione di formazione del tessuto. Nella trama della tecnica di maglieria le anse sono formate orizzontalmente dal filato stesso, come mostrato in figura 2.4.1.a. Nella tecnica dell'ordito le anseche sono formate sono collegate nella direzione di ordito e anche il movimento del filato è nella direzione di ordito, come mostrato nella figura 2.4.1.b.

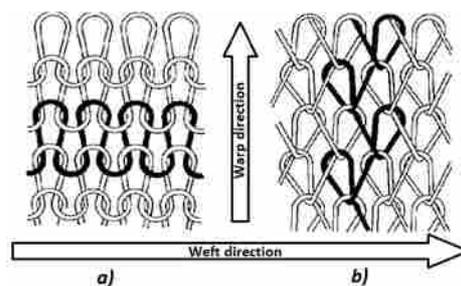


Figura 2.4.1. Base di trama e di ordito delle strutture a maglia

In correlazione con questi due gruppi di strutture di maglia e tecniche, vi sono due grandi tecnologie di tessitura, cioè la lavorazione a maglia a trama e maglia ad ordito. Una classificazione generale delle tecnologie di lavorazione a maglia che tiene conto dei due gruppi di strutture così come le macchine di maglieria, la forma e il numero di letti degli aghi, è illustrato nella figura 2.4.2.

Con innovativi sviluppi tecnici e un moderno ambiente di produzione, gli attuali processi di tessitura consentono la fabbricazione di un ampio spettro di prodotti lavorati a maglia a coprire la reale evoluzione del loro utilizzo finale.

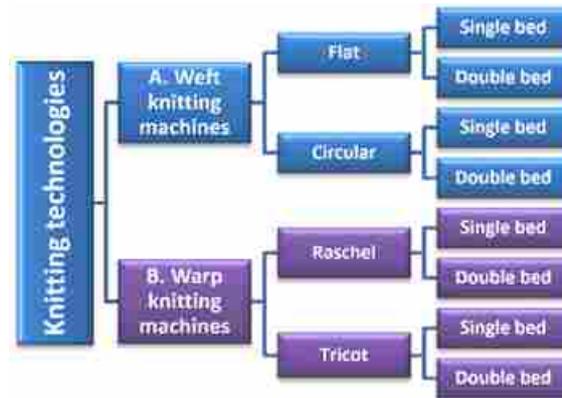


Figura 2.4.2. Classificazione generale delle tecnologie di tessitura e macchine

I paragrafi seguenti presentano significativi progressi nelle tecnologie di lavorazione a maglia che prendono in considerazione gli ultimi sviluppi riguardanti le applicazioni dei prodotti lavorati a maglia come pure i problemi tecnici da considerare nella macchina di produzione.

Progressi nelle tecnologie di lavorazione a maglia

Negli ultimi decenni i produttori leader di macchine per maglieria i hanno incluso nel loro portafoglio di prodotti le macchine per maglieria 3D e i software per la modellazione che vengono utilizzati per la produzione di tessuti per la moda come pure per le applicazioni tecniche.

Gli sviluppatori di prodotto si rivolgono ai costruttori di macchine per i tessuti industriali e tecnici e i tessuti tecnici uso medico, sportivo, per il settore automobilistico, l'aerospaziale ed i rivestimenti.

A) sviluppi nel settore delle tecnologie di lavorazione a maglia

- *Gli sviluppi relativi al settore della moda*

Negli ultimi venti anni vi sono stati spettacolari evoluzioni tecniche di macchinari e software per la produzione di maglieria, indumenti, specialmente su macchine piane. Questi sviluppi hanno reso possibile razionalizzare la progettazione e la produzione di capi di maglieria.

Il processo di fabbricazione indumenti a maglia piatta può essere suddiviso in tre diversi metodi di produzione (come presentato nella figura 2.4.3):

A. Tagliare e cucire/taglio e cucito in forma;

B. . Fully Fashioned Garment/ Integral Fully Fashioned; Completamente vestito stile/ integrale Fashioned completamente;

C. Tecnologie Senza Cucitura / Wholegarment / Lavora a maglia e Indossa

Le tecnologie „senza cucitura“ sono diventate sempre più popolari come alternativa alla tradizionale maglia. I principali vantaggi includono una migliore vestibilità e comfort grazie alla sagomatura, un miglior drappeggio grazie all'eliminazione delle cuciture, una rapida risposta e di produzione minimo utilizzo di materiale grazie alla produzione di un pezzo unico.

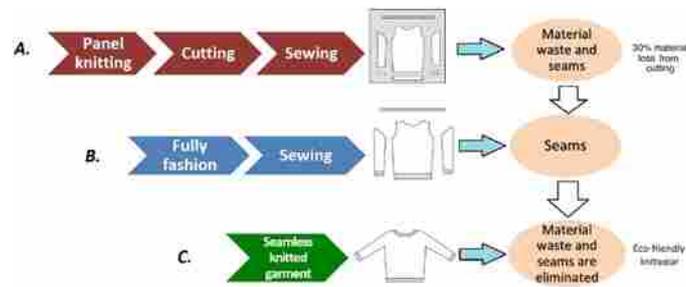


Figura 2.4.3. Confronto di tre diverse tecnologie di produzione di flat indumento a maglia

Shima Seiki è considerato il pioniere di questa tecnologia con il lancio, nel 1995, della brevettata tecnologia Wholegarment che consente la conformazione tridimensionale di indumenti. Una tecnologia simile, sotto il nome di "Lavora e indossa", è stato lanciato da Stoll nel 1997, il principale concorrente di Shima Seiki.

• *Innovazioni Tecniche per aumentare il potenziale delle macchine*

Nello stesso tempo le nuove tecnologie non considerano solamente la capacità di produzione di prodotti senza cuciture ma utilizzano tutto il potenziale delle macchine che è notevolmente aumentato grazie all'applicazione delle più recenti innovazioni tecniche, quali: configurazione a quattro-aghi, aghi scorrevoli, **contra sinkers, spring-type sinkers, holding down sinkers**, pedale a pressione, prese di trasferimento, pedali ad anello, pedale stitch, nuovo sistema di takedown controllato da un computer, etc. Una selezione di questi sviluppi è presentata qui di seguito.

La configurazione a 4 letti di aghi della moderna macchina per maglieria MACH2XS di Shima Seiki espande significativamente la capacità di lavorare e trasferire consentendo la progettazione e modellazione di produzione Wholegarment. Questa nuova configurazione „needlebed“ (vedere la figura 2.4.4) consiste in 2 letti extra (1 e 3) sulla parte superiore dei convenzionali V-beds (2 e 4). Tutti e quattro i letti sono equipaggiati con i nuhovi aghi scorrevoli. Le macchine sono in grado di lavorare la maglia WHOLEGARMENT utilizzando tutti gli aghi nella zona di lavoro.

La nuova sequenza di ago di Shima Seiki è un design nuovo che consente un numero praticamente illimitato di modelli di cucitura (figura 2.4.5). Un cursore flessibile a due pezzi, che sostituisce il chiavistello, si divide e si estende oltre l'uncino d'ago e accresce il potenziale di tessitura agevolando in particolare i trasferimenti complessi [4]. L'azione di trasferimento non richiede l'ago di trasferimento quindi gli aghi sono posizionati centralmente nelle scanalature (figura 2.4.6.b). Questo posizionamento comporta la formazione perfettamente simmetrica di tessuti di alta qualità.

I nuovi Contra-Sinkers con il loro contatore di movimento riducono il movimento totale dello SlideNeedle portando miglioramenti significativi in termini di produttività e una migliore qualità dei tessuti utilizzando una più ampia varietà di fili .

Il nuovo sistema takedown controllato dal computer è la più recente innovazione tecnica applicata per la rimozione del tessuto a maglia. Il sistema è in grado di controllare la tensione per i due lati del tessuto che permette la conformazione tridimensionale risultante in indumenti con dimensioni più precise che si conforma meglio alla forma del corpo.

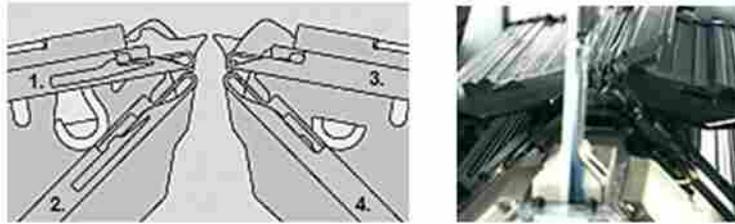
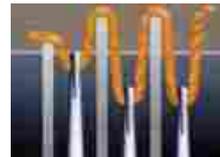


Figura 2.4.4. configurazione a Quattro needled



a) Conventional latch needles and sinkers



b) Slide needles and contra-sinkers

Figura 2.4.5. La nuova sequenza di ago di Shima Seiki



A) convenzionali di aghi a linguetta e platine



B) far scorrere gli aghi e contra-platine

Figura 2.4.6. Ago e posizionamento di zavorra

I Due letti pressori, sviluppati da Shima Seiki su SRY serie, migliora la formazione delle anse controllando la pressione di singole anse [6]. Il letto pressore è collocato al di sopra di entrambi i letti di aghi frontale e posteriore. Questa nuova tecnica presenta grandi potenzialità nel settore della maglieria. Filati speciali come ad esempio fili metallici possono essere lavorati a maglia e sono così in grado di offrire grandi opportunità per le applicazioni in settori diversi da quello della moda.

Nuova macchina computerizzata di ordito/trama piatta, di Shima Seiki (LAPIS®), combina la capacità di inserimento dell'ordito con i più recenti sviluppi della tecnologia di definizione della trama. L'inserimento dell'ordito viene eseguito con l'uso di speciali camme di placcatura situate su ciascun lato del sistema single-Knitran® sul carrello anteriore.

B) Sviluppi nelle tecnologie di maglieria circolare

Macchine per la lavorazione circolare della maglia sono largamente utilizzate nell'industria della maglieria per la produzione di tessuti a maglia. Esse possono essere costruite in una grande varietà di diametri.

- *tecnologia per maglieria senza cucitura*

Le macchine circolari da maglieria senza cucitura differiscono dalle macchine per maglieria senza cucitura piatte.

Sono in grado di produrre più tubi che devono essere uniti insieme. Il prodotto finale da macchina circolare ha bisogno solo di una minima operazione di taglio. Inoltre, le macchine circolari da maglieria richiedono diametri differenti per poter montare taglie differenti del capo di abbigliamento. Di conseguenza, la perfetta lavorazione a maglia su macchine circolari non è realmente senza cuciture.

I più rappresentativi produttori di macchine in questa zona sono Santoni, Sangiacomo e Orizio Santoni. La perfetta macchina "Santoni", produce una maglia tubolare senza cuciture che si adatta alle misure del corpo e consente la creazione di un indumento la cui forma si adatta alla forma del corpo. Tali macchine producono costumi da bagno, abbigliamento sportivo, cappotti, intimo.

- *tecnologia Spin-knit*

Recentemente, tre produttori di macchine da maglieria circolari (Mayer&Cie, Terrot e Pai del polmone) hanno presentato la loro macchine spin-knit che girano il filato da stoppini che sono montati vicino alla macchina e tessono la maglia sulla stessa macchina (illustrato nella figura 2.4.7). In questo modo il processo di produzione è accorciato, portando a costi di produzione inferiori e minore consumo di energia rispetto al processo convenzionale.



Figura 2.4.7. Lo Spin-maglia Spinit macchina 3.0 e da Mayer & Cie

Progressi nelle tecnologie di lavorazione a maglia ad ordito

La lavorazione a maglia in catena è una tecnologia versatile che presenta diversi vantaggi: elevata produttività (simile o anche maggiore della lavorazione a tessitura); possibilità di produrre una vasta gamma di strutture di tessuto, da chiuso ad aperto, con applicazioni diverse, da capi di abbigliamento a prodotti decorativi, per applicazioni tecniche (come maglieria medica, abbigliamento sportivo, imballaggio, agricoltura, ecc.); possibilità di inserire filati ad intarsio (filati di ordito e di trama, multiassiali); è perfettamente adatta per produrre strutture a rete; prevede un eccellente controllo delle proprietà (in piano e attraverso lo spessore); i tessuti presentano ottima stabilità dimensionale, nessun rischio di sfilacciamento.

La tecnologia tricot presenta diversi miglioramenti che hanno permesso di migliorare le prestazioni della macchina, come l'aumento della velocità di lavorazione a maglia (fino a 3000 giri/min), i misuratori fini (fino a 44E), la larghezza di lavoro (fino a 6.60 m), controllo elettronico per tutti i meccanismi, ecc.

Le macchine di Raschel a Doppia barra vengono utilizzate per la produzione di una vasta gamma di tessuti tridimensionali (Figura 2.4.8). Per una maggiore produttività, gli aghi a chiavistello sono stati sostituiti con il composto di aghi.



Figura 2.4.8. Doppia barra di macchina - elementi di lavorazione a maglia

I tessuti distanziali vengono prodotti mediante lavorazione a maglia a due strati indipendenti (separati con barre guida), collegati da fili di pile alimentati da 1o 2 barre-guida della maglieria su entrambe le barre di aghi (Figura 2.4.9). Lo spazio tra i letti di aghi determina lo spessore del tessuto che normalmente varia fra 1 e 15 mm. Macchine a doppia barra distante (con piastre flessibili) possono produrre tessuti distanziali con spessore maggiore (20 a 65 mm). Le applicazioni principali per questi materiali sono materassi, scarpe, rivestimenti per sedili di automobili.

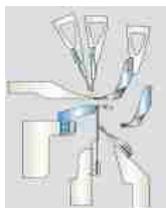


Figura 2.4.9. Il distanziatore tessuto - sezione trasversale

Maglieria in catena senza cuciture rappresenta un altro sviluppo con alto potenziale di mercato - abbigliamento sportivo funzionale, biancheria intima, calzetteria e capispalla alla moda.

A prescindere dalla possibilità di controllare la forma tubolare secondo la forma del prodotto, l'uso della tecnologia *piezo jacquard* permette la definizione illimitata di strutture. Le barre Jacquard hanno elementi elettrici che possono essere spostati individualmente, sia sovrapponendosi che sottoponendosi, a destra o a sinistra, modifica la normale evoluzione del filato alimentando l'ago vicino, influenzando il grado di compattezza del tessuto. Le barre sono state sviluppate in primo luogo per le macchine da merletto ma ora il loro uso è largamente diffuso a causa della possibilità di modellazione che esse offrono.

La Tecnologia per ordito multiassiale di tessuti a maglia di rinforzo composito rappresenta un altro sviluppo significativo. La tecnologia è basata sulla formazione di strati (standard 3) di vetro o carbonio stoppini, uno collocato a 90° (inserimento di trama) e gli altri ad angoli diversi (regolabili) che vengono alimentati nella zona di tessitura dove fili di riempimento vengono aggiunti e le cuciture a maglia (pilastro o tricot evoluzioni) collegano il tessuto risultante (Figura 2.4.10). Gli strati di fili sono alimentati utilizzando speciali carrelli che si muovono lungo il tavolo, collocando i fili in un preciso angolo richiesto nell'applicazione.



A) elementi di lavorazione a maglia



B) il vettore per svolgere il non-filati a crimpare



C) Aspetto degli strati, con un mat di fibre tagliate nella parte inferiore

Figura 2.4.10. Non multiassiale a crimpare di tessuti a maglia in catena,

Anche se la lavorazione a maglia è predominante, vi sono macchine circolari per maglieria che utilizzano piccoli diametri cilindri. Queste macchine producono reti tubolari per il confezionamento di tessuti e calze a rete.

Riferimenti

- 1.Spencer, D. J., Knitting technology. A comprehensive handbook and practical guide (Third edition), Woodhead Publishing ISBN 1 85573 333 1, 2001
- 2.Gawri, M., Flat knit production a comparative analysis, Available at:
<https://apparelresources.com/technology-news/knitting-technology/flat-knit-production-comparative-analysis/>
- 3.Tait, N., Seamless Knitwear: New technology ensures one-piece construction with minimal wastage, Apparel resources, Available at:
<https://apparelresources.com/technology-news/knitting-technology/seamless-knitwear/>
- 4.Knitting. Products and services for the flat knitting sector, https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Flat_knitting.pdf
- 5.Choi, W., Powell, N.B., Three dimensional seamless garment knitting on V-bed flat knitting machines, J.T.A.T.M., 2005, 4 (3), 1-33.
- 6.Shima Seiki Knitting machines, Accessed on January 2019 from <http://www.shimaseiki.com/product/knit/>
- 7.West, A., ITMA 2016 Technology: Knitting, <https://www.textileworld.com/textile-world/knitting-apparel/2016/02/itma-2016-technology-knitting/>
- 8.Xinxin Li, Gaoming Jiang, Pibo Ma, Computer-aided design method of warp-knitted jacquard spacer fabrics, AUTEX Research Journal, 2015 (downloaded from <https://www.researchgate.net/publication/284813222>)
9. <https://www.karlmayer.com/en/products/>
- 10.Nayak, R., Padhye, R. (editors), Garment Manufacturing Technology, Woodhead Publishing, 2015
11. AU, K.F. (editor), Advances in Knitting Technology, Woodhead Publishing, 2011

2.5. Trattamenti al plasma

*Andrea Zille, Antonio P. Souto, Universidade do Minho, Portogallo
Fernando R. Oliveira, Università Federale di Santa Catarina (UFSC), Brasile*

Introduzione

Negli ultimi anni la tecnologia al plasma ha assunto una grande importanza tra tutti i processi disponibili di modifica delle superfici tessili. Si tratta di un metodo amico dell'ambiente e del lavoratore per ottenere alterazione delle superfici senza modificare le proprietà dei diversi materiali. Lo stato del plasma anche conosciuto come il quarto stato della materia, è un di gas ionizzato elettricamente neutro composto da specie di energia, ioni, fotoni e specie eccitate non legati a un atomo o una molecola.

Più del 99% dell'universo conosciuto è in stato di plasma, fatta eccezione per i celesti corpi freddi e sistemi planetari.

La maggior parte delle classificazione divide il plasma in due categorie: plasma termico, quando le specie sono in equilibrio termico, e plasma freddo, quando le specie non sono in equilibrio termico.

I plasmi termici sono caratterizzati da temperature molto elevate di elettroni e di particelle pesanti vicino ad un elevato livello di ionizzazione.

Le temperature possono essere comprese da 4000 K, dove specie quali il cesio sono facilmente ionizzate a 20000K per specie di difficile di ionizzazione, come ad esempio elio.

L'equilibrio termico implica che la temperatura di tutte le specie (elettroni, ioni, specie neutra) deve essere la stessa. Alcuni esempi sono: archi elettrici, getti di plasma da motori a razzo e reazioni al plasma termonucleare. Il Plasma termico è ottenuto ad elevate pressioni di gas, che implica molti collisioni nel plasma poiché la media del percorso libero della specie è bassa.

In questo modo lo scambio di energia tra le specie di plasma è efficiente mantenendo la parità di temperature tra le specie.

Plasma freddo, chiamato anche plasma non termico, è composta di particelle a bassa temperatura (molecole neutre e cariche e specie atomiche) e relativamente elevate temperature di elettroni che sono associate con una bassa ionizzazione. Per plasmi a freddo viene utilizzata bassa pressione, il che si traduce in alcune collisioni della specie di plasma, poiché la media percorso libero è lunga. Di conseguenza si verificano inefficienze nel trasferimento di energia, causati in diverse temperature della specie di plasma.

I plasmi freddi sono particolarmente appropriati per la modifica e lavorazione della superficie dei tessili poiché la maggior parte delle fibre di materiali di base sono polimeri sensibili al calore. I trattamenti al plasma freddo possono essere utilizzati per migliorare la adesione delle fibre-matrice mediante introduzione di gruppi polari, mediante deposizione di un nuovo strato dello stesso polimero o cambiando la rugosità della superficie del substrato.

Queste caratteristiche possono favorire la formazione di forti legami tra la fibra e la matrice polimerica. Tali forme di scarico hanno il grande vantaggio di indurre significative modificazioni chimiche di superficie e morfologiche migliorando la idrofilicità e la produzione di fibre più accessibili alle varie specie chimiche senza alterare le proprietà dei materiali. I plasmi a freddo possono essere divisi in plasma a pressione atmosferica o plasma di vuoto o di bassa pressione (plasmi Figura 2.5.1).

Il Plasma a bassa pressione rimane la tecnologia preferita per ottenere vari effetti mediante attacco chimico, polimerizzazione o formazione di radicali liberi sulla superficie del substrato tessile come nel caso di vernici superidrofobiche e ignifughe applicate.

Inoltre nel caso di tessuti di poliestere e polipropilene la tecnologia del plasma a bassa pressione ha mostrato i risultati migliori, specialmente per disperdere i coloranti. Tuttavia, i trattamenti al plasma

a bassa pressione richiedono costosi sistemi di vuoto, rendendo quindi difficile alla moda e ottenere la lavorazione in continuo.

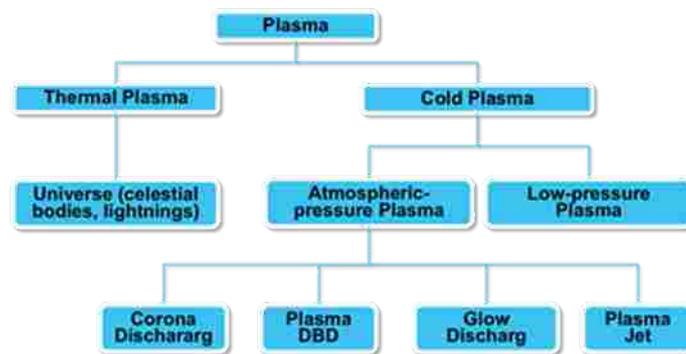


Figura 2.5.1. Classificazione di plasma

Il plasma atmosferico è una alternativa e un metodo a costi competitivi al plasma a bassa pressione e ai trattamenti chimici bagnati, che evita la necessità di costose attrezzature per la creazione del vuoto e permette un trattamento continuo ed uniforme delle superfici delle fibre.

La tecnologia di barriera dielettrica di scarico (DBD) è uno delle più efficaci fonti di plasma atmosferico non termico e ha attirato un crescente interesse per le applicazioni industriali.

Recentemente sono state approfondite sia l'applicazione che il deposito di sottili rivestimenti funzionali per mezzo del plasma atmosferico DBD in modo da conferire ai tessuti proprietà varie (Figura 2.5.2), quali affinità per la pittura e la tintura, antimacchia, antibatterico, caratteristiche anti-restringimento e anti-impregnamento. A questo scopo di differenti miscele di gas sono state usate: quelli non-polimerizzati, quelli (aria, Ar, He, N₂, O₂), di idrocarburo, fluorocarburo e precursori di organosilicio.

A causa della sterilità intrinseca della superficie trattata, i processi al plasma sono interessanti anche per applicazioni in biologia e in medicina. In ambito medico, alimentare e tessile, l'adesione batterica e la conseguente crescita di superficie è un problema persistente che conduce a infezioni e deterioramento del biomateriale.

Tessili medicali vengono utilizzati in una vasta gamma di applicazioni- bende, abbigliamento, sutura chirurgica e rivestimenti per impianti come impalcature, stent e maglie. Infezioni associate con questi dispositivi sono responsabili di almeno il 2-7% di complicazioni post-operatorie aumentando la mortalità e i costi sanitari.

Nell'ultimo decennio, a causa di operazioni a pressione atmosferica e del clima mite e per la sua capacità di incendiare il plasma in piccoli volumi, diversi sforzi sono stati fatti per sviluppare processi al plasmacon barriera dielettrica (DBD) per applicazioni biomediche quali rivestimenti rispettosi dell'ambiente e antibatterici.

Diverse strategie basate sull'uso del Plasma DBD sono state impiegate per impartire proprietà antimicrobiche a materiali tessili (Figura 2.5.3). Argento (Ag) o ioni Ag e sale di ammonio quaternario sono i più studiati agenti antimicrobici. Vi è un crescente interesse per l'uso di metalli, specialmente di argento e di rame in una forma di ioni e soprattutto le nanoparticelle come agenti di finitura antimicrobici, a causa della loro spiccata oligodinamica e bioacida attività.

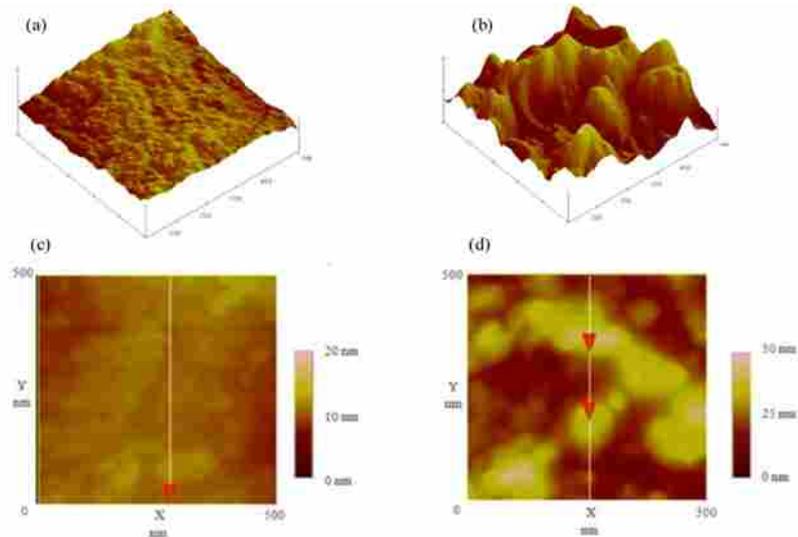


Figura 2.5.2. Esempio di una fibra di poliestere prima (a,c) e dopo (b, d) trattamento al plasma DBD



Figura 2.5.3. Esempio di AgNPs sulla fibra di poliestere prima e dopo trattamento al plasma DBD

Nonostante gli evidenti vantaggi della applicazione della tecnologia al plasma, il suo impiego nel settore tessile è limitato. Ciò è dovuto a quattro motivi principali: i) il settore tessile è molto tradizionalista e non è aperto alla novità; (ii) le contaminazioni delle differenti condizioni delle superfici del tessuto possono influenzare negativamente la pulizia della superficie perché il trattamento al plasma influisce solo lo strato superiore dei materiali; (iii) la struttura porosa e in 3D dei tessili rende difficile la penetrazione della specie di plasma in profondità nella struttura del tessuto come i procedimenti a umido; (iv) materiali tessili hanno una più ampia superficie, di solito di un ordine di grandezza maggiore rispetto alle pellicole piatte.

Nonostante questa limitazione, nell'ultimo decennio grazie a costanti sviluppi tecnologici e scientifici, la tecnologia al plasma viene oggi utilizzata per numerose applicazioni specifiche tecniche nel settore tessile e il suo impiego in dispositivi migliorati per una più ampia applicazione è vicino al successo.

Nell'industria tessile la tecnologia al plasma vuoto è più avanzata rispetto a quella a pressione atmosferica perché è più facile controllare la concentrazione, più ampi volumi di plasma, composizione e procedimenti chimici dell'atmosfera del gas in un sistema chiuso sotto vuoto.

Diverse società di plasma a bassa pressione, hanno già commercializzato attrezzature per l'industria tessile: l'italiana (HTP Unitex SAATI), la belga (Europlasma), l'inglese (P2i) e l'Austriaca (Textilveredelungs GmbH Grabher) producono e vendono sistemi di bobine di gas a bassa pressione per l'attivazione delle superfici di prodotti tessili per migliorare la bagnabilità e l'adesione, e per una finitura idrorepellente/oleorepellente rifinendo con una polimerizzazione al plasma.

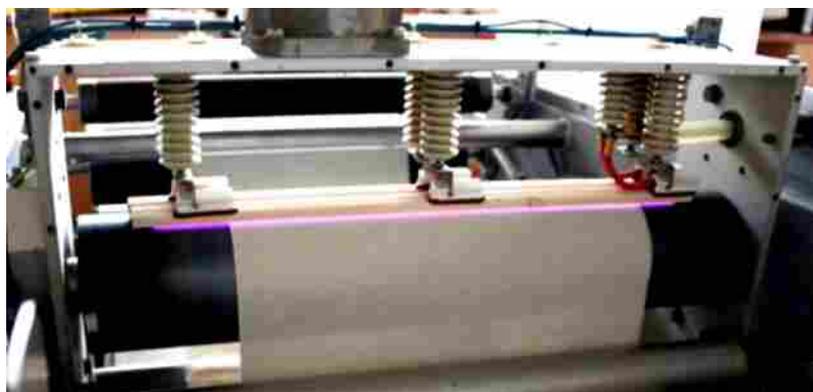
Altri fornitori europei di apparecchiature al plasma hanno anche sviluppato prodotti al plasma a bassa pressione per il mercato tessile come Grinp, Softal, Iplas, Ahlbrandt sistemi e Arioli.

Un tipico costo per attivazione con plasma è di circa 0,02 € m⁻². D'altro canto, i costi del rivestimento al plasma a bassa pressione sono superiori (0,05 € m⁻²) a causa della bassa velocità del web e il processo più costoso.

Nonostante il vantaggio evidente del plasma a bassa pressione in numerose applicazioni, il plasma a vuoto deve lavorare off-line in modalità batch.

I plasma a pressione atmosferica hanno un vantaggio importante nei processi tessili che operano a velocità di elaborazione più elevate per trattare la larghezza completa del tessuto (2 metri o più) in modalità on-line continua che consente la facile integrazione nella tradizionale linea di finitura.

Alcuni esempi di tecnologie al plasma a pressione atmosferica basate sulla corona, DBD, scarica a bagliore e nuovi dispositivi atmosferici sono disponibili: i) un prototipo industriale DBD apparecchiatura costruita dalla società tedesca Softal in collaborazione con il settore tessile del dipartimento di ingegneria dell'Università di Minho (Portogallo) è stato testato da un'industria tessile al fine di sostituire il dimensionamento, purga e candeggio pre-trattamento del cotone (Figura 2.5.4). I costi totali di DBD sono stati confrontati usando un metodo Pad- in un processo continuo. Tutti i costi dei metodi convenzionali (tra 0.147 e 0.055 € kg⁻¹) sono risultati superiori al DBD (0,013 € kg⁻¹) [22]; ii) La società Softal, rivendica un tempo di recupero di soli 9 mesi per il suo plasma Aldyne primer con sistema di aderenza rispetto al sistema convenzionale di innesco di liquido; iii) la società svizzera Sefar AG/Svizzera utilizza il più grande sistema di plasma a pressione atmosferica del mondo per applicazioni industriali nella produzione di soluzioni di filtraggio ad alte prestazioni; iv) l'azienda APJET (USA) commercializza una tecnologia a secco APPJ per produrre tessuti tessili oleorepellenti e idrorepellenti all'esterno, pur mantenendo le sue qualità originali e comfort all'interno; v) La società Green Theme Technologies LLC (USA) ha progettato una cosiddetta tecnologia ChemStik che può essere compatibile con un plasma DBD, che potrebbe essere azionato usando gas meno costosi dell'elio come azoto, ossigeno e argon eliminando la necessità di ricorrere a un costoso sistema di riciclo del gas; vi) il plasma a pressione atmosferica (APNEP) sviluppato da EA Technology Ltd in collaborazione con l'Università del Surrey. Con il costante aumento dei costi delle materie prime, energia e acqua, l'aumento dei vantaggi di costo di plasmi atmosferici rispetto alla lavorazione ad umido in termini di bassa potenza, acqua e prodotti chimici di consumo, non vi è alcun dubbio che il plasma a pressione atmosferica si trova al limite di una rivoluzione nella lavorazione dei tessuti.



La figura 2.5.4. Semi-prototipo industriale installato presso l'Università di Minho

Riferimenti

1. Fridman, A. Plasma chemistry, Cambridge University Press, New York 2008.
2. Vandecasteele, N., Reniers, F., J. Electron Spectrosc. Related Phenomena 2010, 178–179, 394.
3. Xi, M., Li, Y.-L., Shang, S.-y., Li, D.-H., Yin, Y.-X., Dai, X.-Y. Surf. Coat. Technol. 2008, 202, 6029.
4. Gleizes, A., Gonzalez, J. J., Freton, P. J. Phys. D: Appl. Phys. 2005, 38, R153.
5. Morent, R., De Geyter, N., Verschuren, J., De Clerck, K., Kiekens, P., Leys, C., Surf. Coat. Technol. 2008, 202, 3427.
6. Borcia, G., Dumitrascu, N., Popa, G. J. Optoelectron Adv. M 2005, 7, 2535.
7. Zille, A., Oliveira, F. R., & Souto, A. P. Plasma treatment in textile industry. Plasma processes and Polymers, 2015, 12(2), 98-131.
8. Denes, F., Macromolecular plasma-chemistry: an emerging field of polymer science. Progress in Polymer Science, 2004. 29(8): p. 815-885.
9. Ragoubi, M., et al., Impact of corona treated hemp fibres onto mechanical properties of polypropylene composites made thereof. Industrial Crops and Products, 2010. 31(2): p. 344-349.
10. Morent, R., et al., Non-thermal plasma treatment of textiles. Surface & Coatings Technology, 2008. 202(14): p. 3427-3449.
11. Borcia, G., C.A. Anderson, and N.M.D. Brown, Surface treatment of natural and synthetic textiles using a dielectric barrier discharge. Surface & Coatings Technology, 2006. 201(6): p. 3074-3081.
12. D'sa, R.A. and B.J. Meenan, Chemical Grafting of Poly(ethylene glycol) Methyl Ether Methacrylate onto Polymer Surfaces by Atmospheric Pressure Plasma Processing. Langmuir, 2010. 26(3): p. 1894-1903.
13. Leroux, F., et al., Fluorocarbon nano-coating of polyester fabrics by atmospheric air plasma with aerosol. Applied Surface Science, 2008. 254(13): p. 3902-3908.
14. Radetić, M., Functionalization of textile materials with silver nanoparticles, Journal of Materials Science 2012, 48, 95.
15. Sarghini, S., S. Paulussen, and H. Terry, Atmospheric Pressure Plasma Technology: a Straightforward Deposition of Antibacterial Coatings. Plasma Processes and Polymers, 2011. 8(1): p. 59-69.
16. Da Ponte, G., et al., Trends in surface engineering of biomaterials: atmospheric pressure plasma deposition of coatings for biomedical applications. European Physical Journal-Applied Physics, 2011. 56(2).
17. Sophonvachiraporn, P., et al., Surface Characterization and Antimicrobial Activity of Chitosan-Deposited DBD Plasma-Modified Woven PET Surface. Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2011, 31(1): p. 233-249.
18. Mattheus, S. R. Plasma Aided Finishing of Textile Materials. North Carolina State University, 2005.
19. Roth, J. R., Nourgostar, S., Bonds, T. A., IEEE Trans. Plasma Sci. 2007, 35, 233.
20. Mohammad, H., Dirk, H., Substrate Independent Dyeing of Synthetic Textiles Treated with Low-Pressure Plasmas. in P. P. Hauser, Ed., Textile Dyeing. InTech Europe, Rijeka, Croatia 2011.
21. Souto, A. P., Os processos corona aplicados aos tratamentos de preparação e acabamentos de materiais têxteis, tese de doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães. Os processos corona aplicados aos tratamentos de pre- preparação e acabamentos de materiais têxteis. Universidade do Minho, 2003.
22. Shishoo, R. Plasma Technologies for Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2007.
23. Gadri, R. B., Roth, J. R., Montie, T. C., Kelly-Wintenberg, K., Tsai, P. P. Y., Helfritsch, D. J., Feldman, P., Sherman, D. M., Karakaya, F., Chen, Z., Surf. Coat. Technol. 2000, 131, 528.
24. Castro, F. A., Chabreck, P., Hany, R., & Nüesch, F. Transparent, flexible and low-resistive precision fabric electrode for organic solar cells. physica status solidi (RRL)—Rapid Research Letters, 2019, 3(9), 278-280
25. Chirokov, A., Khot, S. N., Gangoli, S. P., Fridman, A., Henderson, P., Gutsol, A. F., Dolgopolsky, A. Numerical and experimental investigation of the stability of radio-frequency (RF) discharges at atmospheric pressure. Plasma Sources Science and Technology, 2009, 18(2), 025025.

2.6. La tecnologia al plasma: metodi di PVD nella produzione tessile

Margarida M. Fernandes, Andrea Zille, Università di Minho, Portogallo

La funzionalizzazione della superficie di materiali con strati sottili, tipicamente in un intervallo tra pochi nanometri e parecchi micrometri viene tipicamente applicata per conferire nuove ed uniche proprietà a un substrato, una strategia che è stata a lungo utilizzata nelle aree di breakthrough tecnologico come nei dispositivi elettronici a semiconduzione, lo sviluppo di dispositivi ottici, UV Laser e led verdi, creazione di rivestimenti antiriflettenti, nonché per la generazione e la conservazione di energia. Essa è anche applicata alla biomedicina, attraverso lo sviluppo di pellicole sottili per rilascio di farmaci.

Per ottenere tali pellicole, la tecnica di deposizione fisica di vapore (PVD) è stato ampiamente esplorata.

Questo è un processo ecologico che consiste nella condensazione di una forma vaporizzata del materiale della pellicola su un substrato. Tipicamente, il processo consiste in tre diverse fasi di lavorazione: i) una fonte solida viene vaporizzata sul materiale, assistita da alta temperatura e dal vuoto o dal plasma gassoso; ii) il trasporto del vapore sotto vuoto alla superficie del substrato e iii) la condensazione del vapore sul substrato per generare le pellicole sottili (figura 2.6.1).

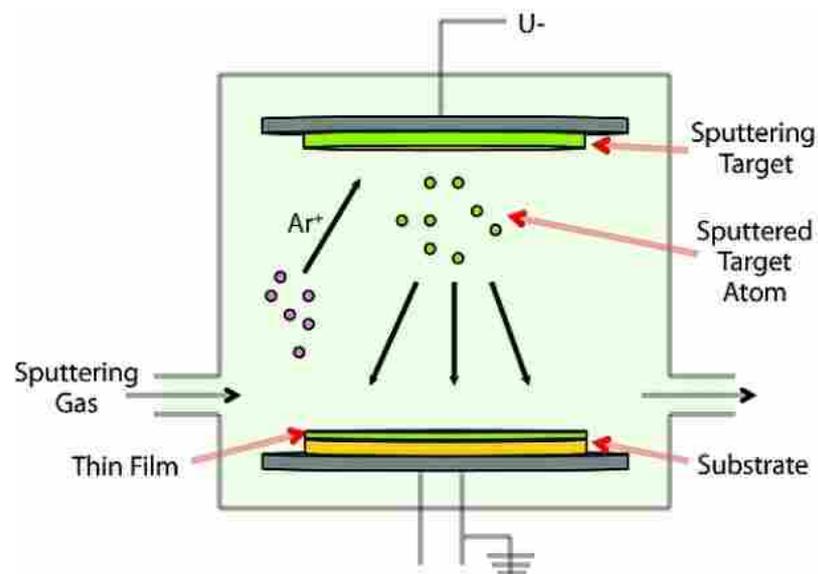


Figura 2.6.1. Rappresentazione schematica di un procedimento al plasma di deposizione fisica del vapore

L'industria tessile ha tratto benefici dell'uso di queste tecnologie per aggiungere valore ai prodotti, in modo da poter soddisfare i bisogni di un mercato altamente competitivo. Materiali tessili altamente avanzati sono continuamente prodotti grazie alle crescenti proprietà funzionali che nano- e micro-rivestimenti possono impartire ai materiali. In effetti, lo sviluppo degli indumenti protettivi, che proteggono contro i microbi, prodotti chimici, pesticidi, luce UV e sostanze inquinanti sta crescendo negli ultimi anni. La tabella 2.6.1 mostra le applicazioni tipiche delle tecniche PVD sui tessuti.

Tabella 2.6.1. tipiche applicazioni di tecniche PVD sui tessuti.

Applicazione	Tipo di PVD	Le fibre e il rivestimento ottenuto
tessili Anti-microbici	Magnetron rivestimento a spruzzamento catodico	SiO ₂ fibre rivestite con argento, rame, platino, platino/rodio e oro
	Di plasma sputtering	ET tessuti rivestiti con nanoparticelle di argento
	RF-plasma	Poliestere poliammide-Ag-caricato tessuti
rivestimenti di protezione da luce UV	Magnetron rivestimento a spruzzamento catodico	tessuto di poliestere rivestito in argento
	Pulsate deposizione laser	Tessuti di cotone rivestiti con ZnO
Miglioramento di idrorepellenza per prodotti tessili	Magnetron rivestimento a spruzzamento catodico	tessuto di Seta rivestito di PTFE (politetrafluoroetilene)
Conduttività	Magnetron rivestimento a spruzzamento catodico	Il materiale tessuto non tessuto rivestito con metallo di alluminio (Al)
Miglioramento della tintura tessile	Di plasma sputtering	Poliestere/tessuti di lana rivestita con particelle di rame
Radiazione elettromagnetica rivestimenti di protezione	Arc - processo PVD	Naturali, artificiali e sintetiche fibre rivestite con Cu Ti e Cr
L'elettronica nel settore tessile	Evaporazione termica	Poliimmide rivestita su entrambi i lati con PVC
Abbigliamento protettivo	Arc - processo PVD	Tessuti di poliammide rivestita con titanio e zirconio
Fotocatalisi	Pulsate deposizione laser	TiO ₂ nanoparticelle sono stati applicati in modo uniforme sulla superficie di un feltro di fibre di vetro

Le tecniche PVD possono essere suddivise in cinque diverse tecniche:

1) Deposizione per spruzzamento catodico: il processo PVD più comunemente usato nel settore tessile è la deposizione per spruzzamento catodico tecnica ampiamente utilizzata anche nelle industrie del vetro, ceramica e dispositivi microelettronici. Questa tecnica è basata sull'applicazione di un alone la scarica di plasma (di solito localizzata attorno alla "target" da un magnete) e bombarda il materiale con ioni gassosi accelerati (tipicamente argon), atomizzandone alcune lontano come un vapore per la successiva deposizione. Gli atomi atomizzati hanno alta energia e quando raggiungono la superficie, essi formano uno strato molto sottile di rivestimento superficiale con eccellente adesione a substrati. Inoltre è un processo semplice e veloce in grado di sviluppare rivestimenti molto sottili di ceramica o metallizzati su un ampio substrato.

La deposizione per spruzzamento catodico possiede molti vantaggi poiché quasi tutte le leghe, elementi e composti possono essere depositati mediante atomizzazione e depositati, fornendo una stabile fonte di vaporizzazione. Tuttavia, esso possiede anche alcuni inconvenienti tra i quali va annoverato il fatto che i tassi di atomizzazione sono bassi rispetto all' evaporazione termica e gli obiettivi sono di solito molto costoso. Inoltre, la maggior parte dell'energia che colpisce il bersaglio si surriscalda molto e deve essere rimossa.

La tecnologia di atomizzazione del sottotipo magnetron consente di superare alcuni di questi inconvenienti in quanto utilizza i potenti magneti che limitano la "glow discharge" al plasma alla regione della piastra di bersaglio, migliorando così la velocità di deposizione. Questo è possibile

perché mantiene una maggiore densità di ioni che rende processo di collisione dell'elettrone/molecola di gas di molto più efficiente.

Questa tecnica può impartire conducibilità ai prodotti tessili che è una crescente area tecnologica poiché fili conduttori possono essere applicati ai tessuti elettronici, per il trasferimento dati di immagini, la protezione contro la corrosione e la schermatura elettromagnetica poiché si ritiene comunemente che depositino metalli conduttori tra cui oro, platino e oro-palladio.

Infatti la quasi totalità di elementi metallici può essere depositata su substrati tessili mediante spruzzamento catodico. L'argento è un esempio di un metallo comunemente utilizzato per la funzionalizzazione dei tessuti. Il rivestimento in argento è uno dei più utilizzati nell'industria tessile per fornire effetto battericida oltre ad impartire conducibilità, protezione UV e proprietà idrorepellenti ai tessuti.

I Materiali antimicrobici sono importanti per il controllo di microorganismi patogeni e quindi molto importanti nella pratica clinica al fine di evitare infezioni nosocomiali ai pazienti.

2) Deposizione per evaporazione termica : processo di evaporazione termica permette che le particelle di vapore del materiale da depositare direttamente dal bersaglio il substrato, formino un rivestimento funzionale quando queste condensano tornano ad uno stato solido.

Così, il procedimento coinvolge soprattutto i 2 passaggi in ambiente industriale, questa tecnica crea rivestimenti a $0.5\mu\text{m}/\text{min}$, utilizzando una pressione di vapore di 10 mtorr. La elevata purezza del rivestimento che si forma e il rapporto costo-efficacia sono i principali vantaggi di questo metodo. La deposizione per evaporazione è basata su due semplici fasi: l'evaporazione del materiale e la condensazione sul substrato. Per evitare la collisione di particelle evaporate con il gas, viene utilizzata pressione a vuoto. Questa tecnica è usata principalmente per sviluppare substrati flessibili per la deposizione di sottili rivestimenti conduttivi, vale a dire un non-tessuto elastico rivestito su entrambi i lati con PVC, per integrare l'elettronica nel settore tessile.

3) Deposizione di plasma ad arco catodico: Questa tecnica è una delle più antiche tecniche di rivestimento PVD che utilizza una scarica ad arco ad alta potenza elettrica sul materiale da depositare producendo un vapore altamente ionizzato che è successivamente depositato sul substrato. La deposizione ad arco catodico, o arco-PVD, è stata ampiamente utilizzata per depositare metallo, ceramica e rivestimenti composito su vari substrati e poiché il materiale è completamente ionizzato con ioni molto energici, promuove una migliore adesione al substrato e la formazione di pellicole dense.

Nitruri ed alcuni ossidi sono comunemente utilizzati con questa tecnica per lo sviluppo di rivestimenti e protezione contro le radiazioni elettromagnetiche resistenti alla corrosione e all'usura. Rivestimenti Cu, Ti e Cr sono stati usati per rivestire materiali tessili utilizzando Arc-PVD ed è stato osservato che a differenza di altri metodi di metallizzazione questo metodo è in grado di regolare lo spessore del rivestimento e quindi la resistenza e la schermatura EMI effetto. Con la tecnica arco-PVD è possibile utilizzare più catodi e quindi il controllo della composizione dei rivestimenti. A seconda delle condizioni di evaporazione, è stato osservato che modifiche chimiche e tessili alla superficie del substrato inducono una migliore adesione degli strati di rivestimento e le fibre.

4) Deposizione fisica dello strato di elettroni: In questa tecnica, un anodo target è bombardato con un fascio di elettroni fuoriuscito da tungsteno caricato in condizioni di vuoto. Il fascio crea atomi dal target per trasformarli nella fase gassosa. L'effetto di questa tecnica sulle cellulose è stato studiato e la sua depolimerazione, con anche un aumento dei gruppi ossidizzati, è stata suggerita dalla applicazione dell'irradiazione.

Questi atomi poi precipitano in forma solida, rivestendo tutto nella camera di sottovuoto con un sottile rivestimento del materiale anodico.

L' evaporazione a fascio di elettroni può essere utilizzato per sviluppare un flusso sufficientemente grande di vapore da materiali refrattari.

Mentre questa tecnica sembra causare danni ai tessuti, la radiazione a fascio di elettroni è stata applicata per migliorare la biodegradabilità dei reflui dell'industria tessile, attivando i fanghi di processo.

- 5) Deposizione a raggi pulsati:** In questa tecnica un potente raggio laser pulsato è applicato per vaporizzare il materiale in un ambiente di plasma e poi depositare un sottile rivestimento su un substrato, un processo che può avvenire in un vuoto profondo o in presenza di un gas di background quale l'ossigeno. Quest'ultimo è solitamente usato per depositare l'ossido. Il fenomeno fisico coinvolto in questo processo, relativo a l'interazione tra il laser-targete la crescita del rivestimento, è molto complesso. Quando il target assorbe il laser pulsato, si verifica una eccitazione elettronica che più tardi si trasforma in energia termica, chimica e meccanica, che diventa vaporizzazione, ablazione, trasformazione del plasma e persino esfoliazione. Le specie espulse si diffondono nel vuoto circostante nella forma di una nuvola che contiene molte specie attive tra cui atomi, molecole, elettroni, ioni, grappoli, globuli, prima di depositarsi sul tipico substrato caldo.

Le tecniche plasma assistito- PVD sono di grande interesse tra la comunità scientifica perché i nano e micro rivestimenti ottenuti consentono una più ampia superficie con una migliorata funzionalità e durata, e senza alcun effetto negativo sulla consistenza del tessuto. I tessuti sono sottili, leggeri e flessibili in contrasto con altri metodi convenzionali di applicazione di finitura come la *pad-dry-cure* che sono solitamente accompagnati da un eccessivo peso, perdita di consistenza e drappoggio, scarsa resistenza al lavaggio e all'uso. Inoltre, è una tecnologia a secco e eco-compatibile, che offre una alternativa attraente per aggiungere nuove funzionalità come ad esempio idrorepellenza, idrofilicità a lungo termine, proprietà antibatteriche, e meccaniche, elettriche e come pure la biocompatibilità dovuta alle modifiche *nano-scaled* sui prodotti tessili e le fibre [20].

Può quindi essere applicata in un ampio campo di applicazioni industriali quali aerospaziale, automotiva, medica/chirurgica, per tutti i tipi di processo di materiale, strumenti da taglio, armi da fuoco, strumenti ottici, orologi, rivestimenti sottili (tinta per vetri, imballaggio di cibi..) e nell'industria tessile.

Riferimenti

- Kenji, N., T. Akihiro, K. Toshio, O. Hiromichi, H. Masahiro, and H. Hideo, Amorphous Oxide Semiconductors for High-Performance Flexible Thin-Film Transistors. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2006. 45(5S): p. 4303.
- Ramamoorthy, K., M. Arivanandhan, K. Sankaranarayanan, and C. Sanjeeviraja, Highly textured ZnO thin films: a novel economical preparation and approachment for optical devices, UV lasers and green LEDs. *Materials Chemistry and Physics*, 2004. 85(2): p. 257-262.
- Xi, J.Q., M.F. Schubert, J.K. Kim, E.F. Schubert, M. Chen, S.-Y. Lin, W. Liu, and J.A. Smart, Optical thin-film materials with low refractive index for broadband elimination of Fresnel reflection. *Nature Photonics*, 2007. 1: p. 176.
- Bloss, W.H., F. Pfisterer, M. Schubert, and T. Walter, Thin-film solar cells. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 1995. 3(1): p. 3-24.
- Bates, J.B., N.J. Dudney, B. Neudecker, A. Ueda, and C.D. Evans, Thin-film lithium and lithium-ion batteries. *Solid State Ionics*, 2000. 135(1): p. 33-45.
- Karki, S., H. Kim, S.-J. Na, D. Shin, K. Jo, and J. Lee, Thin films as an emerging platform for drug delivery. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2016. 11(5): p. 559-574.
- Dudek, M., O. Zabeida, J.E. Klemberg-Sapieha, and L. Martinu, Effect of substrate bias on the microstructure and properties of nanocomposite titanium nitride – based films. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2009. 37(2): p. 5.

8. Shahidi, S. and J. Wiener, Antibacterial Agents in Textile Industry. 2012.
9. Shahidi, S., B. Moazzenchi, and M. Ghoranneviss, A review-application of physical vapour deposition (PVD) and related methods in the textile industry. *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, 2015. 71(3): p. 31302.
10. Wang, L., X. Wang, and T. Lin, 6 - Conductive coatings for textiles, in *Smart Textile Coatings and Laminates*, W.C. Smith, Editor. 2010, Woodhead Publishing. p. 155-188.
11. Vihodceva, S. and S. Kukle, LOW-PRESSURE AIR PLASMA INFLUENCE ON COTTON TEXTILE SURFACE MORPHOLOGY AND evaporated COPPER COATING ADHESION. 2013.
12. Lacerda Silva, N., L.M. Gonçalves, and H. Carvalho, Deposition of conductive materials on textile and polymeric flexible substrates. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 2013. 24(2): p. 635-643.
13. Tomasino, C., J.J. Cuomo, C.B. Smith, and G. Oehrlein, Plasma Treatments of Textiles. *Journal of Coated Fabrics*, 1995. 25(2): p. 115-127.
14. Subbiah, R., B.Q. Cai, and K. Kyunghoon, Controlled vacuum arc material deposition, method and apparatus, U.o. Minnesota, Editor. 1993: US.
15. Henniges, U., M. Hasani, A. Potthast, G. Westman, and T. Rosenau, Electron Beam Irradiation of Cellulosic Materials—Opportunities and Limitations. *Materials*, 2013. 6(5): p. 1584.
16. Han, B., J. Kim, Y. Kim, S. Kim, M. Lee, J. Choi, S. Ahn, I. Makarov, and A. Ponomarev, Construction of Industrial Electron Beam Plant for Wastewater Treatment. 2018.
17. Schou, J., Physical aspects of the pulsed laser deposition technique: The stoichiometric transfer of material from target to film. *Applied Surface Science*, 2009. 255(10): p. 5191-5198.
18. Vaseashta, A., Technological Innovations in Sensing and Detection of Chemical, Biological, Radiological, Nuclear Threats and Ecological Terrorism. 2012.
19. Wiener, J., S. Shahidi, M.M. Goba, and J. Šašková, A novel method for preparing the antibacterial glass fibre mat using laser treatment. *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, 2014. 65(2): p. 20501.
20. Hegemann, D., M.M. Hossain, and D.J. Balazs, Nanostructured plasma coatings to obtain multifunctional textile surfaces. *Progress in Organic Coatings*, 2007. 58(2): p. 237-240.
21. Scholz, J., G. Nocke, F. Hollstein, and A. Weissbach, Investigations on fabrics coated with precious metals using the magnetron sputter technique with regard to their anti-microbial properties. *Surface and Coatings Technology*, 2005. 192(2): p. 252-256.
22. Yuranova, T., A.G. Rincon, A. Bozzi, S. Parra, C. Pulgarin, P. Albers, and J. Kiwi, Antibacterial textiles prepared by RF-plasma and vacuum-UV mediated deposition of silver. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2003. 161(1): p. 27-34.
23. Jiang, S.X., W. Qin, R. Guo, and L. Zhang, Surface functionalization of nanostructured silver-coated polyester fabric by magnetron sputtering. Vol. 204. 2010. 3662-3667.
24. Huang, F., Q. Wei, Y. Liu, W. Gao, and Y. Huang, Surface functionalization of silk fabric by PTFE sputter coating. *Journal of Materials Science*, 2007. 42(19): p. 8025-8028.
25. Deng, B., Q. Wei, W. Gao, and X. Yan, Surface functionalization of nonwovens by aluminum sputter coating. Vol. 15. 2007. 90-92.
26. Motaghi, Z. and S. Shahidi, The Effect of Plasma Sputtering on Dye Ability of the Polyester/Wool Blends Fabrics. *Journal of Textile Science & Engineering*, 2012. 2(112).
27. Prudnik, A., Y. Zamastotsky, V. Siarheyev, V. Siuborov, E. Stankevich, and I. Pobol, Electromagnetic interference shielding properties of the Cu, Ti and Cr coatings deposited by Arc-PVD on textile materials. Vol. 88. 2012. 81-82.

Capitolo 3

Economia circolare e sostenibilità

A cura di:

Sofia Papakonstantinou

&

Milašius Rimvydas

3.1. Materiali circolari per il Tessile & Abbigliamento – Un'introduzione ai nuovi materiali per una moda circolare

Anna Pellizzari, Direttore Esecutivo MCI, Italia

Introduzione

Il settore della moda è un complesso sistema basato sui singoli materiali con cui gli indumenti sono realizzati; materiali tessili che solitamente sono raggruppati in 5 categorie principali (cotone, lana, lino, fibre cellulosiche artificiali, fibre artificiali a base di olio); pelli e pellicce; materiali per altri componenti (cerniere, bottoni, nastri, etichette, ecc.), come ad esempio vari tipi di materie plastiche, metalli, cristalli e altro ancora. Di tutti questi materiali, il maggior consumo è attribuibile a quelli tessili. I dati mostrano che a partire dagli anni 60 la produzione di tessuti destinati all'industria della moda ha conosciuto un drastico aumento, particolarmente evidente negli ultimi quindici anni. Abbiamo oggi raggiunto un consumo tessile annuo pro capite pari a 13kg, rispetto ai 5 del 1960 e agli 8 del 2000. Questo aumento è dovuto a diversi fattori: dall'innalzamento del reddito medio in paesi precedentemente considerati poveri (risultante in un maggior numero di persone che hanno la possibilità di accedere a uno stile di vita "occidentalizzato" con i relativi modelli di consumo), e da un generale aumento delle spese nel settore della moda, dovuto al boom del cosiddetto "fast fashion", determinando un drastico accorciamento dei tempi nel modello lineare di produzione-consumo nonché nello smaltimento degli indumenti. Secondo la Ellen MacArthur Foundation, il numero medio di volte in cui un capo di abbigliamento viene indossato prima che cessi di essere utilizzato è diminuito del 20% negli ultimi quindici anni, mentre allo stesso tempo le vendite degli indumenti sono quasi raddoppiate.

Si tratta di una tendenza che sta mettendo seriamente alla prova il sistema di produzione lungo tutta la catena di approvvigionamento: dalla materia prima, all'impiego di energia e di acqua durante le varie fasi di fabbricazione (fibre, filati, tessuti, indumenti), fino al termine della vita dei prodotti. Secondo la maggior parte delle istituzioni pubbliche e delle associazioni private di produttori, il passaggio ad un modello di economia di tipo circolare sembra essere l'unica via per poter deviare da questa direzione e contribuire a ridurre l'eccessivo sfruttamento di fondamentali risorse naturali.

Applicare i criteri propri dell'economia circolare significa intervenire su tutto il ciclo di vita del prodotto - dalla progettazione passando per la produzione, la logistica, la vendita al dettaglio, fino ad nuovo utilizzo alla fine della sua vita, attraverso l'applicazione di pratiche quali il riutilizzo, la riparazione e il riciclo. Ulteriori strategie facenti capo all'economia circolare includono l'adozione di una catena di approvvigionamento di tipo circolare; l'estensione del ciclo di vita del prodotto; lo sviluppo di piattaforme di condivisione; e il passaggio dai prodotti ai servizi. Di tutto questo complesso sistema di azioni e politiche, il presente capitolo intende concentrarsi sui materiali, e specificamente sull'utilizzo di materiali innovativi al fine di attuare pratiche di economia circolare e ridurre l'impatto ambientale del settore della moda.

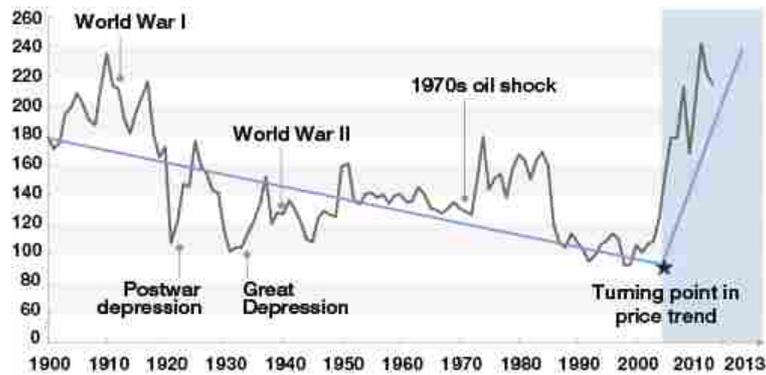


Figura 3.1.1. Il drastico aumento dei prezzi dei prodotti di base avvenuto nel 2000 ha azzerato il calo dei prezzi registratosi nel corso del xx secolo

Alcuni materiali sono già disponibili e molti altri sono in fase di sviluppo, al fine di sostenere un approccio circolare per l'industria della moda attraverso:

- Lo sviluppo di filati da fonti biologiche piuttosto che dal cotone, che ha dimostrato di avere un impatto ambientale significativo;
- La sostituzione di sostanze nocive di tipo chimico con alternative biologiche e biodegradabili;
- L'introduzione di materiali riciclati e nuovi processi di riciclo;
- L'utilizzo di resine biodegradabili e compostabili (siano esse biologiche o no) sia per creare filati di filamenti che per fabbricare accessori.

Nonostante la percentuale di "materiali circolari" sia ancora molto bassa, è interessante notare come i materiali indicati di seguito non costituiscano solo prodotti sperimentali e di nicchia, ma al contrario spesso vengono proposti da enti internazionali e dai principali attori del polimero, fibre, filati e mercati tessili e sono spesso in grado di fornire prestazioni simili e in alcuni casi addirittura superiori a quelle dei materiali standard.

I materiali nella veste di attori chiave

Perché i materiali? Il materiale è il protagonista "fisico" della produzione industriale e come tale porta con sé il suo impatto tangibile in termini di consumo di risorse primarie, essendo il componente chiave di un prodotto - ad esempio un indumento - o il prodotto stesso. I materiali svolgono pertanto un ruolo chiave nello sviluppo di prassi correlate all'economia circolare. Il libro "Neomaterials in Circular Economy" va alla radice di come i materiali sono fatti ed a dove vengono, e propone una tassonomia dei materiali circolari definendo tre categorie principali:

- *Biologici*, materiali innovativi derivanti da una fonte organica o una materia prima vivente, e quindi di per sé stessi rinnovabili, in grado di sostituire in modo efficace i materiali a base di oli, determinando il contenimento o la riduzione nell'uso di materie plastiche e prodotti chimici in generale;
- *Neo-classici*, quei materiali derivanti da ben definiti flussi di riciclo, come quelli di carta, alluminio, acciaio, vetro, e di recente anche PET e altre materie plastiche rigenerate;
- *Ex-novo*, tutti quei materiali, prevalentemente sperimentali, ottenuti da rifiuti alla fine della catena del riciclo, quali ad esempio polveri da incenerimento, fanghi di cartiera, fanghi e gas di depurazione, scarti di varie industrie che non possono essere reintrodotti nel ciclo di produzione attraverso i normali processi di riciclo e che attualmente non hanno alcuna applicazione.

Anche i materiali per il settore della moda e in particolare i prodotti tessili, possono essere visti in questa prospettiva. I capitoli seguenti forniscono una panoramica delle recenti innovazioni in termini di materiali disponibili sul mercato, o che si trovano in una fase avanzata di sviluppo.

Biologici: Sostituzione dei materiali a base di oli con soluzioni rinnovabili

I materiali naturali e rinnovabili sono ampiamente utilizzati nel settore della moda. Il cotone è la seconda più grande fonte di fibre dopo l'olio, e anche se il suo consumo è cresciuto poco negli ultimi quindici anni, riducendosi al 27% nel 2015 la sua percentuale di utilizzo rispetto al totale delle fibre impiegate nell'abbigliamento, rimane ancora uno degli attori principali con oltre 27m di tonnellate di materiale grezzo commercializzato nel 2016. Pur essendo un materiale rinnovabile, il cotone è noto per i suoi effetti devastanti sull'ambiente, soprattutto per l'enorme consumo di acqua necessario all'intero processo di trasformazione in un capo di abbigliamento, ed in particolare nelle fasi di coltivazione, pulizia, filatura e tintura. Sono infatti necessari 2.700 litri di acqua per realizzare una t-shirt, volume che corrisponde al consumo medio di acqua potabile di una persona in 2 anni e mezzo.

I tessuti innovativi che rispondono al bisogno di un cotone più sostenibile, includono quelli che utilizzano fibre provenienti da piante coltivate con metodo biologico, o che combinano il cotone con altre fibre naturali come la canapa. Miscele di canapa e cotone organico lavorate a maglia e intrecciate (fino al 55% di canapa), ad esempio, possono fornire buoni risultati in termini di traspirabilità, resistenza, controllo degli odori e proprietà antibatteriche. La canapa è una delle fibre naturali più rispettose dell'ambiente in termini di sfruttamento del terreno, utilizzo di acqua e antiparassitari, e le sue fibre hanno una migliore resistenza, durata e proprietà anti-batteriche rispetto al cotone. Le ricerche si indirizzano inoltre verso nuove fonti di materie prime per la produzione di bio-filati. Queste comprendono filati di filamenti cellulosici e biologici provenienti da raccolte sostenibili di legno tenero da fonti forestali certificate (FSC). Le fibre cellulosiche sono prodotte a partire da pasta di legno e acetile chimico estruse in un filo a filamenti continui, utilizzato in prodotti tessili sostenibili, e dotato di proprietà intrinseche tra cui gestione dell'umidità, freschezza al tatto, facilità di lavaggio, qualità ipoallergeniche, e bassa formazione di pallini.



Figura 3.1.2. processo produttivo del tessuto loncell

Figura 3.1.3. Prodotti tessili realizzati con filato loncell

Un'altra interessante materia prima non tradizionale che sta venendo studiata e sperimentata è il Kelp. Il Kelp ha un contenuto naturale di alginato, un biopolimero molto abbondante, che può essere trasformato in filato attraverso un processo che inizia con l'aggiunta di acqua e biopolimeri complementari in modo da migliorare la resistenza del materiale e formare una pasta. Il filamento ottenuto può essere lavorato a maglia o intrecciato per produrre un tessuto finito, i test mostrano che il filamento ha una resistenza ed un'elasticità sufficiente ad essere lavorato a mano o a macchina in un'infrastruttura produttiva. La "seta di ragno" è un esempio di nuova fibra con impressionante elasticità, resistenza e morbidezza. La produzione della seta artificiale rispecchia il processo biologico che i ragni utilizzano per creare le loro fibre. Durante il processo di fabbricazione, viene inserito del materiale genetico proveniente dai ragni all'interno di un lievito per formare proteine che possono essere filate in fibre.



Figura 3.1.4. Filati di Kelp



Figura 3.1.5. Filati di seta di ragno

Neo-classici: l'importanza di una filiera produttiva funzionale

Attualmente i tessuti possono difficilmente essere inclusi nella categoria neo-classica. Ad esempio quelli provenienti da processi di riciclo, nonostante le recenti azioni di sostegno ad una moda più circolarmente messa in atto da importanti brand, rappresentano una minima percentuale della produzione globale. Il settore della moda impiega solamente il 2 per cento di materie prime riciclate provenienti da altre industrie (tipicamente PET), a cui può essere aggiunta una percentuale minima del 1% proveniente da un sistema di riciclo a circuito chiuso. Il 12% delle fibre provenienti dal settore della moda sono reimpiegate in applicazioni di minor valore, mentre il 76% viene portato in discarica o incenerito. Se consideriamo il riciclo chimico di tessuti e di indumenti post-consumo, il solo processo commercialmente disponibile oggi sul mercato è l'ECO CIRCLE di Teijin: un abbigliamento a circuito chiuso per indumenti provenienti da un processo di riciclo. Anche se tecnicamente possibile, la necessità di sapere esattamente cosa sia in poliestere (composizione, finiture), rende impossibile riciclare chimicamente scarti di tessuto generici provenienti da origini diverse e non tracciabili come quelli derivanti dal post-consumo. Attualmente Teijin ritira solo i propri capi in poliestere che non contengono sostanze chimiche. Teijin lavora con aziende selezionate che utilizzano il loro poliestere ECO Circle 13 nella loro gamma di prodotti. Acquafil SpA ha sviluppato un processo di rigenerazione e di purificazione completo per riciclare i rifiuti in nylon e farli tornare alla loro purezza originale; il suo nylon rigenerato ECONYL® è esattamente della stessa qualità di quello vergine.

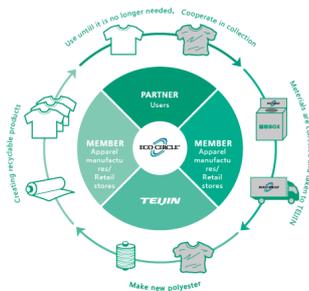


Figura 3.1.6. Teijin ECO Circle



Figura 3.1.7. processo di rigenerazione ECONYL®

Il riciclo è particolarmente utile anche per quei materiali naturali aventi un valore intrinseco, come piumini o lane preziose. Il processo di rigenerazione del piumino si basa su una complessa catena di approvvigionamento che viene alimentata da numerose aziende che lo ottengono da cuscini, biancheria da letto e altri capi usati che non possono essere rivenduti. Alcune aziende stanno sviluppando specifici programmi di certificazione per identificare il loro piumino come "riciclato dopo il consumo", allo scopo di distinguerlo da quello derivante da scarti industriali pre-consumo. Il piumino riciclato può raggiungere standard qualitativi comparabili a quelli del piumino vergine (capacità di imbottitura compresa nell'intervallo di 700-800). Anche il mercato del cashmere sta sviluppando catene di approvvigionamento basate sulla reintroduzione del cashmere in vari settori. Il Cashmere, infatti, una volta materiale esclusivamente di lusso, ha visto un aumento del consumo dovuto alla crescita della domanda da parte della cosiddetta industria fast fashion, risultante in una

minaccia ambientale per le specie di capra da cui si ricava la lana e per le regioni in cui queste vengono allevate. Diverse aziende stanno introducendo pertanto miscele di cashmere usato e vergine o cashmere rigenerato e ri-processato per la realizzazione di imbottiture di alta qualità per i capispalla.

Ex-novo: la progettazione di nuovi materiali dai rifiuti

Per la sua portata e per le quantità utilizzate in questa industria, la moda rappresenta un settore in cui diversi progetti sperimentali di materiali di design sono stati sviluppati. La progettazione di nuovi materiali può essere considerata in una prospettiva di tipo chimico, mediante la creazione di nuovi processi per far "crescere" i materiali, tipicamente usando batteri alimentati attraverso rifiuti agricoli; o in una prospettiva artigianale, rimodellando gli scarti in oggetti aventi un alto contenuto di creatività. Nel primo caso, interessanti esempi includono l'uso di arance per far crescere polimeri adatti all'estrusione su filati di filamenti, recentemente trasformati in tessuti di alta qualità applicati a collezioni esclusive di alta moda. La Agralooop Bio-Refinery trasforma gli scarti delle colture in fibre biologiche capaci di integrare le esistenti fibre a base cellulosa, e stima che gli scarti immediatamente accessibili provenienti da cinque colture (ananas, banana, lino e canapa, canna) hanno il potenziale per creare un numero di fibre sufficiente a superare la corrente domanda globale.



Figura 3.1.8. Jade Sapphire è costituita da filato di cashmere riciclato al 100%



Figura 3.1.9. ISPO TEXTRENDS Autunno/Inverno



Figura 3.1.10. Processo per la produzione di fibre dall'arancio



Figura 3.1.11. Ferragamo Orange Raccolta di fibre

Il settore della moda produce anche scarti e rifiuti che difficilmente possono essere re-introdotti all'interno della catena del valore dell'abbigliamento, sia per mancanza di domanda, che per la perdita di proprietà meccaniche nel post-consumo che rende il materiale inadatto per il riutilizzo. Questi scarti sono spesso utilizzati per creare bio-componenti per accessori o feltrati in nuovi materiali per interni, tipicamente utilizzati per l'assorbimento sonoro o l'isolamento. Un diverso approccio privilegia lo sfruttando dell'intrinseco valore estetico dei materiali di scarto suggerendo applicazioni in cui il contenuto di materiale riciclato sia chiaramente identificabile e costituisca un aspetto caratterizzante del prodotto finale.



Figura 3.1.12. Linea di prodotti Muji che impiega filati riciclati (T-shirt, calze, giocattoli)



Figura 3.1.13. Filati e tessuti realizzati da cotone riciclato

Riferimenti

1. Danka, B. et al. Influence towards a sustainable cashmere supply chain: a case study of a medium sized luxury fashion manufacturer in Scotland. Blekinge Institute of Technology, 2017.
2. Ellen MacArthur Foundation. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. 2017
3. Global Fashion Agenda and The Boston Consulting Group. Pulse of the fashion industry, 2018.
4. Ricchetti, M. Neo-materials in the circular economy - Fashion. Edizioni Ambiente, 2017.
5. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains, WEF 2014.
6. World Apparel Consumption Fiber Survey, FAO-ICAC, 2013.
7. Textile Exchange, Preferred Fiber & Materials Market Report, 2016.
8. Nantong Teijin CO., Lt. Environment and society. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.teijin.com.cn/en/society/index.html>.
9. Spider silk - Bolt Threads - Microsilks. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://boltthreads.com/technology/microsilks/>.
10. Cotton - Statistics & facts. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.statista.com/topics/1542/cotton/>.
11. Research Ioncell. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://ioncell.fi/research/>.
12. China Average Yearly Wages. Trading economics. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://tradingeconomics.com/china/wages>.
13. Drew, D., Yehounme, G. The Apparel Industry's Environmental Impact in 6 Graphics. World Recourses Institute. Retrieved on July 05, 2017, URL <http://www.wri.org/blog/2017/07/apparel-industrys-environmental-impact-6-graphics>, source: Planet Retail (2016).
14. Regenerated nylon. Econyl. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.econyl.com/>.
15. Biorefineries. Aalto University. Retrieved on December 03, 2018, URL http://bio2.aalto.fi/en/research_groups/biorefineries/ioncell/, rif. MC 9463-01.
16. Sustainable Textiles. Orange Fiber. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://orangefiber.it/en>.
17. Upcycled Denim. The New Denim Project. Retrieved on December 03, 2018, URL www.thenewdenimproject.com.

3.2. Tessuti sintetici biologici

Gancho Kolaksazov, ITTI, Bulgaria

Introduzione

I tessuti sono tipicamente fatti di fibre naturali o sintetiche. Nel 2015 a livello mondiale il consumo di fibre totali è stato stimato per 95,6 milioni di tonnellate. Secondo un rapporto di Lenzing AG, produttore leader di fibra sintetica, la maggior parte di queste fibre sono costituite da quelle in poliestere – che con il 62,1% rappresentano la quota maggiore, seguite da quelle miscelate per il 25,2% a cotone,

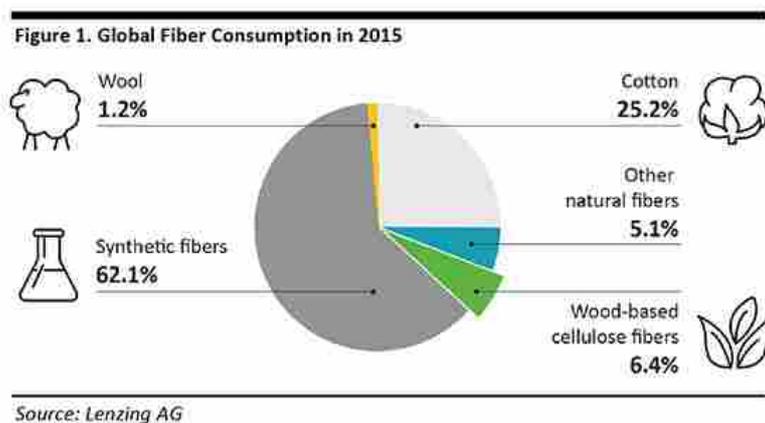


Figura 3.2.1. Consumo di fibre nel 2015 a livello mondiale

Il panorama dei materiali tessili è stato trasformato negli ultimi decenni grazie alla continua creazione di tessuti nuovi o migliorati. Nel XX secolo una delle principali innovazioni nei materiali è stato il poliestere. Da allora il poliestere ha gradualmente proliferato nell'industria tessile. Superando nel 2002 il cotone come materiale maggiormente prodotto in assoluto, con 20,8 milioni di tonnellate prodotte in tutto il mondo. La produzione di poliestere ha continuato ad aumentare, fino a più che raddoppiare raggiungendo nel 2015 48 milioni di tonnellate stimate. Per il 2025, si prevede di raggiungere 90,5 milioni di tonnellate, con un aumento di quattro volte rispetto ai livelli del 2002.

Negli ultimi due decenni sono emerse molte altre innovazioni a livello di materiali come i tessuti che fungono da isolante termico o quelli a prova di acqua, creando nuove possibilità per il design e la produzione di capi d'abbigliamento. La differenza principale tra i tessuti bio-sintetici ed i sintetici convenzionali risiede nelle materie prime utilizzate. I bio-sintetici, come suggerisce il nome, sono realizzati a partire da materie prime biologiche come la canna da zucchero, zuccheri da frumento e rifiuti agricoli. I materiali sintetici convenzionali quali il poliestere, il nylon e l'acrilico utilizzano materie prime derivate da combustibili fossili come il petrolio, il gas naturale e il carbone.

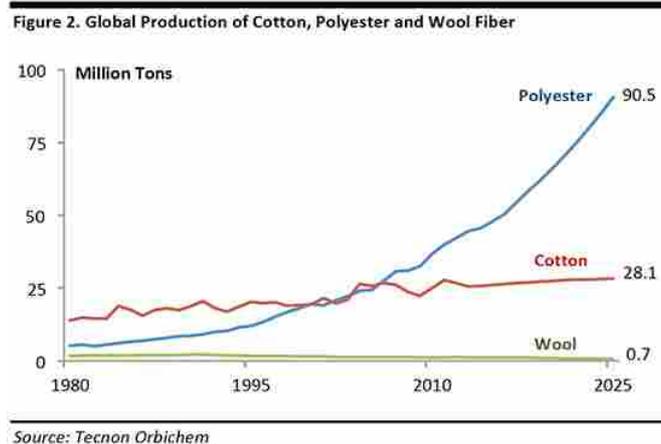


Figura 3.2.2. Produzione globale di cotone, poliestere e fibre di lana

Poliestere Biologico (BBP – Bio Based Polyester)

Virent, un'azienda bio-chimica statunitense ha presentato quest'anno al TESC (Conferenza sulla sostenibilità nel settore tessile) la prima t-shirt al mondo fatta al 100% di poliestere biologico. Secondo Ralph Lerner, direttore dello sviluppo del business, le prestazioni del poliestere biologico sono simili a quelle del convenzionale e può essere lavorato utilizzando la stessa apparecchiatura.

Il processo di produzione inizia con il paraxilene Virent BioFormPX, un composto prodotto da zuccheri vegetali che ricorda i componenti chimici del petrolio. Il paraxilene biologico è quindi convertito in bio-tessuto di poliestere. Virent lavora con la **Far Eastern New Century (FENC)**, produttore Taiwanese leader nel poliestere.

Seta di ragno sintetica

La seta di ragno è considerata una delle meraviglie della natura in termini di materiali grazie alle sue straordinarie proprietà meccaniche. È più dura del Kevlar - una fibra sintetica altamente resistente utilizzata nei pneumatici da competizione e nei giubbotti anti-proiettile - e ha una resistenza alla trazione paragonabile a quella di una lega d'acciaio di alta qualità, ma è molto più leggera.

Il primo riferimento all'uso della seta di ragno risale ai primi anni del XVIII secolo in Francia, dove si è cercato di utilizzarla per la realizzazione di calze e guanti. La produzione di massa per applicazioni commerciali, tuttavia, ha rappresentato per secoli un ostacolo. I Ragni sono cannibali e tendono a mangiarsi a vicenda se racchiusi in una piccola area, rendendo impossibile il loro allevamento come avviene invece per i bachi da seta. Questo ha fatto sì che la seta di ragno sia stata per molti anni oggetto di ricerca, con significativi documenti di ricerca risalenti ai recenti anni 60.

Figure 4. Physical Properties of Spider Silk, Kevlar and Steel

Material	Material Toughness	Tensile Strength	Weight
Spider Silk	120,000–160,000 J/kg	1,100–2,900 MPa	1.18–1.36 g/cm ³
Kevlar	30,000–50,000 J/kg	2,600–4,100 MPa	1.44 g/cm ³
Steel	2,000–6,000 J/kg	300–2,000 MPa	7.84 g/cm ³

Source: Kraig Biocraft

Figura 3.2.3. Le proprietà fisiche della seta di ragno, del Kevlar e dell'acciaio

Sono stati fatti vari tentativi per produrre seta di ragno. Uno di questi nel 2009. In cui sono stati impiegati un milione di ragni dalla seta dorata per produrre 80 piedi di seta o in altre parole, sono serviti 14.000 ragni per filare un oncia di seta.

Nell'ambito di un altro tentativo, sono state utilizzate capre geneticamente modificate per produrre latte contenente una proteina simile a quella prodotta dal ragno dalla seta dorata. Tuttavia esso non ha avuto successo, in quanto la qualità della seta prodotta si è rivelata di gran lunga inferiore alla qualità della seta di ragno naturale. Da allora, numerose società hanno fatto a gara per commercializzare la seta di ragno, utilizzando anche tecniche basate sull'ingegneria genetica, ma con un approccio diverso. Entriamo nel dettaglio in merito a tre di questi - Kraig Biocraft, Bolt Threads e Spiber Inc.

Bachi da seta transgenici (TS – Transgenic Silkworms)

Kraig Biocraft, una società del Michigan, ha introdotto nei bachi da seta geneti modificati di ragno per la produzione di seta di ragno. A differenza dei ragni, i bachi da seta possono essere addomesticati e sono stati utilizzati per secoli per produrre fibra di seta. Questo consente alla società di produrre una grande quantità di seta di ragno in maniera efficiente ed a costi sostenibili.

Kraig Biocraft ha creato circa venti diverse fibre di seta geneticamente ingegnerizzate sulla base della modellazione genetica. La Dragon Silk rappresenta il prodotto di punta della società, secondo il COO Jon Rice, la sua elevata elasticità e resistenza alla trazione, la rende una delle fibre più resistenti e un materiale ideale per molte applicazioni.

La sua seta di ragno sintetica ha già visto potenziali applicazioni in ambito militare – nel mese di luglio di quest'anno la società ha ricevuto un contratto del valore di 1 milione di dollari circa dal comparto militare degli Stati Uniti. Kraig Biocraft consegnerà giubbotti anti-proiettile prodotti con Dragon Silk da sottoporre a test sulle prestazioni. Le forze armate hanno fatto finora affidamento sul nylon per via della sua resistenza ma, secondo Steve Arcidiacono, un microbiologo della base militare di Natick, il nylon è pericoloso per i soldati perché ad alte temperature si fonde o brucia.



Source: Kraig Biocraft

Figura 3.2.4. Polimeri di nuova generazione geneticamente modificati con funzionalità senza precedenti

Microrganismi transgenici (TM – Transgenic Microorganisms)

Le startup Bolt Threads e Spiber Inc., hanno adottato un differente approccio alla produzione di seta di ragno. Invece di produrre il materiale modificando i geni dei bachi da seta, hanno utilizzato microrganismi geneticamente modificati per produrre, tramite fermentazione, la proteina che serve come materia prima per la produzione della seta di ragno sintetica. La differenza principale tra le due startup è nei microrganismi utilizzati– Bolt Threads utilizza lieviti geneticamente modificati, mentre Spiber utilizza batteri E. coli geneticamente modificati.

Bolt Threads è una startup californiana fondata nel 2009 con lo scopo di produrre seta di ragno sintetica a prezzi accessibili. Secondo Sue Levin, capo marketing della società, la startup vanta un basso costo delle materie prime grazie all'utilizzo dei lieviti, che sono significativamente meno costosi rispetto ai E. coli. Bolt Threads prevede di produrre filati di seta di ragno ad un prezzo pari a \$100 per kg, comparabile e competitivo rispetto a fibre naturali di alta gamma come il cashmere, la seta e il mohair in quanto si inserisce in una fascia di prezzo simile. Nel maggio 2016, Bolt Threads ha annunciato una partnership con l'azienda di abbigliamento outdoor Patagonia per sviluppare ulteriormente il tessuto, e ha già iniziato a produrre la seta di ragno in grande scala.

Spiber Inc. è una startup giapponese fondata nel 2007 con l'obiettivo di ridurre drasticamente il costo di produzione della seta di ragno per renderla sfruttabile commercialmente. Sebbene il costo totale di produzione non sia stato divulgato, Spiber rivendica un aumento della produttività pari a 4.500 volte, e un costo di fabbricazione di 1/53.000 se confrontato con quello di otto anni fa, quando la startup ha avviato la ricerca sul processo di fermentazione. Nel settembre 2015, la startup ha collaborato con North Face per creare il primo piumino al mondo realizzato in seta di ragno sintetica il Moon Parka che viene venduto al dettaglio a \$1.000. Il piumino riprende l'Antartide Parka della North Face, che utilizza materiale convenzionale ed è venduto a \$ 736, circa un terzo in meno rispetto a Moon Parka.



Figura 3.2.5. Moon Parka

Trend in crescita nell'innovazione delle fibre

Le fibre sintetiche, un'innovazione dal secolo scorso, contano per oltre la metà del livello globale di consumo di fibra. Tuttavia, dal momento che i tessuti sintetici sono prodotti a partire da materie prime a base di petrolio, la riserva limitata di questa risorsa comporta che il costo di produzione di tessuti sintetici potrebbe essere soggetto alla volatilità dei mercati.

Cosa ancora più importante, i prodotti a base di petrolio rilasciano alti livelli di carbonio durante il processo produttivo. Inoltre non sono biodegradabili e causano danni significativi all'ambiente. Minuscole fibre provenienti da tessuti sintetici possono poi potenzialmente avvelenare la catena alimentare. Secondo uno studio del 2011 dell'Università del New South Wales, microfibre costituite per l'85% di detriti artificiali sono state rilevate sulle coste di tutto il mondo.

I consumatori sono diventati sempre più consapevoli circa la sostenibilità di un prodotto, e questo è vero soprattutto tra i millennial. Come riportato nel report GRT 2016 (Global Retail Trends – Trend Globali nel commercio al dettaglio), i millennial attribuiscono un peso maggiore, rispetto alle altre generazioni, alla responsabilità aziendale ed alla sostenibilità nelle loro decisioni di consumo. Validi sostituti del tessuto sintetico includono bio-materiali sintetici e seta di ragno proteica, che utilizzano risorse rinnovabili come piante e microrganismi. Tessuti di cotone anti macchia e resistenti all'acqua

contribuiscono a promuovere la sostenibilità, in quanto sono in grado di ridurre il consumo di acqua e di energia utilizzata durante il lavaggio.

Le innovazioni comportano investimenti in R&D e, nella maggior parte dei casi, un elevato costo di fabbricazione. Per esempio, secondo le stime di Spiber, il costo di produzione della seta di ragno sintetica è \$100/kg mentre il prezzo limite per l'utilizzo di massa è di US\$20-30/kg. Anche se i consumatori sono disposti a pagare un surplus per la sostenibilità, è importante trovare un giusto equilibrio tra prezzo e convenienza e molte innovazioni in fibra non sono ancora pronte per il mercato dell'abbigliamento di massa.

Riferimenti

1. Fibfab project. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://fibfab-project.eu/>.
2. Prah, A. Designer's choice: Bio-based textile innovation. Retrieved on January 30, 2018, URL <https://www.knittingindustry.com/designers-choice-biobased-textile-innovation/>.
3. Henze, R. Bio-Based Textiles For Apparel End-Uses. Retrieved on July 18, 2017, URL <https://www.textileworld.com/textile-world/features/2017/07/bio-based-textiles-for-apparel-end-uses/>.
4. Biobased Xorel | Carnegie Fabrics. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://carnegiefabrics.com/xorel/biobased-xorel>.
5. Bio-based World News. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.biobasedworldnews.com/fabrics-made-from-coffee-grounds-and-castor-beans-among-bio-based-innovations-at-the-outdoor-show>.
6. Delivering innovative, biobased solutions throughout the textiles value chain. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.dupont.com/products-and-services/industrial-biotechnology/uses-applications/carpet-apparel-textiles.html>.
7. INVISTA Unveils Renewable, Bio-Based LYCRA Material. Retrieved on December 03, 2018, URL https://www.sustainablebrands.com/news_and_views/chemistry_materials/jennifer_elks/invista_unveils_renewable_bio-based_lycra_material.
8. Br4: bio-based. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.brugnoli.it/eco-sustainable-fabrics/br4%20bio-based>.
9. Innovations in Fabric Materials - Coresight Research. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.funglobalretailtech.com/research/innovations-fabric-materials/>.
10. Transforming the Fashion Industry One Bio-Based Fibre At A Time. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/7858/transforming-the-fashion-industry-one-bio-based-fibre-at-a-time>.

3.3. La catena del valore: tematiche di sostenibilità a partire dalla produzione di fibre tessili fino all'utilizzo dei prodotti finali

Sofia Papakonstantinou, CRE.thi.DEV., Grecia

Introduzione

La moda sostenibile può essere definita come "un insieme emergente di filosofie progettuali e pratiche aziendali per la gestione del triplice impatto (economico, sociale e ambientale) connesso al ciclo di vita di abbigliamento, calzature, accessori e altri articoli legati alla moda". Al tempo stesso, il consumo sostenibile nell'ambito della moda si riferisce: "all'uso dell'abbigliamento oltre che per esigenze di utilità, anche per scopi "identitari" perseguiti senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i loro bisogni".

Il processo "fabbrica-utilizza-smaltisci" proprio del sistema di abbigliamento, è estremamente dispendioso e molto inquinante. Al di là degli attuali lodevoli sforzi, rimane necessario impostare un nuovo sistema per il settore tessile; questa relazione propone una visione allineata ai principi dell'economia circolare. In tale modello, gli indumenti, i tessuti, le fibre non terminano mai la loro vita come rifiuti ma sono riimessi nuovamente nel sistema economico dopo il loro utilizzo. Questa visione si basa su quattro obiettivi ambiziosi che porterebbero a migliori risultati dal punto di vista economico, ambientale e sociale, cogliendo le opportunità perdute dall'attuale sistema tessile lineare.

- *Eliminare gradualmente le sostanze inquinanti e il rilascio di microfibra, allineando gli sforzi industriali e coordinando l'innovazione al fine di impostare cicli di vita sostenibili per i materiali.*
- *Trasformare il design degli indumenti, il modo in cui sono venduti e utilizzati così da intervenire sulla loro natura usa e getta, diffondendo schemi chiusi di noleggio; rendendo la durabilità una caratteristica più attraente; ed estendendo l'utilizzo degli indumenti attraverso impegni e politiche di brand.*
- *Migliorare radicalmente il processo di riciclo trasformando il design degli indumenti, la loro raccolta alla fine della vita utile ed il relativo ricondizionamento; incentivare l'innovazione per migliorare il processo di riciclo da un punto di vista economico e qualitativo; stimolare la domanda per materiali riciclati ed impostare una raccolta su larga scala.*
- *Utilizzare efficientemente le risorse e puntare su materie prime rinnovabili.*

Economia circolare ed efficiente gestione delle risorse

Imparare a fare di più con meno

L'industria tessile e dell'abbigliamento come qualsiasi altro settore manifatturiero fa parte dell'industria della trasformazione delle risorse - materiali, energia, acqua, prodotti chimici - in prodotti a valore aggiunto indirizzati a professionisti o privati in qualità di utilizzatori finali. Alcuni processi di produzione tessile, come la tintura e il finissaggio, richiedono l'impiego di elevati quantitativi di risorse. Dal momento che il consumo di queste risorse non è libero, le imprese sono naturalmente incentivate ad utilizzarle nel modo più efficiente possibile. Inoltre, la stringente legislazione in materia di efficienza energetica, emissioni di CO₂, consumo di acqua, qualità delle acque reflue e inquinamento atmosferico spinge il settore verso la ricerca di una tecnologia migliore, capace di combinare i benefici economici e quelli ecologici nel rispetto della legge. Infine, migliori prestazioni ambientali nell'ambito del processo produttivo cominciano ad essere sempre più premiate sul mercato grazie al crescente interesse da parte dei consumatori verso prodotti tessili maggiormente sostenibili.

Per raggiungere i sempre più severi obiettivi relativi ad una gestione efficiente delle risorse, l'industria tessile sta adottando approcci verso un'innovazione sia incrementale che radicale. Gli

approcci incrementali includono un aggiornamento periodico della tecnologia impiegata, l'uso di sistemi di monitoraggio e controllo migliorati, l'uso di installazioni per il risparmio o il recupero energetico, sistemi per il riutilizzo di acqua o sostanze chimiche, impianti per un miglior trattamento delle acque reflue o in generale una pianificazione della produzione guidata da una maggiore efficienza nell'uso delle risorse e da programmi formativi per il personale. Gli approcci ad un'innovazione tecnologica radicale comportano il passaggio verso una produzione tessile a secco sostituendo i sistemi convenzionali di tintura ad esempio con estrazione supercritica a CO₂, utilizzando plasma, laser, stampanti digitali per stampe e finiture o processi di rivestimento. Inoltre, anche gli scarti possono essere ridotti passando dal classico taglia e cuci ad una produzione senza giunture per esempio nella maglieria o nella produzione di tessuti tecnici o parti composite realizzate attraverso l'uso di processi 3D.

Impostare una catena che si muove in circolo

Quando si parla di innovazione e potenziale di mercato, "l'economia circolare" sta diventando rapidamente uno dei termini maggiormente utilizzati nell'industria europea del tessile e dell'abbigliamento. Essa costituisce una guida per l'industria nella realizzazione di investimenti inerenti le tecnologie produttive (più pulite e basate su un minore impiego di risorse), le innovazioni di prodotto (prodotti più sostenibili incentrati sulla riciclabilità) e la selezione dei materiali tessili (con un focus sull'uso di fibre sostenibili). Tuttavia, l'industria si trova ancora a dover affrontare difficili sfide nella transizione dai tradizionali modelli di consumo e produzione lineare (utilizzare - produrre - smaltire) a un modello di tipo circolare.



Figura 3.3.1. Approccio schematico alla Circular Economy

In un modello di tipo circolare la cooperazione tra tutte le parti interessate risulta essere essenziale, dalla produzione, alla vendita al dettaglio al trattamento dei rifiuti. A causa della sua natura frammentata, in quanto dominato da PMI, il settore manca della capacità di costruire una tale corporazione tra gli stakeholder chiave della catena del valore. Pertanto, le innovazioni fondamentali non sono state ancora implementate su vasta scala, a causa dell'incertezza sugli investimenti necessari e sull'redditività economica a lungo termine dei modelli di business di tipo circolare nonché per l'assenza di impegni a lungo termine tra rivenditori al dettaglio e gestori di impianti per la trasformazione dei rifiuti. Anche il quadro legislativo europeo non è ancora favorevole ai sistemi di tipo circolare, sebbene la strategia dell'UE sull'economia circolare potrebbe innescare modifiche rispetto alla legislazione ed agli appalti "verdi" (responsabilità di prodotto).

Tuttavia vi sono anche importanti ostacoli ancora da superare per un efficace riciclo dei prodotti tessili nel post-utilizzo, passando per le nuove tecnologie relative alla raccolta differenziata e il riciclo di rifiuti tessili, un migliore utilizzo dei sistemi europei per la raccolta tessile, una migliore educazione del consumatore e un accesso più semplice per i progettisti e gli sviluppatori di prodotto a materiali tessili rigenerati di alta qualità ed a costi competitivi.

Soluzioni naturali per la protezione dell'ambiente

Circa il 70% di tutte le fibre tessili prodotte oggi nel mondo, così come molti dei prodotti tessili a base chimica sono di origine fossile. Le fibre naturali, chiaramente rinnovabili, non costituiscono in automatico la soluzione più sostenibile, come è il caso del cotone convenzionale prodotto in gran parte attraverso l'utilizzo di elevati quantitativi di acqua e di pesticidi in alcune delle regioni del mondo che presentano maggior rischio ambientale.

L'interesse di mercato nella coltivazione all'interno dell'UE di fibre naturali come il lino, la canapa oppure la lana ed il cotone è in aumento in quanto vengono apprezzati benefici offerti in termini di sostenibilità nonché le loro interessanti applicazioni in mercati finali come quello dei materiali compositi per i settori delle costruzioni, l'automotive, l'abbigliamento funzionale ed i tessuti per interni per coloro che soffrono di allergia o più in generale per i più attenti alla salute, o ancora l'utilizzo di materiali resistenti al fuoco (es. lana) per la realizzazione di indumenti protettivi. In qualità di prodotti agricoli, le fibre naturali soffrono in genere uno svantaggio in termini di efficienza produttiva rispetto alle fibre sintetiche che vengono prodotte attraverso processi industriali su larga scala. Esse sono inoltre soggette ad una maggiore variabilità dovuta all'impatto esercitato dalle variazioni climatiche e da altre variabili naturali che sono al di fuori del controllo del produttore. I rapidi progressi in termini di produttività agricola e le nuove tecnologie per la trasformazione delle biomasse costituiscono due importanti opportunità per migliorare la competitività europea nel settore delle fibre tessili biologiche. Gli scarti agricoli e forestali rappresentano un'abbondante risorsa per l'Europa, e costituiscono una fonte di materie prime sostenibile ed economica per il settore tessile nonché per i processi bio-chimici impiegati nelle lavorazioni tessili e nella funzionalizzazione. Oltre ad essere pienamente rinnovabili queste alternative biologiche, utilizzabili per i prodotti tessili e per i capi d'abbigliamento, contribuiscono a ridurre l'impiego di sostanze chimiche tossiche e dannose nell'industria tessile e rendono più semplice l'applicazione dei concetti relativi all'economia circolare attraverso un miglioramento dei processi di riciclo e biodegradazione degli scarti dei materiali facilitando inoltre il trattamento delle acque reflue.

Le sfide relative alla sostenibilità

Esistono quattro chiavi per incentivare i consumatori a contribuire ad un consumo sostenibile nel settore della moda. Ciascuna di esse adotta un differente approccio verso il consumatore, stabilendo inoltre alcune prescrizioni per il settore in oggetto, come si evidenzia nella seguente tabella.

Tabella 3.3.1 Approcci verso una moda sostenibile

	Approccio verso il consumatore	Impegno del settore
Ripensare: La sostenibilità assume un ruolo centrale nella mentalità dei consumatori (ad esempio durante lo shopping e nel modo di vestirsi)	<ul style="list-style-type: none">- Aumentare il tasso di alfabetizzazione nel settore della moda- Aumentare la qualità e la longevità del prodotto- Modificare l'atteggiamento verso i prodotti usati	<ul style="list-style-type: none">- Finanziare lo sviluppo dell'istruzione secondaria- Stringere partnership finalizzate alla realizzazione di campagne basate sulla gamificazione/influenza sulle tendenze- Standardizzare e definire etichette a garanzia della qualità- Incentivare l'adozione di garanzie

Ridurre: diminuzione degli impatti legati alle fasi di produzione e al consumo	- Produzione: tenere in considerazione l'impatto ambientale e sociale - Consumo: migliorare le capacità di avere cura e raccomandare i prodotti	- Aggiornare la legislazione sulla trasparenza di prodotto - Rendere più stringente la regolamentazione sulle sostanze chimiche - Migliorare / standardizzare le etichette relative alla cura dei prodotti facendo in modo che la manifattura sia conforme ad esse - Finanziare lo sviluppo dell'istruzione primaria / abilità / artigianato
(Ri)Utilizzare: migliore gestione del guardaroba e maggiore condivisione / scambio e ri-vendita degli indumenti	- Agevolare lo scambio sociale e promuovere i mercati ed i negozi di seconda mano	- Sviluppare mercati / Strumenti per lo scambio - Sviluppare programmi pre l'assistenza alle piccole imprese
Riciclo: estendere la vita utile di indumenti evitando gli approcci che portano allo smaltimento	- Riciclare e ri-produrre a partire da materiali riciclati	- Incentivare la raccolta degli indumenti non più utilizzabili - Sviluppare mercati / strumenti per il recupero dei materiali

Promuovere la sostenibilità estendendo la durata utile

Esistono due tipologie di durabilità:

- 1. La durabilità fisica.** Progettare e realizzare un indumento con l'obiettivo di creare un prodotto che possa resistere ai danneggiamenti e all'usura. Per la maglieria, per esempio, la durata fisica potrebbe essere determinata dal grado di formazione di pallini nel corso del tempo; per le calze, il metro potrebbe essere dato dallo sbiadimento del colore.
- 2. La durabilità emozionale.** Progettare un indumento tenendo in considerazione i desideri del consumatore—è ancora adatto, o non è più di loro gusto?

In un momento in cui molti modelli di business nel settore dell'abbigliamento si basano su acquisti frequenti e low-cost, una produzione basata sulla durabilità potrebbe sembrare controproducente. Tuttavia questa visione non è in grado di cogliere le opportunità derivanti dalla possibilità di prendere l'iniziativa. Gli indumenti progettati per resistere all'usura e per adattarsi per lungo tempo alle esigenze del consumatore contribuiscono a promuovere la fedeltà e la fiducia verso il brand nonché la soddisfazione del cliente. In un mercato saturo, la qualità e la durabilità aiuterà a fidelizzare i clienti attirando al contempo i clienti dei concorrenti.

Sostenibilità e produttori

Design e considerazioni tecnologiche: designer e tecnici hanno un ruolo chiave da svolgere al fine di migliorare la sostenibilità dell'abbigliamento. Essi devono lavorare insieme per garantire che vengano selezionati i materiali più adatti (filati, tessuti e componenti) da fornitori in grado di comprendere le esigenze del brand a livello di prestazioni. Allo stesso modo la ricerca e l'individuazione di processi adeguati è indispensabile per assicurare una buona funzionalità del prodotto. La fase di progettazione è fondamentale per la durabilità di un capo di abbigliamento, le scelte circa lo stile il taglio, la vestibilità le fibre ed i filati, l'assemblaggio e la rifinitura avranno un impatto determinante sul prodotto finale. La durata fisica rappresenta spesso l'anello più debole della catena – eventualmente determinata non dalla scelta del tessuto o delle fibre, ma da aspetti di assemblaggio o di fabbricazione scarsamente rifiniti.

Stile e taglio; gli indumenti su misura e semi-personalizzati durano più a lungo perché vestono bene la figura, mentre le maglie e le forme a kimono possono essere indossate con una cintura, sono versatili e "comode", e dunque indossabili potenzialmente più a lungo. Dal punto di vista della moda, gli stili "classici" (ad esempio vestitini neri, camicie su misura, gonne a sigaretta, pantaloni stile

chino, maglioni con scollo a V) tenderanno ad essere più duraturi, specialmente se nei colori maggiormente utilizzati come nero, bianco, blu, grigio o rosso.

Vestibilità: i clienti non hanno taglie standard e tutti hanno le stesse preferenze in termini di comfort e vestibilità. Un modo per venire incontro a queste differenze è offrire sistemi incorporati di regolazione della taglia. Ciò potrebbe comportare l'uso di sistemi di chiusura per aumentare o diminuire la dimensione o la lunghezza delle cuciture laterali o degli orli.

Materie prime: poiché la qualità del tessuto dipende da molte variabili quali il tipo di fibre, le miscele dei filati, la struttura del filato, la composizione del tessuto, la tintura e la rifinitura, i tessuti con la stessa descrizione (es. "100% cotone") spesso variano notevolmente in termini di prestazioni e di durata. Un modo in cui i designer possono influenzare la durabilità di un indumento è identificare i principali standard che il tessuto deve soddisfare - è poi compito degli acquirenti andare alla fonte per identificare i tessuti testati per soddisfare questi standard. Specificare gli standard che si adeguano al modo in cui il prodotto sarà utilizzato può costituire una rete di sicurezza, assicurando che eventuali falle nei componenti non rappresentino una nota negativa per un dato tessuto. Ad esempio, specificando che il modo in cui il colletto è stato assemblato riduce al minimo il pericolo di abrasione, o che l'utilizzo di fodere intessute piuttosto che non-tessute e l'impiego di bottoni a laccio possono garantire la massimizzazione della durabilità della camicia.

Colorazione e selezione della tinta: il colore è uno dei fattori che influenzano maggiormente la scelta di nuovi vestiti; giocando un ruolo significativo anche nel momento in cui si stabilisce che un indumento ha raggiunto la fine della sua vita. La selezione della tinta, il metodo di applicazione e le condizioni di lavorazione (ad esempio, il pH, la temperatura e l'uso di agenti di livellamento) hanno tutti un impatto enorme sulla solidità del colore. L'utilizzo di test standard per determinare le caratteristiche della tinta selezionata prima della produzione di massa rappresenta una procedura rapida e poco costosa. Per esempio sbiadimenti dovuti all'azione dei detersivi, possono essere testati tramite prove di candeggio ossidativo. Il supporto tecnico per la selezione della tinta, la realizzazione di test e la definizione delle prestazioni può essere richiesto a vari produttori di tinte.

Finiture: le rifiniture vengono utilizzate per migliorare il look, le prestazioni o le sensazioni "al tatto" dei prodotti tessili finiti o dei capi d'abbigliamento. Molti trattamenti di finitura possono influenzare le prestazioni e la durabilità, o contribuire a prolungare la vita utile di un indumento. Per molti brand e commercianti al dettaglio, un maggior uso di cotone e miscele di cotone nella maglieria e nei tessuti a maglia ha portato ad un aumento nel numero di indumenti prematuramente restituiti o smaltiti a causa della formazione di pallini. La formazione di pallini è causata da abrasioni che alterano la superficie del tessuto, provocando sgradevoli puntini di fibre intrecciate. Il trattamento di tessuti con un ulteriore processo chiamato bio-lucidatura può ridurre l'abrasione che provoca la formazione di pallini, ed estendere il ciclo di vita del prodotto.

Produzione: I designer hanno la possibilità di scegliere tra numerosi tipi di maglia, punti di giuntura e modelli di macchina, come pure tra diversi metodi di fabbricazione. Ogni tecnica sarà più adatta ad un particolare tipo di tessuto o indumento e potrà essere sfruttata per ottenere una maggiore durabilità. Il coordinamento tra la progettazione e la fabbricazione consentirà allo stesso modo di migliorare la durabilità del prodotto. Ad esempio, la scelta della corretta densità della maglia da impiegare nelle cuciture consentirà di ridurre al minimo lo slittamento del tessuto e la formazione di grinze, mentre l'applicazione delle corrette procedure nell'applicazione dei rivestimenti aiuterà ad evitare la delaminazione.

Test di prodotto: esistono oggi nel settore diversi test standard da impiegare su tessuti e capi di abbigliamento. Questi comprendono test fisici, test sulla solidità del colore test chimici e sull'infiammabilità e possono costituire parte delle specifiche del prodotto. I test fisici includono:

resistenza delle cuciture; resistenza alla lacerazione; resistenza allo scoppio; formazione di pallini; abrasione; elasticità; e cedimento delle giunture. Gli standard possono essere quello britannico (BSI), europeo (CEN) o internazionale (ISO), o anche specifico del rivenditore. La Marks & Spencer, per esempio, ha guidato lo sviluppo di standard tecnologici per capi di abbigliamento. L'uso di ben definiti protocolli nella realizzazione dei test su componenti o elementi di fabbricazione può andare ad integrare le specifiche del prodotto al fine di garantire il rapporto tra qualità e durabilità non solo in merito a singoli lotti di produzione ma con riferimento a numerose partite.

Prove del produttore: un buon modo per scoprire se un tessuto può essere adatto all'utilizzo previsto è sottoponendolo a prove pre-produzione. Questo metodo può essere utilizzato per valutare una gamma di questioni che riguardano direttamente la durata del capo di abbigliamento, quali: la resistenza al lavaggio; la predisposizione alle macchie; la durabilità del tessuto; e la comprensione delle istruzioni per la sua cura.

Sostenibilità e consumatori

Il livello di formazione del cliente e la veicolazione del messaggio: una volta indirizzati, i clienti dovrebbero essere in grado di valutare la qualità e la durabilità potenziale degli indumenti prima dell'acquisto. Le indicazioni comprendono:

- Valutare le cuciture assicurandosi che non vi siano fili allentati o maglie lacerate. I consumatori dovrebbero essere resi consapevoli del fatto che una maggiore densità di punti per centimetro è generalmente migliore, che i punti dovrebbero essere relativamente stretti, e che le doppie cuciture sono solitamente più resistenti e durature rispetto a quelle singole;
- Esaminare la fodera dell'indumento ed i rinforzi. Ad esempio, visionando il rivestimento attorno a cerniere, bottoni, o altre aree ad elevato utilizzo;
- Essere consapevoli che la composizione delle fibre svolgerà un ruolo importante con riferimento alla durata dei capi di abbigliamento. Ad esempio le fibre naturali possono durare più a lungo ed essere riciclate più facilmente rispetto alle alternative sintetiche;
- Leggere le istruzioni relative alla cura e garantirne l'osservanza – quando necessario gli indumenti devono essere lavati a secco, a freddo e/o asciugati in piano;
- Assicurarsi che non vi siano macchie, strappi, cuciture e altri danni evidenti causati in negozio o durante il transito prima della vendita.

Guida al lavaggio e alla vestibilità: il modo in cui gli indumenti vengono lavati può modificare le caratteristiche di fibre e tessuti e di conseguenza ridurre la durata. Nonostante le numerose campagne pubblicitarie, molte persone continuano a non dividere i capi in base al colore prima di lavarli e spesso i tessuti delicati vengono lavati alla temperatura sbagliata. Il miglioramento delle informazioni relative alla cura dei capi su etichette, packaging, punti di acquisto o portali di informazione online costituisce un sistema a basso costo per aumentarne la durata. Le ricerche suggeriscono che i consumatori sono spesso ricettivi alle avvertenze circa il potenziale impatto generato dal non seguire le istruzioni di cura dei capi. Le avvertenze potrebbero includere:

- Lavare insieme i prodotti coordinati (ad esempio tute, twin-set o lingerie), e rimuovere gli accessori prima del lavaggio;
- Lavare a secco gli indumenti quando necessario;
- Considerare le opzioni relative alla pulizia a vapore;
- Lavare solo quando necessario piuttosto che dopo ogni singolo utilizzo;
- Arieggiare gli indumenti per rinfrescarli;

- Evitare di strofinare le macchie e i segni per non provocare danni al tessuto;
- Evitare l'uso di solventi per la pulizia delle macchie in quanto possono provocare decolorazione;
- Riporre in modo appropriato, per esempio su appendiabiti; utilizzando stapelle o altri supporti; piegare e tenere lontano dalla luce del sole se non utilizzati;
- Utilizzare sfere di naftalina nel riporre gli indumenti;
- Utilizzare sacche da lavaggio specifiche per gli articoli delicati;
- Lavare gli indumenti con componenti in metallo alla giusta temperatura e girarli al rovescio per evitare danni.

Riferimenti

1. Bain and Company. *Luxury Goods Worldwide Market Study Fall-Winter, 2014.*
Business of Fashion (BOF) McKinsey & Company. *The State of Fashion, 2018.*
3. Carbonaro, S., Goldsmith D. *Branding sustainability: business models in search of clarity.* 2015.
4. Ellen MacArthur Foundation. *A new textiles economy: Redesigning fashion's future.* 2017.
5. Fernie and Perry. *The international fashion retail supply chain.* 2011.
6. Wencke, G., Steensen, N. K., and Müller, T. *An Environmental Perspective on Clothing Consumption: Consumer Segments and Their Behavioral Patterns.* 2017
7. Ehrenfeld, J., R. *The real challenge of sustainability.* 2015.
8. Ljungkvist, H., Watson, D., Elander, M. *Developments in global markets for used textiles and implications for reuse and recycling.* Mistra Future Fashion, 2018.
9. Lopez and Fan. *Internationalization patterns in fashion retail distribution: Implications for firm results.* 2009.
10. Morgan and Birtwistle. *An Investigation of Young Fashion Consumers' Disposal.* Habits Retail Week, 2014.
11. Roos, S., Sandin, G., Zamani, B., Peters, G., Svanström, M. *Will clothing be sustainable? Clarifying sustainable fashion.* In *Textiles and Clothing Sustainability*; Muthu, S.S., Ed. Springer, 2017.
12. Wallinger, S. R. *A history of sustainability in fashion.* 2015.
13. Shephard and Pookulangara. *Slow fashion movement: Understanding consumer perceptions - An exploratory study.* 2013.
14. Swen, L. *The 7 trends that will shape apparel retail in 2017.* 2017.
15. Tokatli and Kizilgün. *Coping with the changing rules of the game in the global textiles and apparel industries.* 2010.
16. Tungate. *Fashion Brands: Branding Style from Armani to Zara.* WRAP report *Design for Longevity,* 2008.

3.4. La RSI per le società del settore della moda: definizioni, considerazioni e buone prassi

Desiree Scalia, CIAPE, Italia

Introduzione

In questo capitolo verrà trattato il concetto di RSI (Responsabilità sociale d'impresa) e i suoi obiettivi. Inoltre sarà possibile scoprire alcuni esempi di ciò che le imprese tessili e dell'abbigliamento possono fare in questo senso nonché che cosa è stato fatto in tale ambito da alcuni dei più famosi marchi di prodotti tessili e capi di abbigliamento. Infine, verrà analizzata l'evoluzione del concetto di RSI e delle iniziative da intraprendere per colgere le nuove tendenze.

La RSI per le società del fashion: definizioni, considerazioni e buone prassi.

La responsabilità sociale d'impresa (RSI) comporta il raggiungimento del successo aziendale nel rispetto delle persone, dei valori etici, delle comunità e dell'ambiente. Non esiste una definizione condivisa ed esauriente della RSI ma possiamo focalizzarci su quella proposta dalla Commissione europea: *"La Responsabilità sociale d'impresa è un importante concetto creato per supportare le aziende e integrare le questioni sociali e ambientali nelle attività di business e nelle relazioni con gli stakeholder."*

In questa definizione due aspetti chiave possono essere individuati: in primo luogo il riconoscimento del fatto che l'impresa non può limitarsi al perseguimento del profitto e al rispetto della legge, ma deve operare in maniera eticamente responsabile e sviluppare una "sensibilità sociale" verso le tematiche di interesse collettivo; in secondo luogo la consapevolezza che ogni azienda si pone al centro di una rete di relazioni, ciascuna delle quali coinvolge attori che devono essere presi in considerazione dal momento che sono in grado di influenzare le dinamiche dell'impresa.

La società e le imprese dipendono l'una dall'altro: le imprese creano posti di lavoro, prodotti e pagano le tasse mentre la società offre lavoratori, consumatori e infrastrutture. Non possono sopravvivere senza l'altro, ha dunque senso che imprese e società lavorino insieme per il beneficio di entrambi.

Lo sviluppo della RSI deve essere quindi guidato dalle imprese, ma altri attori svolgono, insieme ad esse, un ruolo chiave. Le autorità pubbliche, sia a livello nazionale che locale, possono intervenire mediante la creazione di incentivi di mercato in grado di supportare il comportamento responsabile delle imprese e incoraggiare la cosiddetta "responsabilità societaria", che indica la predisposizione delle imprese a rispondere del loro comportamento verso stakeholder e consumatori. I sindacati svolgono un ruolo importante nella promozione di accordi volti a migliorare le condizioni di lavoro; dall'altro lato, i consumatori e gli investitori sono in grado di influenzare le scelte imprenditoriali attraverso le loro decisioni d'acquisto e di investimento. Infine, i media svolgono un ruolo chiave, in quanto attuano azioni di sensibilizzazione su temi specifici e contribuiscono a diffondere una specifica immagine, sia positiva che negativa, tra gli acquirenti.

Per un'azienda, l'obiettivo della RSI è quindi: massimizzare la creazione di valori condivisi tra imprenditori/azionisti, stakeholder e società in genere e di individuare, prevenire e ridurre i possibili effetti negativi della sua attività attraverso una puntuale analisi dei rischi.



Figura 3.4.2. La struttura dellaRSI

Buone prassi

Brunello Cucinelli e la sua "impresa umanistica"

Un esempio di eccellenza nella "Gestione responsabile dell'azienda", nella "valorizzazione del capitale umano" e nel "rispetto e integrazione con il territorio", è rappresentato dalla Brunello Cucinelli Spa, un'azienda italiana del settore della moda specializzata nel cashmere, oggi uno dei marchi più esclusivi nel panorama internazionale del mercato della moda. Brunello Cucinelli ha sempre perseguito un modello imprenditoriale guidato da etica e vocazione umanista sia all'interno che all'esterno dell'impresa, reinvestendo parte del profitto in iniziative volte a migliorare la condizione dei lavoratori e della comunità, prestando più attenzione a valori come legalità, trasparenza, qualità, sostenibilità e responsabilità verso la comunità.

"Nella mia organizzazione il punto focale è rappresentato dal bene comune che costituisce la forza guida nel perseguire sia azioni prudenti che coraggiose. Nella mia azienda, le persone sono al centro di ogni processo produttivo, perché sono convinto che la dignità umana può essere risanata unicamente attraverso la riscoperta della coscienza. Il lavoro eleva la dignità umana e i legami affettivi che ne derivano" afferma Brunello Cucinelli.

Tra le più significative iniziative orientate allo sviluppo socio-economico locale, la riabilitazione del borgo medievale di Solomeo, certamente rientra tra quanto l'imprenditore è riuscito a realizzare nel corso degli anni sia direttamente sia attraverso collaborazioni con istituzioni ed organizzazioni pubbliche.



Figura 3.4.3. La comunità locale e i lavoratori al centro delle azioni di IRS

L'impegno dell'azienda a favore della comunità locale è visibile anche nel "Foro delle Arti", un sistema creato per riunioni, creatività e cultura, progettato per essere lasciato come patrimonio per le generazioni future. Il Foro delle Arti rappresenta il luogo in cui il Teatro Cucinelli ha trovato voce negli ultimi anni; esso ospita eventi culturali e spettacoli all'aperto e va a formare una serie di terrazze aeree denominato "Giardino dei Filosofi" che si affaccia sulla valle umbra; abbiamo infine l'"Accademia Neumanistica" con una libreria al suo interno.

In un ottica di rispetto e integrazione con il territorio, il gruppo è anche nell'elenco delle società che partecipano a "impronta ambientale", un programma promosso dal Ministero italiano dell'ambiente

volto a sperimentare e ottimizzare le diverse metodologie per la misurazione delle prestazioni ambientali delle imprese, indirizzato in particolare al calcolo delle emissioni di anidride carbonica e alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra al fine di giungere ad un'armonizzazione e renderle replicabili.

Inoltre i lavori di ristrutturazione del borgo e le relative attività umanistiche e culturali, insieme all'accurata tutela del paesaggio e dell'ambiente e all'attenta gestione dei rapporti con i dipendenti che lavorano lungo tutta la catena produttiva, rappresentano un elemento fortemente caratterizzante ed distintivo per l'impresa con notevoli vantaggi in termini di immagine.

H&M e la RSI

H&M Hennes & Mauritz è una società per azioni svedese con sede a Stoccolma e fondata nel 1947. Il successo della società inizia da Vasteras, una città a sud-est della Svezia, dove fu aperto Hennes, un negozio di abbigliamento femminile. La filosofia del signor Persson, proprietario di Hennes, era quella di "battere la concorrenza e rendere il mondo della moda accessibile a tutti senza trascurare la qualità", una convinzione che ancora oggi la società persegue con convinzione. Nel 1952, l'inaspettato e precoce successo della boutique convinse Persson ad investire nell'apertura di un nuovo punto vendita a Stoccolma, che consentì all'impresa di aumentare la propria visibilità ed incrementare le vendite. A partire dagli anni settanta, il successo è stato sempre più luminoso per la H&M.

Nonostante la trasformazione da piccola boutique a colosso globale, l'obiettivo dell'azienda è sempre quello di superare le aspettative dei suoi clienti offrendo loro prodotti alla moda, con un design innovativo e a un prezzo conveniente, mantenendo la qualità dei materiali e dei processi di produzione. Questa filosofia, su cui la società ha costruito il suo vantaggio competitivo, è opportunamente supportata da diverse strategie di business.

Il successo dell'impresa deriva anche dalla sua capacità di adattarsi alle dinamiche del mercato della moda, attualmente caratterizzato da modelli di business incentrati sul fast fashion ed il low cost, che si basano su un design ed una produzione rapida a costi molto bassi. Una pianificazione flessibile ed una logistica efficiente sono quindi alla base del successo dell'azienda; rendendo possibile un continuo aggiustamento della gamma offerta ai clienti. Inoltre, nel corso degli anni il marchio è stato in grado di migliorare la sua offerta in modo strategico, creando nuovi marchi ed estendendo i suoi target.

H&M Group è oggi presente in 55 paesi con oltre 3500 negozi. H&M è attiva da molti anni nel campo della sostenibilità e dal 2002 redige un rapporto annuale che permette agli stakeholder di conoscere le azioni intraprese dalla società e gli obiettivi raggiunti in campo ambientale e sociale. A conferma del suo impegno e dei suoi considerevoli investimenti in queste tematiche, la società è stata presente per molti anni nelle principali classifiche delle aziende più sostenibili del mondo.

Karl-Johan Persson, CEO di H&M e figlio dell'attuale presidente, ha recentemente rilasciato un'intervista in relazione al significato del concetto di sostenibilità per l'azienda e sulle azioni intraprese a tale riguardo.

"Mio nonno [...] ha spesso parlato dell'importanza della pianificazione a lungo termine e non solo della massimizzazione dei profitti a breve termine. Egli voleva poter guardare i nostri clienti e i nostri colleghi e sentirsi bene con la società, consapevole che tutto era stato fatto nel modo giusto. Questo dal mio punto di vista significa offrire ai nostri clienti un eccellente valore in cambio di denaro, ma anche esercitare un impatto positivo sul mondo. La nostra idea di business è quella di offrire moda e

qualità al miglior prezzo. Questo si traduce nel valore migliore e non nel prezzo più conveniente. La sostenibilità occupa una parte importante in tutto questo.

Sappiamo che i nostri clienti, come pure i nostri colleghi, sono sempre più attenti a questa tematica [...] Sono convinto che essa diventerà un importante mezzo di differenziazione nel futuro. Il settore della moda dipende in troppo dalle risorse naturali [...] intendiamo passare da un modello di produzione lineare ad uno circolare. Al tempo stesso, dobbiamo assicurarci che la nostra crescita sia positiva per milioni di persone lungo tutta la catena del valore. La produzione dell'abbigliamento può costituire un forte impulso allo sviluppo e mostrare alle comunità la strada che porta all'uscita dalla povertà. La creazione di posti di lavoro rappresenta un buon inizio, ma occorre anche garantirne la bontà e contribuire allo sviluppo delle persone e delle loro comunità.

Continuiamo il nostro dialogo con i governi, ad esempio per fissare salari minimi e creare un quadro giuridico per la definizione di processi diretti alla contrattazione collettiva funzionale ed equa. Abbiamo fatto un altro passo importante per allinearci con altri marchi ed adottare un approccio comune verso i salari. Ultimo ma non meno importante, stiamo investendo molte risorse per migliorare le competenze dei lavoratori e consentire loro di negoziare i salari e le condizioni di lavoro direttamente con i propri datori di lavoro."

La trasparenza è un altro obiettivo chiave per l'azienda. H&M fa parte, assieme ad altri brand, della coalizione per la sostenibilità dell'abbigliamento, l'alleanza più importante nell'industria tessile diretta ad una produzione sostenibile. Il principale obiettivo della coalizione è la costruzione dell'indice Higg, uno strumento di misura per la catena di approvvigionamento, standardizzato per tutti gli operatori del settore, che consente di valutare le ripercussioni sociali e ambientali della produzione e della vendita di prodotti e servizi. Misurando le performance di sostenibilità, l'industria può appianare le inefficienze, eliminare le pratiche nocive e perseguire la trasparenza dal punto di vista ambientale e sociale verso i consumatori. Unendo le forze in una coalizione, le aziende sono in grado di affrontare sfide urgenti che non potrebbero gestire singolarmente.

Tra le più importanti iniziative intraprese dalla società va citato il progetto "Ricicla i tuoi abiti". H&M è stato il primo marchio a lanciare questa iniziativa su larga scala, posizionando contenitori per la raccolta degli indumenti nei negozi di tutto il mondo. L'ambizione è sempre stata quella di rendere il più semplice possibile per i clienti dare una nuova vita ai loro capi d'abbigliamento.

La Fondazione Prada

Nel 2015, Prada ha introdotto una nuova strategia integrata per la responsabilità sociale, la sostenibilità e l'adozione di una nuova etica da parte della società. Il progetto per la sostenibilità che viene monitorato attraverso un sito web dedicato, si riferisce a sostenibilità, cultura, rispetto per le tradizioni e il territorio. Inoltre, il progetto di Prada mira soprattutto alla costruzione di una catena del valore integrata, fondamentale per combinare qualità ed innovazione. Secondo Carlo Mazzi, presidente del Consiglio di Amministrazione del Gruppo Prada, questo risultato porterà alla riscoperta del vero valore dell'azienda, cioè la responsabilità sociale, attraverso il controllo della qualità e degli standard etici:

"Crediamo faccia parte della responsabilità sociale delle imprese allargare gli orizzonti guardando anche all'impatto delle nostre attività in modo da indirizzare lo sviluppo economico verso un bilancio maggiormente sostenibile. Si tratta di un obiettivo ambizioso che vogliamo perseguire non solo attraverso la costante attenzione nella gestione dell'impresa, ma anche come promotori della cultura nelle sue varie forme: come fonte di ispirazione, come opportunità di espressione e condivisione di interessi tra le persone".

Il sito web contiene una sezione introduttiva, "La responsabilità sociale delle imprese" che fornisce una panoramica delle attività attraverso testi, info-grafica, mappe, relazioni e figure. Il sito è quindi diviso in tre sezioni principali:

- "Lavoro" come espressione di artigianalità e innovazione, tutela del know-how e trasmissione di competenze: In questa sezione è possibile trovare immagini dei dipendenti nell'atto di creare borse, abbigliamento, campioni di prodotti di alta qualità. Inoltre vi è anche la presentazione di un progetto futuro: l'Accademia di Prada, per formare giovani tecnici in grado di imparare e trasferire il loro know-how nel settore manifatturiero del lusso.
- "Territorio" come cura verso i luoghi in cui la società opera attraverso un dialogo rispettoso tra architettura e ambiente. Facendo clic è possibile effettuare un tour virtuale negli stabilimenti di Montevarchi e Valvigna (Toscana) e Montegranaro (Marche): vere e proprie "fabbriche a giardino" dove gli artigiani lavorano nella luce naturale filtrata dal tetto
- "Cultura" come patrimonio per il futuro, salvaguardando il patrimonio artistico, diffondendo la cultura e rivitalizzando le aree periferiche per sostenere i giovani talenti. Un esempio su tutti: il restauro della Galleria e la nuova Fondazione Prada a Milano.

Riferimenti

1. Cucinelli B., Solomeo: Brunello Cucinelli, un'Impresa Umanistica nel mondo dell'industria, da De Vico Fallani M., Quattroemme, 2011.
2. Brunello Cucinelli. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.brunellocucinelli.com/en/my-creed.html>.
3. Siti-bc-corporate-Site - Brunello Cucinelli. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL
4. <https://www.brunellocucinelli.com/en/corporate>.
5. Responsabilità sociale - Gruppo Prada. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL
6. <https://www.pradagroup.com/it/group/social-responsibility.html>.
7. La responsabilità sociale delle imprese (CSR) Commissione europea. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL https://ec.europa.eu/growth/industry/corporate-social-responsibility_en.
8. H&M azioni consapevoli del Rapporto di Sostenibilità 2014. Richiamato su dicembre 03, 2018 <http://about.hm.com/it/About/sustainability.html#cm-menu> URL.
9. La Higg indice. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL <https://apparelcoalition.org/the-higg-index>.
10. Futuro di prodotti tessili e capi di abbigliamento manager kit di avviamento. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL <https://www.udemy.com/future-textile-and-clothing-managers-starter-kit>.
11. Il manager di una innovativa azienda di pelle. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL <https://www.udemy.com/manager-of-an-innovative-leather-company/>.
12. Libretto di istruzioni. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL http://responsalliance.eu/wp-content/uploads/2015/10/E-handbook_EN.pdf.
13. H&M Group | Riciclare i vestiti. Richiamato su dicembre 03, 2018 URL
14. <https://about.hm.com/en/sustainability/get-involved/recycle-your-clothes.html>.

3.5. RSI e produzione e consumo etici

Sofia Papakonstantinou, CRE.thi.DEV., Grecia

Introduzione

La piramide della responsabilità sociale d'impresa è uno strumento a forma di piramide che individua le tipologie di attività fondamentali per la RSI e a quali deve essere data la priorità. La piramide è costituita da quattro responsabilità sociali, quella economica, giuridica, etica e filantropica. Questi differentilivelli aiutano i dirigenti di un'impresa ad individuare le diverse tipologie di responsabilità che la società in generale si aspetta dall'azienda.

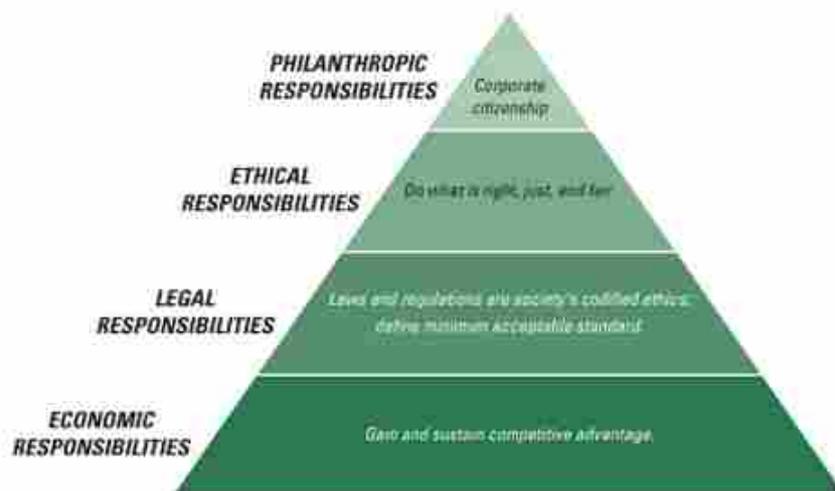


Figura 3.5.1. La piramide della responsabilità sociale d'impresa

Una delle principali preoccupazioni nei confronti della deviazione verso il fast fashion ha riguardato la sostenibilità di tale metodo di produzione in termini di manodopera e di risorse materiali. Dal momento che gli articoli acquistati sono così economici, i consumatori tendono ad acquistare più spesso facendone un utilizzo meno frequente. Questo si traduce in aumento delle quantità di rifiuti tessili che ogni anno finiscono in discarica con la conseguenza che il fast fashion viene associato al termine 'moda usa e getta'. La produzione decentralizzata e il fatto che i prodotti siano così convenienti, ha fatto sorgere ulteriori domande sull'etica e sulla responsabilità sociale delle imprese (CSR) in merito al modello di produzione fast-fashion, con particolare attenzione alle condizioni di lavoro nelle fabbriche e all'utilizzo del lavoro minorile. Sebbene molti consumatori sembrano premiare le prassi socialmente responsabili, che influenzano la loro percezione dei marchi della moda, il fast fashion costituisce l'eccezione alla regola. Ciò è confermato da una recente ricerca che indica che i consumatori sono consapevoli delle questioni etiche ma sono particolarmente attratti dalle offerte trendy ed a buon mercato di questi rivenditori, e dunque l'estetica trionfa sull'etica".

A partire dalla fine degli anni 2000 il termine 'slow fashion' ha cominciato ad essere utilizzato come alternativa al fast fashion, allo stesso modo in cui la vendita diretta e gli alimenti biologici sono stati una reazione alla rivoluzione del fast-food. Alcune delle prime interpretazioni dello slow fashion si riferiscono a prodotti artigianali di qualità all'adozione dei principi della RSI, soprattutto per quanto riguarda l'applicazione dei principi di sostenibilità ambientale nelle fasi di produzione e riciclo. Non sorprende che un tale punto di vista rispetto alla qualità e al patrimonio associato al valore artigianale, abbia condotto alla creazione di associazioni tra i rivenditori di lusso. Il processo di produzione dello slow fashion abbraccia pratiche sostenibili e socialmente responsabili applicate a livello di design, produzione e consumo. Ciò significa che il slow-fashion può essere applicato al

settore fast-fashion; imprese come Zara e H&M hanno integrato alcuni elementi dello slow-fashion lungo le loro catene di approvvigionamento. Ad esempio, H&M ha sviluppato iniziative in tal senso ad ogni stadio della catena di approvvigionamento, dall'incoraggiare i designer a considerare gli impatti di lungo periodo dei prodotti scelti per i modelli, passando per il supporto verso pratiche di RSI nella produzione tessile, fino ad educare i consumatori in materia di smaltimento e riciclo dei capi di abbigliamento. A titolo di esempio pratico, H&M incoraggia i propri clienti a portare i vestiti da dismettere al fine di riciclarli ed ottenere uno sconto sul nuovo assortimento. Inoltre, H&M produce un bilancio annuale di sostenibilità ed è alquanto trasparente riguardo le sue fonti di approvvigionamento, pubblicando un elenco di tutte le fabbriche e le valutazioni di conformità dei suoi fornitori.

Produzione etica e consumo

La catena di approvvigionamento del settore della moda è dominata prevalentemente dal fast-fashion e dal frequente ricambio; essa si basa sulla capacità del produttore di avviare o interrompere la produzione e sull'abilità del brand di riimmersi velocemente sul mercato e resistere alla marginalizzazione. Tuttavia, la pressione pubblica veicolata da attivisti e ONG (organizzazioni non governative) esercita una forte spinta al cambiamento. I commercianti sono costretti a prestare più attenzione al modo in cui i beni sono prodotti: una cattiva pubblicità dettata dall'etica non è positiva per il business.

I commercianti ed i produttori del settore del fashion devono tenere in considerazione il loro impatto globale dal momento che continuano a sviluppare prodotti all'estero ed espandersi in nuovi mercati (sia in termini di vendita che di produzione). L'etica associata alla fornitura locale e globale, insieme alle tematiche inerenti il mercato del lavoro ed il loro impatto sulle comunità locali rivestono un'importanza sempre maggiore.

Lo sviluppo di buone relazioni tra commercianti, brand dell'abbigliamento, produttori e fornitori di materie prime è cruciale per il futuro successo nella gestione della catena di approvvigionamento. Tutte le parti devono lavorare insieme al fine di mettere a punto un modo di lavorare più efficace. Sfida non semplice dal momento in cui la pressione verso la riduzione dei costi e una velocità sempre maggiore rappresentano i principali criteri dominanti un ambiente commerciale altamente competitivo come quello del fashion. Tuttavia, in una società sempre più sensibile alle tematiche ambientali è semplicemente inaccettabile sfruttare coloro che hanno meno voce, come ad esempio i lavoratori delle fabbriche nei paesi in via di sviluppo.

Milioni di persone lavorano nel settore della moda e sono molti gli aspetti che devono essere tenuti in giusto conto.

Diritti umani

Lavoro forzato, lavoro minorile, molestie sessuali, discriminazioni e condizioni di lavoro insalubri, sono solo alcune delle condizioni con cui i lavoratori impiegati nella fabbricazione dei nostri indumenti devono fare i conti. Nonostante vi siano standard internazionali e leggi nazionali che dovrebbero tutelare i lavoratori, le violazioni dei diritti umani sono diffuse in tutta l'industria della moda. L'indice di Schiavitù Globale stima che 36 milioni di persone vivono oggi sotto una qualche forma di schiavitù; molte di queste persone fabbricano capi d'abbigliamento per marchi occidentali.

Retribuzione equa: il salario minimo legale nella maggior parte dei paesi produttori di capi d'abbigliamento è raramente sufficiente al sostentamento dei lavoratori. Ad esempio, si stima che in Bangladesh il salario minimo copra solo il 60% del costo della vita in una baraccopoli. I bassi salari relegano i lavoratori del settore nel ciclo della povertà, spingendoli a sottoporsi a lunghi straordinari che influenzano la loro salute e la loro sicurezza, così come la qualità dei capi d'abbigliamento.



Figura 3.5.2. Le questioni legate ai bassi salari

Artigianato: la produzione di massa di capi d'abbigliamento e accessori ha eroso l'artigianato e le relative competenze, tramandate in tutto il mondo da comunità in comunità. Milioni di persone provenienti da paesi in via di sviluppo - soprattutto donne - dipendono dal commercio artigianale, che in questo momento storico deve fare i conti con un futuro incerto.

La domanda di prodotti etici

Le opinioni dei consumatori possono influenzare e indirizzare le scelte dei rivenditori e dei loro fornitori. Vi è una crescente domanda di mercato per i prodotti biologici e per quelli provenienti dal commercio equo e solidale con una crescente attenzione sulla tracciabilità delle materie prime. Secondo un report del 2009, l'industria della moda etica britannica aveva un valore di circa 175 milioni di euro, e secondo il Co-operative (2008), la moda etica nel Regno Unito sta crescendo più velocemente di qualsiasi altro settore etico, al ritmo del 71% annuo.

Tuttavia i consumatori spesso affermano una cosa e ne fanno un'altra, specialmente quando l'obiettivo è quello di acquistare capi fashion a buon prezzo. Lo stile e il costo del capo di abbigliamento, piuttosto che i principi etici, rappresentano i fattori decisionali determinanti. In tempi di incertezza economica la domanda dei consumatori per indumenti a buon mercato rimane elevata e le aspettative si riferiscono ad un immediato ritorno in termini di comportamento d'acquisto. Resta il fatto che uno dei temi più importanti per i rivenditori è quello di fornire ai clienti i giusti prodotti a costi realistici.

La RSI e l'etica aziendale

RSI ed etica aziendale sono spesso utilizzati in maniera interscambiabile anche se sono abbastanza diversi. La RSI si riferisce al contratto sociale tra l'impresa e la società in cui opera. Essa definisce gli intenti dell'impresa in termini di comportamento ed operato responsabile per quel che riguarda materie prime, catena di approvvigionamento e strategia di business. La maggior parte delle grandi imprese, come Marks & Spencer, Monson, H&M e Gap, adotta una politica di RSI nell'ambito della propria strategia corporate e di marketing, che sarà largamente pubblicizzata. La politica di RSI può essere consultata di solito attraverso il sito web aziendale, che illustra il modo in cui quel particolare brand o rivenditore la sta attuando nell'ambito del proprio business. Le aziende stanno utilizzando sempre più frequentemente la RSI come parte degli indicatori di performance e questo può avere un impatto sulla linea di fondo: il profitto.

Le campagne di marketing sociale (CRM) rappresentano un indotto della RSI. L'idea è che sposando determinate cause si possa creare capitale sociale all'interno dell'azienda. Un ottimo esempio è costituito dalla campagna RED, che aiuta i malati di Aids in Africa, in cui tra gli altri sono coinvolte GAP, American Express e Motorola. Molti commercianti utilizzano iniziative di carattere etico e le

trasformano in preziose strategie aziendali e di marketing, che possono essere utilizzate per ottenere un vantaggio competitivo.

È chiaro che alcuni brand di moda fanno molto più di altri per migliorare la visibilità e la natura etica delle loro catene di approvvigionamento. Tuttavia, mentre i commercianti possono assumere un atteggiamento etico nelle loro campagne di marketing, questa posizione, se consideriamo la crescente richiesta a favore del fast fashion, può presentare alcune sfide: le due sfere non si integrano facilmente.

Il ruolo delle ONG

Le ONG sono definite dalla Banca Mondiale come "organizzazioni private che svolgono le loro attività al fine di alleviare la sofferenza, promuovere gli interessi dei più svantaggiati, proteggere l'ambiente, offrire servizi sociali di base, o sostenere lo sviluppo della Comunità."

Le problematiche legate al lavoro nell'industria dell'abbigliamento sono ben documentate, il ruolo delle ONG è quello di migliorare le politiche in tema di lavoro adottate dai commercianti nonché contribuire alla protezione dei diritti dei lavoratori. Alcuni esempi includono Oxfam, che lavora per la creazione di diritti e condizioni eque per i lavoratori d'oltreoceano. L'Organizzazione Internazionale del Lavoro (OIL), un'agenzia delle Nazioni Unite istituita nel 1919, guidata congiuntamente da governo, datori di lavoro e rappresentanti dei lavoratori, con la missione di accrescere la consapevolezza e la comprensione delle problematiche relative al lavoro a livello globale, allo scopo di eliminare il lavoro forzato e minorile. Labour Behind the Label (il lavoro dietro l'etichetta) è una rete di organizzazioni che supporta i lavoratori di tutto il mondo, aiutandoli a "migliorare le loro condizioni di lavoro attraverso campagne di sensibilizzazione, divulgazione di informazioni e incoraggiando la solidarietà internazionale tra lavoratori e consumatori." Oltre a lavorare nell'industria, Labour Behind the Label lavora con scuole e studenti di moda per promuovere la conoscenza e la comprensione delle questioni che compratori, merchandiser, designer e chiunque sia coinvolto nell'approvvigionamento potrebbe trovarsi a dover affrontare.

La Ethical Trading Initiative – L'iniziativa sul commercio etico

Le politiche adottate dai commercianti del settore della moda variano ampiamente ma dovrebbero basarsi tutte sulle linee guida dettate dall'Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC). Ad esempio la Ethical Trading Initiative (ETI), uno dei membri di questa organizzazione, è una ONG impegnata nell'influenzare e supportare la definizione delle politiche commerciali da parte dei rivenditori. L'iniziativa, lanciata nel Regno Unito nel 1997, basa le proprie politiche sulle linee guida stabilite dall'OMC.

È importante notare che vi è poca o nessuna legislazione che imponga ai commercianti o ai produttori di entrare a far parte di un'organizzazione come l'ETI e aderire alle sue linee guida. Ma diventando membro, la società si impegna ad affrontare le problematiche relative alla propria catena di approvvigionamento. Le imprese che fanno parte dell'ETI sono tenute a presentare una relazione annuale sugli sforzi compiuti ed i risultati ottenuti in termini di commercio etico, al fine di mostrare i miglioramenti nelle prestazioni. Tra i membri dell'organizzazione troviamo Asda (proprietà di Walmart), Debenhams, Gap, Inditex (che è proprietaria di Zara), Levi Strauss, Marks & Spencer, M&S, Mothercare, Next, New Look, Primark e Tesco.

Alcuni brand di moda si impegnano molto più di altri al fine di adottare i cambiamenti necessari a migliorare le condizioni dei lavoratori. Le politiche di approvvigionamento variano tra i diversi commercianti e brand e anche se esistono simili codici di condotta per coloro che fanno parte dell'ETI, la loro interpretazione è libera.

È essenziale che i commercianti lavorino a stretto contatto con i fornitori, dando loro tempo e supporto al fine di raggiungere gli standard richiesti. La supervisione dei fornitori, la riduzione del rischio e la risoluzione congiunta dei problemi a breve termine possono rendere le imprese della moda più efficienti ed etiche. Ciò potrebbe significare un aumento dei costi ma anche un aumento delle vendite e dei margini di profitto.

Riferimenti

1. Carroll, A.B. Business and Society. Ethics and Stakeholder Management, 1993.
2. Global Green Growth Forum. Copenhagen Changing Production and Consumption Patterns – through Transformative Action, 2014.
3. Grayson. Embedding corporate responsibility and sustainability: Marks & Spencer. 2011.
4. Mintel report global consumer trends. 2009.
5. Parker , L. Fashion brands and workers' rights. 2015.
6. Perry et Towers. The International Fashion Supply Chain and Corporate Social Responsibility. 2013.
7. Routledge Handbook of Sustainability and Fashion Edited by Kate Fletcher and Mathilda Tham. 2015.
8. Russo et Perrini. Investigating Stakeholder Theory and Social Capital: CSR in Large Firms and SMEs. 2009.
9. Szczanowicz et Saniuk. Evaluation and reporting of CSR in SME sector. 2016.
10. Wickert. Corporate Social Responsibility in Small- and Medium-Sized Enterprises. 2014.

3.6. I sistemi di gestione ambientale e l'impatto delle lavorazioni tessili per l'ambiente

*Laura Chiriac, Razvan Ion Radulescu
INCDTP, Romania*

Introduzione

Negli ultimi anni, le questioni ambientali sono diventate parte integrante della strategie delle aziende di tutto il mondo. Ciascun comparto economico cerca di raggiungere e dimostrare che la crescita economica è accompagnata da elevati livelli di protezione ambientale al fine di conformarsi alla normativa vigente.

La politica ambientale è un insieme di obiettivi e priorità, metodi di regolamentazione e attuazione di strumenti progettati per garantire un uso sostenibile delle risorse naturali e prevenire il degrado ambientale. La politica ambientale europea si basa su principi di precauzione, prevenzione e correzione alla fonte di comportamenti inquinanti e sul principio "chi inquina paga". La gestione ambientale riguarda la regolamentazione di quelle attività che hanno impatto sull'ambiente.

I sistemi di gestione ambientale

L'Organizzazione internazionale per la standardizzazione (ISO) definisce un sistema di gestione ambientale (SGA) come "parte del sistema adottato per gestire gli aspetti ambientali, soddisfare gli obblighi di conformità, affrontare i rischi e cogliere le opportunità." L'SGA di un'organizzazione mira a realizzare la propria politica ambientale, attuare il programma di gestione ambientale e raggiungere gli obiettivi preposti.

Una delle attività più importanti al mondo è lo sviluppo di standard ambientali, specialmente quelli del Comitato Tecnico 207 dell'Organizzazione internazionale di standardizzazione (serie ISO 14000). La gestione ambientale viene inclusa in due gruppi principali: uno si riferisce all'organizzazione (es. I sistemi di gestione ambientale - ISO 14001, ISO 14004; i sistemi di valutazione ambientale - ISO 14031; il controllo ambientale e le relative indagini ambientali - ISO 19011), l'altro si riferisce a prodotti e tecnologie (es. La valutazione del ciclo di vita - gli standard ISO 14040; l'etichettatura ambientale - standard ISO 14020; gli aspetti ambientali relativi agli standard del prodotto - ISO 14060).

I sistemi di gestione ambientale prendono a riferimento tre standard: ISO 14001, ISO 14004 e ISO 19011. Di questi, l'unico che prevede dei controlli è l'ISO 14001. Questo è lo standard di riferimento per il SGA, il che significa che soltanto i requisiti da esso stabiliti sono obbligatori per la certificazione. Gli altri due standard sono di supporto, l'ISO 14004 con le raccomandazioni e le tecniche di applicazione, l'ISO 19011 con la metodologia per la conduzione dei controlli sullo SGA.

L'ISO 14001 specifica i requisiti per lo SGA di azienda che mira ad aumentare le sue prestazioni ambientali, gestire la sua responsabilità ambientale in maniera sistematica e raggiungere i risultati previsti al fine di contribuire alla sostenibilità ambientale. Il quadro di applicazione dello standard ISO 14001 può essere utilizzato nell'ambito di un approccio Pianifica-Implementa-Verifica-Attua (Plan-Do-Check-Act _ PDCA) finalizzato ad un miglioramento continuo.

La nuova edizione 2015 dello standard ISO 14001 presenta una nuova struttura e introduce nuovi requisiti per gli aspetti legati a strategia, leadership, questioni ambientali, valutazione, comunicazione nonché nuovi termini come: sviluppo sostenibile, ciclo di vita, performance ambientali, indicatore di performance, rischi e opportunità, catena del valore, catena di approvvigionamento etc. L'ISO 14001:2015 include i seguenti aspetti: Contesto dell'organizzazione, Leadership, Pianificazione, Assistenza, Attività, Valutazione delle prestazioni, Miglioramento.

Altri strumenti di gestione ambientale sviluppati dall'ISO/CT 207 fanno riferimento a SGA di piccole e medie imprese (ISO 14005:2010), gestione della progettazione ecocompatibile come parte di una SGA (ISO 14006:2011), valutazione delle prestazioni ambientali (ISO 14031:2013), etichette ambientali e dichiarazioni che comprendono eco-label, auto-dichiarazioni e informazioni ambientali su prodotti e servizi (serie di norme ISO 14020), in modo da tenere in considerazione gli aspetti ambientali e i potenziali impatti sull'ambiente durante l'intero ciclo di vita dei prodotti e dei servizi (LCA) "dalla materia prima allo smaltimento finale" (standard ISO 14040), valutazioni relative all'eco-efficienza dei sistemi produttivi (ISO 14045:2012), valutazione circa l'impronta idrica di prodotti, processi e organizzazioni effettuate sulla base dell' LCA (ISO 14046:2014 e ISO/TR 14073:2017), quantificazione, produzione di report e riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (GHGs) associate ai prodotti –valutazione dell'impatto dei prodotti in termini di anidride carbonica (famiglia ISO 14060).

Una delle tecniche messe a punto con riferimento alla tutela ambientale e i possibili impatti associati alla produzione ed al consumo dei prodotti è la LCA. Questa viene descritta negli standard che fanno parte della famiglia ISO 14040 e può essere utilizzata nell'industria tessile per identificare, quantificare e valutare l'impatto ambientale dei prodotti tessili. Il suo scopo è quello di raccogliere dati di sistema relativi agli input (ad es. materie prime, energia e risorse naturali) e agli output (es. emissioni in acqua, suolo e aria) e, attraverso l'utilizzo di un software, calcolare l'impatto ambientale. Esistono molti software LCA che hanno differenti caratteristiche. Un tale software è in grado di lavorare su database contenenti prodotti e processi e il relativo impatto sull'ambiente, effettuando collegamenti e calcoli sugli input e gli output inseriti nel sistema. Un esempio di database è lo svizzero ECOINVENT v.3, contenente oltre 10.000 processi. Esempi di software LCA con diverse caratteristiche rapportati al prezzo-prestazione sono: Sima-Pro, GaBi, EarthSmart, Sustainable Minds, Enviance system, Umberto. Questi programmi software di solito trasformano i dati in ingresso/uscita quantificando l'impatto ambientale su determinate categorie. Le categorie di impatto sono raggruppate in base a metodi. Per esempio il metodo Eco-indicator 99 (E), descrive l'impatto ambientale sulle seguenti categorie: agenti cancerogeni, organi respiratori (in-), cambiamenti climatici, radiazioni, strato di ozono, tossicità ecologica, minerali e combustibili fossili. I dati provenienti dalla Valutazione dell'Impatto del Ciclo di Vita (LCIA) vengono interpretati utilizzando i diagrammi generati dal software.

Lo Schema di Valutazione ed Eco-gestione (EMAS) è uno strumento UE facoltativo progettato per le aziende e le altre organizzazioni che intendono valutare, gestire e ridurre l'impatto ambientale delle loro attività e migliorare le proprie prestazioni ambientali. EMAS è il sistema di gestione ambientale presente sul mercato più credibile e affidabile. Per registrarsi ad EMAS le organizzazioni devono attuare gli step stabiliti nel Regolamento [EU EMAS](#).

I principali vantaggi offerti da EMAS sono: prevenzione dell'inquinamento, miglioramento dell'efficienza di processo, adempimento degli obblighi giuridici, credibilità, nuove opportunità di business, attrazione degli investimenti, miglioramento delle relazioni con i partner, miglioramento della gestione globale e dei risultati economici e riduzione del rischio di incidenti ambientali.

L'UE Ecolabel rappresenta un ulteriore strumento facente capo alla politica ambientale dell'UE, progettato per indirizzare gli operatori economici verso prodotti / servizi a basso impatto ambientale. L'Ecolabel UE identifica le prestazioni ambientali di un prodotto o di un servizio sulla base della LCA. Essa è rappresentata da un simbolo grafico, a volte accompagnato da un breve testo descrittivo applicato al prodotto, all'imballaggio o al documento informativo che fornisce i dati sull'impatto ambientale.

L'impatto dei processi tessili sull'ambiente

L'industria tessile è uno dei settori industriali a maggior impatto ambientale a causa delle grandi quantità di acqua utilizzata durante la produzione come pure delle acque di scarico altamente inquinate. I processi tessili che contribuiscono alla contaminazione delle acque reflue sono quelli legati alla finitura chimica, e soprattutto alla sbazzimatura, detersione, mercerizzo, candeggio, tintura, stampa e rifinitura. Una vasta gamma di sostanze chimiche (detergenti, alcali, acidi, coloranti, resine, polimeri, fungicidi, ritardanti di fiamma, emollienti ecc.) viene usata nel trattamento dei materiali tessili. Le acque reflue provenienti dalle finiture tessili sollevano seri problemi in relazione alla quantità di solidi disciolti (DS), solidi sospesi (SS), pH, temperatura, colore, fabbisogno biochimico di ossigeno (BOD), domanda chimica di ossigeno (COD), metalli pesanti e sostanze organiche non biodegradabili disciolte. Anche le acque reflue possono contenere batteri e altri agenti patogeni provenienti dalla lavorazione della lana o dai pesticidi utilizzati. A causa della diversità delle strutture di produzione, la qualità delle acque reflue varia non solo da un'impresa ad un'altra, ma a volte anche all'interno della stessa impresa a seconda del periodo. La legislazione europea impone severe condizioni per la depurazione delle acque reflue industriali, attraverso trattamenti in specifici impianti, prima che queste vengano scaricate. Un'altra fonte di inquinamento ambientale sono costituite dalle emissioni di ossido di azoto e di zolfo, idrocarburi, formaldeide e altri composti organici volatili (VOC), vapore acido e alcalino, polvere o odori derivanti da vari processi quali ad esempio l'essiccazione, la condensazione, la calandratura, la stampa o il trattamento delle acque reflue. I principali processi tessili ed i relativi impatti ambientali sono presentati nella seguente tabella.

Tabella 3.6.1. Riepilogo delle tipologie di rifiuti generati durante la produzione tessile e il loro impatto sull'ambiente

Processo	Fonte	Sostanze inquinanti	Impatto ambientale
Vapore da usi tecnologici e generazione di energia	Emissioni prodotte dalla caldaia	Ossidi di azoto (NOx), biossido di zolfo (SO ₂), monossido di carbonio (CO), polveri	Inquinamento atmosferico, generazione di gas serra
Preparazioni relative a filatura, cardatura, pettinatura, tessitura	Emissioni provenienti dalla produzione dei tessuti	Polvere e lanugine	Inquinamento atmosferico e acustico
Dimensionamento	Emissioni derivanti dall'utilizzo delle tecniche di dimensionamento	Amido, cere, cellulosa carbossimetil (CMC), alcool polivinilico (PVA), agenti umidificanti	Acque di scarico e inquinamento atmosferico
Fusione di fibre di filati	Emissioni prodotte da policondensazione	Gas di scarico	Inquinamento atmosferico
Taglio della moquette ed trattamento della superficie	Emissioni derivanti dai processi	Polvere e lanugine	Inquinamento atmosferico
Lavaggio a secco	Operazioni di detersione	Vapori da solventi	Inquinamento atmosferico - VOC
Carbonizzazione della lana	Emissioni derivanti dall'utilizzo di sostanze chimiche	Nebbie di acido, Acido Solforico, Idrossido di sodio, impurità naturali come vegetali e minerali composti	Inquinamento atmosferico e delle acque reflue
Pulizia della lana grezza	Emissioni derivanti dall'utilizzo di sostanze chimiche e dal trattamento delle fibre della lana	Detersivi, impurità naturali come la cera di lana	Inquinamento delle acque reflue - alta BOD, COD, SS
Sbazzimatura	Emissioni derivanti	Enzimi, agenti umidificanti, amido,	Inquinamento delle acque

	dall'utilizzo di sostanze chimiche	glucosio, PVA, resine, grassi, cere	reflue - alta BOD, COD, SS, DS, tossicità delle acque
Abrasione	Emissioni prodotte dall'utilizzo di sostanze chimiche abrasive, emissioni prodotte dal trattamento delle fibre di cotone	Prodotti chimici APEO, EDTA, DTPA, NTA, idrossido di sodio, carbonato di sodio, grassi, cere, piccolefibre di cotone, nebbia alcalina, alta temperatura di processo	Inquinamento delle acque reflue - alto COD e BOD, SS, DS, pH elevato, eutrofizzazione delle acque sotterranee, tossicità delle acque
Sbiancamento	Emissioni derivanti dall'utilizzo di composti a base di cloro	Cloro, biossido di cloro, sodio, idrossido, tensioattivi, silicato di sodio, fosfato di sodio, piccole fibre di cotone	Inquinamento delle acque reflue - pH elevato, alta SS, bassa BOD
Mergerizzo	Emissione derivanti dall'utilizzo di sostanze chimiche	Idrossido di sodio, cera di cotone	Inquinamento delle acque reflue - pH elevato, basso BOD, elevata DS
Tintura	Dispersione della tintura derivante dall'utilizzo di vettori, tintura di zolfo, metalli complessi e titure acide. Emissioni prodotte dall'utilizzo di coloranti e prodotti chimici	Vettori, solfuro, urea, mordenzanti, agenti riducenti, acido acetico, detergenti, agenti umidificanti, metalli pesanti, sali neutri, coloranti non fissati	Utilizzo di elevati volumi di acqua, inquinamento delle acque reflue - forte colorazione, con elevato BOD, DS, SS, alta salinità, rilascio di formaldeide, tossicità delle acque, inibitore in sistemi di trattamento delle acque reflue, accumulo di metalli pesanti nei fanghi
Stampa	Emissioni prodotte da solventi minerali a base di spirito, paste per stampa o inchiostri, coloranti, addensanti, paste residue	Idrocarburi, ammoniaca, Formaldehide, paste, urea, amidi, gomme, oli, leganti, acidi, addensanti, reticolanti, agenti riducenti, alcali	Inquinamento delle acque reflue - forte colorazione, elevato BOD, aspetto oleoso, SS, leggermente alcalina Inquinamento atmosferico - VOC
Lavaggio e risciacquo	Emissioni prodotte dai processi principali	Alta temperatura di processo, prodotti chimici, prodotti di reazione, piccole fibre	Elevato consumo di acqua e di inquinamento delle acque reflue
Finitura	Emissioni prodotte dall'utilizzo di resine, polimeri, catalizzatori	Formaldeide, vettori, polimeri tossici, oli lubrificanti, reagenti N-metilol, Composti clorurati, biocidi, composti perfluorurati con più di 8 atomi di carbonio, agenti antistatici, ritardanti di fiamma, agenti	Inquinamento delle acque reflue, tossicità delle acque, potenziale bioaccumulo, bassa BOD
Rivestimento, essiccamento e concia	Emissione provenienti dai forni ad alta temperatura	VOC	Inquinamento atmosferico, rilascio di formaldeide, elevato consumo di energia
Trattamento delle acque reflue	Emissioni provenienti da contenitori e vasche di trattamento	VOC, emissioni tossiche, acque reflue con alto COD, SS, DS	Odori, rifiuti solidi, inquinamento atmosferico - VOC

La direttiva dell'Unione europea relativa alle emissioni industriali (direttiva IPPC) fissa il quadro generale di controllo dell'inquinamento industriale, basato sul concetto delle Migliori Tecniche Disponibili (BAT). L'obiettivo generale della direttiva IPPC è la prevenzione e il controllo delle emissioni che interessano aria, acque e suolo, la gestione dei rifiuti, l'efficienza energetica e la prevenzione di incidenti ambientali che potrebbero interessare gli impianti industriali, attraverso un approccio integrato. Le migliori tecniche disponibili sono descritte nei documenti di riferimento delle BAT (BREF). Le BAT nell'industria tessile si riferiscono alle tecnologie più efficienti per la prevenzione dell'inquinamento, il trattamento delle acque reflue, ed in generale il conseguimento di un elevato livello di protezione ambientale nella sua interezza. Nelle BREF, l'industria tessile copre il settore

della concia della lana, il settore della finitura tessile (escluso il rivestimento delle pavimentazioni) e quello dei tappeti. In ciascuno di questi settori, vengono applicati una varietà di procedimenti a umido. Le BAT sono state elaborate per ciascuno di questi processi. In aggiunta vi sono alcune BAT generiche, come quelle relative alla selezione e all'utilizzo di prodotti chimici, alla gestione delle acque e dell'energia ecc.

Le seguenti misure a carattere generale possono essere applicate a tutte le attività che interessano lavorazioni tessili al fine di prevenire l'inquinamento:

- Controllo dell'inquinamento utilizzando le BAT;
- Ottimizzazione di processi ed apparecchiature;
- Ottimizzazione di sostanze chimiche e adozione di soluzioni di finitura ecocompatibili;
- Utilizzo di tecnologie innovative non-convenzionali;
- Riduzione del consumo di acqua e di energia;
- Trattamento delle acque di scarico e smaltimento dei rifiuti;
- Miglioramento dell'efficienza energetica;
- Continuo miglioramento della gestione ambientale;
- Conformità alla legislazione ambientale.

Riferimenti

1. ISO 14001:2015, sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso, ISO/TC 207/SC1 - Sistemi di Gestione Ambientale.
2. ILCD Handbook - Riferimento internazionale del ciclo di vita di sistema, guida generale per LCA, CCR-IES, Italia, 2010.
3. Regolamento (CE) n. 1221/2009 del **Parlamento europeo e del Consiglio** del 25 novembre 2009 sulla partecipazione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), che abroga il regolamento (CE) n. 761/2001 e le decisioni della Commissione 2001/681/CE e 2006/193/CE, GU L 342 .
4. **Regolamento (CE) n. 66/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 novembre 2009 sull'UE Ecolabel, GU L 27.**
5. A. Popescu, F. Pricop, L. Chiriac, L. Alexandrescu, M. Teodorescu, V. Daescu, "inquinanti specifici ai prodotti tessili e del cuoio - soluzioni tecnologiche possibili per limitare l'inquinamento", Editore CERTEX, Bucarest, ISBN 978-973-1716-08-4, 2007.
6. Direttiva 2010/75/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 novembre 2010 sulle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento), GU L 334.
7. Documento di riferimento sulle migliori tecniche disponibili per il settore tessile, Commissione europea, luglio 2003.
8. [ISO/TC 207/SC 1 - Environmental management systems. Retrieved on December 03, 2018, URL https://www.iso.org/committee/54818/x/catalogue/.](https://www.iso.org/committee/54818/x/catalogue/)

3.7. Recupero dei rifiuti tessili: strategie e tecnologie di smistamento per chiudere il ciclo del settore Tessile & Abbigliamento

Micol Costi, Veronica Sarbach, MCI, Italia

Introduzione

Considerando che la terra, l'acqua e le risorse energetiche, costituiscono risorse finite, l'industria tessile e dell'abbigliamento ha bisogno di ridurre notevolmente i suoi rifiuti. Dirigendo il settore verso un'economia di tipo circolare si possono ottenere enormi benefici ambientali all'interno dell'industria della moda, mitigando al contempo gli effetti della maggiore domanda di indumenti causata da un aumento della popolazione mondiale. Negli ultimi decenni è aumentata la consapevolezza, all'interno del settore, sui rischi che dovranno essere affrontati nei prossimi anni se si continua a percorrere la strada dell'economia lineare, si stanno dunque ampiamente analizzando strategie e tecnologie per produzioni tessili più sostenibili: sono state sviluppate nuove tecnologie per il riciclo e la rigenerazione delle fibre esistenti, sono stati finanziati investimenti per la ricerca e lo sviluppo di nuove fibre da risorse rinnovabili, sono stati introdotti nuovi processi di tintura e fissaggio meno inquinanti e sono stati studiati nuovi modelli di business finalizzati ad evitare la sovrapproduzione. In questo contesto, il riciclo dei rifiuti tessili pre- e post-consumo è stato identificato come il collegamento mancante per chiudere il cerchio e attuare un'economia di tipo circolare su scala industriale per i prodotti tessili e della moda. Nelle seguenti pagine una breve panoramica evidenzia le problematiche che interessano le tecnologie di smistamento attualmente utilizzate indicando alcune strade per superarle attraverso l'applicazione di soluzioni innovative.

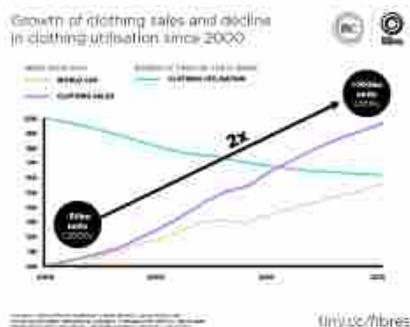


Figura 3.7.1 crescita delle vendite di indumenti e declino del loro livello di utilizzo dal 2000



Figura 3.7.2. L'attuale sistema di abbigliamento è estremamente dispendioso e inquinante

Qualità dei prodotti riciclati: i diversi livelli di riciclo dalla produzione al consumo

Il riciclo dei prodotti tessili rappresenta un'attività estremamente difficoltosa per via di alcune questioni: dalla raccolta, allo smistamento, alle difficoltà tecnologiche concernenti l'ottenimento di una materia prima in grado di fornire una prestazione soddisfacente. Al fine di offrire materiali riciclati che garantiscano una materia prima capace di competere con materiali vergini in termini di costo e qualità occorre attuare un nuovo approccio sistematico. Inoltre, il riciclo può avvenire in diversi momenti del ciclo di vita di un prodotto: durante la produzione di fibre, o quella del capo, nel corso del pre o del post-utilizzo, e la qualità del materiale grezzo dipenderà essenzialmente dalla purezza di quello riciclato, vale a dire dal livello di trasformazione subita dal materiale vergine.

Le materie prime da impiegare nei processi di riciclo dei prodotti tessili possono provenire sia dalla post-produzione che dal post-consumo. Occorre operare una netta distinzione tra questi due flussi. Il materiale tessile proveniente dalla post-produzione viene generato durante i processi di produzione e spesso è costituito da fibre, filati e ritagli di tessuti, mentre quello derivante dal post-consumo è

rappresentato da indumenti o tessuti dismessi dai consumatori. Tali indumenti possono essere inutilizzati, usurati oppure lacerati.

Vi è una grande differenza nelle tecniche di riciclo dei prodotti tessili provenienti dalla post-produzione e dal post-consumo. Le informazioni riguardanti la miscela e la composizione dei tessuti è facilmente reperibile quando si parla di riciclo di tessuti derivanti dalla post-produzione, poiché è possibile richiedere al produttore una specifica del materiale ricevuto. I prodotti tessili provenienti dal post-consumo, al contrario, sono costituiti da miscele di diverse tipologie di fibre e le informazioni sulla loro composizione, originariamente rintracciabili sull'etichetta fissata al capo, sono spesso assenti o fuorvianti.

Concentrandoci sui prodotti tessili, possono essere identificate diverse fasi del processo di trasformazione del prodotto in cui è possibile il riciclo, a cominciare da un capo d'abbigliamento o un prodotto tessile finito passando ai sottoprodotti derivanti dai processi di produzione, ai filati e alle fibre, fino al Nano livello dei polimeri e dei monomeri, ognuno di essi richiede differenti approcci e presenta varie difficoltà:

- *Il riciclo degli indumenti* si riferisce principalmente al ri-utilizzo di indumenti intatti attraverso la loro rivendita su mercati che trattano prodotti di seconda mano, o donandoli in beneficenza. I consumatori dei paesi occidentali (UE + USA) contribuiscono largamente nell'offrire una seconda vita ai prodotti che non intendono più indossare. Questo comportamento è sfruttato anche da aziende che sensibilizzano i loro consumatori attraverso un riciclo in-store degli indumenti, offrendo sconti per acquisti futuri. Il riciclo di indumenti non più indossabili sarebbe possibile se l'industria dell'abbigliamento fornisse prodotti in cui tutti i componenti siano realizzati con un solo materiale, dunque riciclabile nell'ambito di un unico flusso di materie prime.
- *Il riciclo del tessuto* si basa sull'utilizzo di parti di tessuti finiti da assemblare per creare un nuovo capo d'abbigliamento. Questo tipo di riciclo viene talvolta indicato anche come "riproduzione". Esso si può basare sull'utilizzo di ritagli e avanzi di materiali derivanti dal processo di fabbricazione, o sull'impiego di indumenti usati che, mantenendo il tessuto intatto, vengono disassemblati per creare nuovi capi d'abbigliamento. In caso fosse necessaria una ricolorazione, il tessuto può essere trattato con candeggina o tinture. Questo tipo di riciclo non richiede tecnologie avanzate, ma presenta un numero limitato di applicazioni essendo ad alta intensità di manodopera, basandosi su una fornitura di tessuto disomogenea che non consente una produzione su larga scala e dal momento che spesso il tessuto è di bassa qualità o è troppo scarso per consentire la fabbricazione di un nuovo indumento.
- *Il riciclo del filato* consiste nello sfilare i filati utilizzati per gli indumenti fatti a maglia. Perché sia possibile sfilare un indumento, il modo in cui è lavorato deve rendere possibile ottenere indietro il filo nel minor numero di pezzi possibile. Quindi il riciclo del filato è praticabile solo per particolari tipi di indumenti che devono essere raccolti separatamente o separati in un secondo momento.

La differenza chiave è quella tra 'riciclo meccanico delle fibre', che si degradano con ogni riciclo (down-cycling) e 'riciclo chimico delle fibre' che in alcuni casi è in grado di produrre fibre di qualità pari a quelle vergini.

- *Il riciclo meccanico delle fibre* costituisce il processo di riciclo tradizionale dei prodotti tessili. Il tessuto viene lacerato utilizzando macchine di cardatura per ottenere la fibra. Le fibre naturali soffrono particolarmente questo processo tradizionale di riciclo in quanto nel corso della lavorazione la lunghezza delle fibre diminuisce, generando filati più deboli. Sono stati studiati nuovi ed interessanti processi entrati di recente sul mercato, essi utilizzano scarti di cotone e legno insieme per ottenere una fibra di cellulosa rigenerata attraverso il riciclo chimico. Altri produttori hanno sviluppato processi per produrre filati senza l'utilizzo di fibre

vergini, come il filato Ecotec prodotto da Marchi & Fildi che trasforma ritagli pre-consumo (scarti di produzione da imprese di filatura e tessitura) in un filato 100% cotone applicando un processo di produzione tracciabile e certificato con risparmi record in termini di consumo di acqua e di energia. I processi meccanici per il riciclo delle fibre non possono separare miscele o filtrare coloranti e agenti contaminanti e si basano quindi sui fornitori per le informazioni riguardo i materiali e le sostanze chimiche.

- *Il riciclo chimico di fibre* essenzialmente consiste nella riduzione delle fibre al livello molecolare, si riferisce dunque a processi basati su polimeri e monomeri: il riciclo polimerico riporta le fibre al livello di polimeri, distruggendole ma mantenendo intatta la struttura chimica del materiale. *Il riciclo chimico polimerico* utilizza sostanze chimiche per dissolvere i materiali tessili dopo che gli indumenti sono stati privati dei bottoni, delle zip, ridotti a brandelli, e in alcuni casi de-colorati. Questa tecnologia può essere applicata a fibre a base di plastica e cellulosa o una miscela di entrambe. La cellulosa - il polimero che costituisce il componente principale del cotone - e il poliestere sono estratti separatamente per un ulteriore trattamento. La pasta di cellulosa può quindi essere trasformata in nuove fibre a base di cellulosa mentre i polimeri plastici sono trattati separatamente per riportarli ad una qualità equivalente a quella vergine. Coloranti, scarti di fibre di piccole quantità e altri contaminanti possono essere rimossi durante il processo.

Oggi la fibra sintetica riciclata più comune è il poliestere ricavato da bottiglie di plastica. Al fine di ottenere una fibra da una bottiglia viene applicato in primo luogo un processo meccanico (riduzione della bottiglia in scaglie) seguito da un processo di riciclo di tipo chimico, che comporta la rottura del materiale a livello molecolare e poi la ri-polimerizzazione del materiale di partenza. Mentre il riciclo chimico è più energivoro rispetto al traino meccanico, la qualità della fibra risultante tende ad essere maggiormente prevedibile. Le fibre di poliestere ottenute oggi attraverso il riciclo chimico possono raggiungere la stessa qualità di quelle vergini.

L'innovazione nel riciclo può essere spesso rintracciata più nel processo di riciclaggio stesso che nella fibra ottenuta. *Il riciclo meccanico polimerico* viene effettuato tramite fusione ed estrusione di tessuti costituiti da fibre mono-materiali a base di plastica. A partire dalla progettazione, questo processo non è in grado di filtrare i coloranti e gli agenti contaminanti, come ad esempio le sostanze pericolose. *Il riciclo chimico monomerico* rompe i polimeri in singoli monomeri o altri materiali che possono poi servire come fonte di partenza per produrre polimeri di qualità pari a quella vergine.

Coloranti, piccole quantità di fibre secondarie e altri contaminanti possono essere rimossi durante il processo. La maggior parte degli indumenti sono costituiti da una combinazione di miscele di fibre. Un esempio è costituito dal policotone, una combinazione tipicamente costituita per il 35% da poliestere e per il 65% da cotone. La separazione di fibre miste durante il processo di riciclaggio spesso rappresenta una sfida. WornAgain spera di superare questo ostacolo e fornire una tecnologia in grado di separare fibre, coloranti e altri contaminanti dal tessuto.

Lo smistamento manuale ai fini del riciclo tessile è stata praticata per un periodo di tempo molto lungo, ad esempio a Prato in Italia e in Panipat in India. L'industria di Prato è nota per il riciclo di miscele di lana e cashmere, mentre Panipat è conosciuto per il riciclo di cotone, poliestere e molti altri tipi di tessuti. Gli indumenti vengono riciclati in nuovi filati attraverso processi meccanici (lacerazione o sfilacciamento).

Questo processo di riciclo riduce la lunghezza originale della fibra e dunque il filato prodotto sarà di qualità inferiore rispetto ai filati di fibre vergini. Solo i filati prodotti da indumenti composti da un unico tipo di fibra possono essere utilizzati (in maggioranza miscelati con fibre vergini) in nuovi prodotti tessili per ottenere una qualità simile a quelli vergini. I filati prodotti da indumenti composti

da diversi tipi di fibre possono essere utilizzati in prodotti tessili riciclati ma di qualità inferiore come supporti per tappeti o coperte.

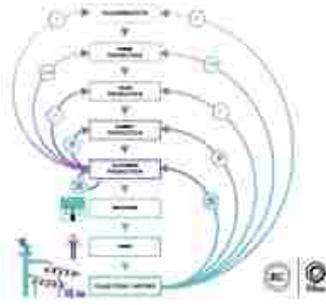


Figura 3.7.3. Il riciclo di tessuti può catturare valore a vari livelli



Figura 3.7.4. "Cenciaioli" - mercanti di tappeti di Prato

Tecnologie di smistamento di capi di abbigliamento e rifiuti tessili domestici

I capi di abbigliamento e i tessuti per la casa post-consumo sono attualmente raccolti attraverso varie vie come donazioni, bidoni comunali, raccolta presso negozi, attività di raccolta online e raccolta porta a porta di sacchi di beneficenza. Questre modalità di raccolta sono comuni alla maggior parte dei paesi in Europa, ma si deve riconoscere che vi è un'ampia differenza da paese a paese a seconda del loro livello di sviluppo e di efficienza, che riflette in parte le differenze di impegno da parte di enti pubblici e consumatori. Di solito, una minoranza dei prodotti raccolti è venduta sul mercato di seconda mano, mentre la restante parte dei prodotti ancora in buone condizioni viene esportata in altri paesi. Gli indumenti non più indossabili costituiscono una larga parte, quasi la metà della totalità dei prodotti. Gli indumenti e i tessuti domestici raccolti vengono successivamente inviati ai classificatori, dove vengono smistati manualmente in base a diversi criteri:

- Indossabili (capi di abbigliamento integri che possono essere indossati nuovamente) o non indossabili (riciclabili).
- I capi ancora indossabili sono smistati in base a qualità/design/stato/stile, utilizzando fino a 350 differenti criteri.
- I capi non più indossabili sono smistati secondo diversi criteri basati sul tipo di materiale, come ad esempio quelli realizzati in un unico tipo di fibra (puro cotone, lana pura ecc.), secondo la tipologia di fibre che li compone in maggioranza (ricco di cotone, ricco di lana ecc.) o alle miscele di fibre. Questi possono inoltre essere divisi in base al colore.

Attualmente, lo smistamento ai fini del loro riciclo degli indumenti e dei tessuti per la casa post-consumo non è molto preciso. Lo smistamento manuale si basa in larga misura sulle informazioni presenti sull'etichetta attaccata al capo di abbigliamento e tali informazioni sono spesso assenti nei capi raccolti. Etichette errate ed errori umani nel processo di smistamento manuale si aggiungono alle difficoltà nell'ottenimento della qualità richiesta. Una questione centrale riguarda la soddisfazione dei requisiti di qualità dei processi di riciclo. Questo è particolarmente critico per i tessuti riciclati, che richiedono generalmente materie prime di alta qualità. I potenziali processi di riciclo chimico delle fibre hanno generalmente bisogno di una selezione di tessuti post-consumo di elevata qualità da impiegare per produrre nuovi tessuti. Nel caso in cui esistesse una tecnologia di riconoscimento in grado di smistare il materiale da utilizzare in applicazioni tessili, questa tecnologia sarebbe una soluzione promettente per l'industria dello smistamento tessile.

Smistamento automatizzato significa costituire un processo fisico per gestire i flussi di materiale, dove un software riceve segnali da un insieme di sensori e utilizza queste informazioni per prendere decisioni autonome sul destino di ogni componente. Questo potrebbe rendere possibile raggiungere

un elevato rendimento. Tecnologie automatizzate che potrebbero essere in grado di smistare le differenti tipologie e composizioni di fibre tessili possono essere distinte in due gruppi:

- Tecnologie spettroscopiche automatizzate che identificano il materiale dal tipo e dal colore della fibra
- Smistamento basato sulle informazioni, come quello derivante dalla contrassegnazione con vettori di codice (QR o identificazione con radiofrequenza (RFID)), fornisce informazioni circa il tipo e il colore della fibra, riportando le informazioni necessarie lungo tutta la catena del valore.

Smistamento di indumenti automatizzato: tecnologia a vicino infrarosso (NIR)

Le tecnologie a smistamento ottico vengono ampiamente utilizzate in molti settori per i processi di smistamento; inizialmente sviluppate per lo smistamento della plastica, le tecnologie a vicino infrarosso (NIR), come quelle a immagine iperspettrale e spettroscopia visiva (VIS), sono state adattate al tessile al fine di smistare i capi d'abbigliamento a seconda del colore e della categoria di materiale, rappresentando attualmente la tecnologia più utilizzata per i sistemi automatizzati di smistamento dei capi di abbigliamento e dei tessili per la casa post-consumo. Poiché la marcatura dei prodotti tessili mediante vettori di codice non è ancora implementata su scala industriale, le tecnologie a vicino infrarosso sono le prime candidate per approfondire ulteriormente, nel breve termine, la cernita degli indumenti. Tali sistemi devono essere confrontati con l'odierno smistamento manuale, che fa affidamento sulle informazioni fornite sull'etichetta, al fine di riconoscere il NIR come una tecnologia qualitativamente migliore per lo smistamento dei tessili.

La spettroscopia NIR è basata su assorbimenti molecolari misurati nella parte dello spettro del vicino infrarosso. La luce a infrarossi proveniente da una sorgente di luce è parzialmente e selettivamente assorbita dalla superficie analizzata, la luce riflessa crea un spettro caratteristico di ogni tipo di fibra o sua combinazione. Lo spettro viene quindi confrontato con un database predefinito e in tal modo è possibile identificare la composizione del materiale tessile.

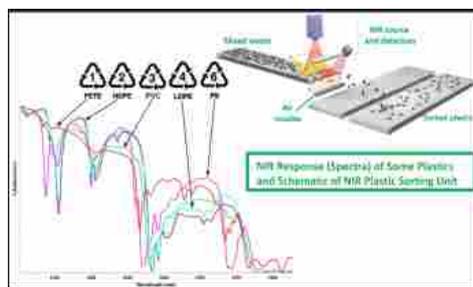


Figura 3.7.5. La spettroscopia NIR consente di identificare i diversi tipi di plastica in pochi secondi



La figura 3.7.6 Spettroscopia NIR applicata allo smistamento dei capi di abbigliamento, AUTOSORT (Tomra Sorting)

Una limitazione della NIR è data dal fatto che il vicino infrarosso può penetrare solo indumenti molto sottili. Nella maggior parte dei casi i capi sono troppo spessi per una penetrazione profonda e lo spettro ottenuto riguarda solo lo strato più esterno del capo di abbigliamento. Questo significa che il lato dell'indumento scansionato determinerà il tipo di informazioni raccolte sulla fibra. Attualmente, numerose ricerche sono state condotte da singole imprese e da compagini di progetto finanziate pubblicamente, esse hanno lavorato su impianti pilota per mettere a punto tecnologie applicabili a livello industriale per un accurato riconoscimento delle fibre.

I progetti conclusi di recente o attualmente in corso comprendono:

- [SIPTex](#), progetto di ricerca svedese di tipo sperimentale che coinvolge il Boer Group e finalizzato a valutare il processo di smistamento automatizzato attraverso la costruzione e la messa in opera di una struttura pilota per un periodo di 12 mesi. L'attrezzatura per il riconoscimento e lo smistamento si basa sulla tecnologia del vicino infrarosso (NIR).
- [FIBERSORT](#), progetto finanziato tramite il programma UE Interreg per l'Europa nord-occidentale allo scopo di convalidare la tecnologia Fibersort attraverso l'applicazione della tecnologia spettroscopica Valvan's NIR, allo scopo di affinare modelli software e ottimizzare la libreria dei materiali.
- [RESYNTEX](#), progetto di ricerca finanziato dal programma UE Horizon 2020 e condotto dal gruppo SOEX, la prima impresa al mondo nella raccolta e nello smistamento dei rifiuti tessili.

Smistamento automatizzato degli indumenti: le tecnologie basate sull'informazione

Al fine di garantire una elevata qualità dei materiali per i prodotti tessili riciclati, è fondamentale avere a disposizione informazioni dettagliate in merito ai materiali di seconda mano, dati che attualmente non sono a disposizione per i rifiuti tessili post-consumo. Le recenti innovazioni legate alla gestione dell'Internet delle Cose (Internet of Things IoT) offre tecnologie potenzialmente applicabili al settore tessile al fine di fornire dati relativi alla composizione dei materiali e ai processi in corso. Infatti, le tecnologie digitali sono in grado di supportare uno smistamento più accurato dei prodotti tessili attraverso un maggiore accesso alle informazioni, tuttavia, è fondamentale che esse siano tenute in considerazione fin dalla fase di progettazione o di fabbricazione per essere utilizzate efficacemente; l'adozione di passaporti di prodotto e l'etichettatura dei materiali in fase di progettazione potrebbe migliorare significativamente il materiale di recupero. Mentre i produttori di indumenti più consapevoli sono disposti a fornire informazioni sulla composizione dei loro prodotti e dunque stanno introducendo tecnologie per l'etichettatura digitale, i maggiori ostacoli nella diffusione di queste tecnologie all'intera industria, possono essere rintracciati nel livello inferiore della catena di approvvigionamento e dunque nei fornitori di materie prime, cioè al livello di fibra. Tuttavia, l'etichettatura molecolare e i sistemi di autenticazione sono stati adottati da una vasta gamma di industrie. Le marcature molecolari del DNA possono essere incorporate nelle materie prime o applicate sulla superficie di praticamente ogni oggetto. Ogni marcatore molecolare customizzato è formulato specificamente al fine di rispecchiarlo strettamente ed essere ottimizzato per supportare autenticazioni multiple lungo tutta la catena di approvvigionamento. Inoltre queste recenti innovazioni, una volta adottate su larga scala, offriranno finalmente la possibilità di identificare e tracciare l'origine e la trasformazione delle materie prime attraverso l'intera catena del valore: le tecnologie Blockchain assegnano ad ogni prodotto un univoco ID digitale o token che consente di tracciare i materiali e gli indumenti attraverso la catena di approvvigionamento. Salvando tutti i dati su uno schedario decentralizzato, si rendono incorruttibili le informazioni che interessano l'intero processo.



Figura 3.7.7. Tecnologia digitale per identificare e tracciare la composizione dei materiali tessili



Figura 3.7.8. Tracciabilità del prodotto grazie al blockchain

Prossimi passi

Lo smistamento dei capi di abbigliamento e dei tessuti per la casa post-consumo in relazione alla tipologia di materiale rappresenta un enorme sfida, mentre le procedure attuali necessitano di miglioramenti per aumentare il tasso di riciclo dei rifiuti tessili. Un accurato e rapido smistamento degli indumenti potrebbe essere fortemente sostenuto da tecnologie per la tracciabilità universalmente allineate. Fino a quando questo non viene attuato su larga scala, il continuo sviluppo e l'introduzione di tecnologie a selezione ottica potrebbe aumentare la velocità di smistamento degli indumenti, oggi prevalentemente effettuata manualmente. Inoltre, sarebbero necessarie linee guida comuni a livello globale sull'etichettatura dei capi d'abbigliamento, per garantirne l'applicazione universale nello smistamento di qualsiasi flusso di materiale. Le linee guida dovrebbero inoltre includere informazioni sull'integrazione di nuove tecnologie come l'e-tessile o il RFID, in modo da consentire di disassemblare facilmente e recuperare i materiali dopo l'uso. Ma soprattutto, i progettisti devono tenere in considerazione l'intero ciclo di vita di un prodotto per garantire la re-integrazione dei rifiuti tessili come materiale di seconda mano all'interno di un'industria della moda a ciclo chiuso. Fortunatamente, un crescente numero di brand ha iniziato a formare i propri team di progettazione in merito alla durabilità del prodotto, al riutilizzo e al riciclo, in modo che la circolarità possa diventare l'anima dei processi di progettazione.

Strategie per superare gli attuali ostacoli devono essere implementate principalmente in fase di progettazione, al fine di:

- *Controllare la catena di approvvigionamento* utilizzando solo materiali prodotti in azienda o flussi di riciclo prefissati/chiusi
- *Tracciare i materiali* assicurando la fornitura delle informazioni sulle materie prime ed i processi di trasformazione attraverso il passaporto del materiale e le tecnologie digitali;
- *Progettare per il riciclo* creando indumenti monomateriali o permettendo un semplice processo di disassemblaggio e il riconoscimento delle materie prime utilizzate nel prodotto commercializzato.

Riferimenti

1. Global Fashion Agenda and the Boston Consulting Group. Pulse of the fashion industry. 2018.
2. Gould, H. Waste is so last season: recycling clothes in the fashion industry. The Guardian, 2015.
3. Fletcher, K. Sustainable Fashion & Textiles: *Design Journeys*. Earthscan. 2008, p.35.
4. Wedin, H. et al. Best available techniques for large scale operational technology to automatically sort non-traceable recycled textiles. Trash-2-Cash, 2017.
5. Gwozdz, W. et al. An environmental perspective on clothing consumption: consumer segments and their behavioural patterns. Trash-2-Cash, 2017.
6. Corporate Press Release. RadiciGroup delivers a 100% nylon, 100% recyclable garment to its Ski Club athletes and coaches: a circular economy runs in the family. RadiciGroup Press Office, 24 May 2018.
7. Wedin, H. et al. Best available techniques for large scale operational technology to automatically sort non-traceable recycled textiles. Trash-2-Cash Deliverable 4.1, 2017.
8. Ellen MacArthur Foundation. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. 2017.
9. Eon – Group. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.eongroup.com>.
10. Provenance: Every product has a story. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.provenance.org>.
11. Ellen MacArthur Foundation. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>.
12. Allied Scientific Pro | Spectroscopy, Imaging, Lasers, Light Measuring. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://alliedscientificpro.com/>.
13. The rag merchant | Città di Prato. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.cittadiprato.it/en/Sezioni/content.aspx?XRI=296>.

3.8. Sostituzione delle sostanze chimiche pericolose

Josep Casamada, Ariadna Detrell, AEI Tèxtils, Spagna

Introduzione

L'industria tessile utilizza da tempo diversi prodotti chimici per la finitura e gli altri processi tessili (colorazione, funzionalizzazione). Alcuni di essi possono avere effetti potenzialmente nocivi per l'ambiente e per la salute umana, sia per i lavoratori che per i consumatori finali nelle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto. La presenza di alcune di queste sostanze chimiche nocive, limita inoltre la riciclabilità dei prodotti tessili e ne aumenta l'impatto ambientale complessivo.

L'agenzia chimica svedese ha individuato oltre 3.500 sostanze utilizzate nell'industria tessile. Per oltre 1.000 di esse non ci sono informazioni disponibili per via della riservatezza delle diverse formule utilizzate. Circa il 10% delle sostanze identificate (più di 250) presenta proprietà pericolose o per il loro l'impatto sull'ambiente o per la salute umana.

Le principali sostanze oggetto di preoccupazione includono:

- La formaldeide che può essere rilasciata nei processi di finissaggio e in quelli relativi alla resistenza al raggrinzimento
- I prodotti chimici perfluorurati utilizzati per conferire repellenza all'acqua e alle macchie
- I bromurati e i prodotti alogenati usati nei ritardanti di fiamma
- Il triossido di antimonio utilizzato come prodotto ausiliario ai ritardanti di fiamma
- I biocidi utilizzati per fornire proprietà antimicrobiche e ridurre gli odori
- Taluni coloranti derivati da Azo- chimiche
- Le nanoparticelle utilizzate in svariate applicazioni

Mentre alcuni di questi prodotti sono già stati eliminati gradualmente, volontariamente o tramite regolamenti e restrizioni, alcuni vengono ancora impiegati sul mercato a causa della mancanza di informazioni circa le sostanze utilizzate e il loro potenziale impatto.

La regolazione delle sostanze pericolose è stata armonizzata a livello UE attraverso l'Agenzia europea delle sostanze chimiche (ECHA) con il regolamento REACH e la classificazione, etichettatura e imballaggio di sostanze e miscele (CLP).

Approccio alla sostituzione

Esistono diversi approcci per la mitigazione dei rischi, dall'eliminazione (cioè smettendo di utilizzare quella sostanza pericolosa nel prodotto) a misure cautelative per ridurre l'esposizione, attraverso l'utilizzo di dispositivi di protezione.

Se il pericolo non può essere eliminato direttamente (cioè non è possibile smettere di utilizzare la sostanza) perché il prodotto necessita di certe proprietà, allora il secondo livello di riduzione del rischio è rappresentato dalla sua sostituzione con un altro meno pericoloso. Per effettuare questa sostituzione, Tickner *et al* propone l'uso di diversi livelli di sostituzione funzionale dettati da misure di attenuazione dei rischi.

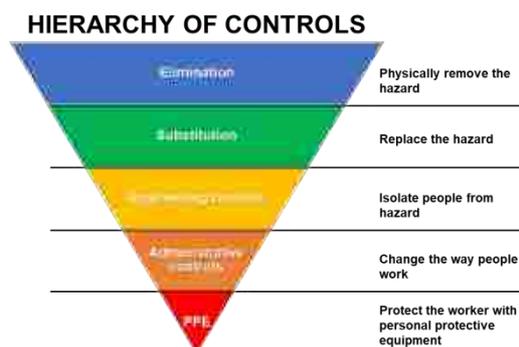


Figura 3.8.1. Gerarchia dei controlli

Tabella 3.8.1. Approccio alla sostituzione funzionale. Adattato da Tickner et al.

Livello di sostituzione funzionale	Sostanza chimica nel prodotto o nel processo
Funzione chimica (Variazione chimica)	Esistono sostituti chimici funzionalmente equivalenti? Risultato: sostituzione chimica
Eliminazione della funzione (Modifica del materiale, prodotto, processo)	Vi è un altro modo per ottenere la funzione svolta dal componente chimico nel prodotto/processo? Risultato: Riprogettazione del prodotto/processo, variazione del materiale
Funzione in qualità di servizio (Modifica del sistema)	La funzione/processo è necessario? Esistono approcci alternativi che potrebbero raggiungere lo stesso scopo? Risultato: sistema/processo alternativo

La sostituzione della funzione chimica deve essere adeguatamente ottenuta attraverso studi approfonditi che valutino sostanze chimiche alternative in grado di mitigare i rischi al fine di evitare sostituzioni "deplevoli", in cui il sostituto è ugualmente o anche più pericoloso rispetto a la sostanza iniziale. Un esempio tipico di sostituzione deplevole è il caso del bisfenolo A (BPA) sostituito dal bisfenolo S (BPS) in seguito ritenuto altrettanto tossico. Le sostanze prioritarie a livello di sostituzione sono valutate in relazione a pericoli identificati, ma le alternative presentano pochi o nessun dato disponibile, rendendo la sostituzione di difficile valutazione.

Pertanto, uno studio adeguato delle alternative deve valutare aspetti tecnici e ambientali prima di attuare qualsiasi sostituzione. Questo processo può essere costoso per le piccole e medie imprese se condotto singolarmente. Per affrontare tale gap finanziario, una possibile soluzione potrebbe essere quella di adottare un approccio basato su cluster in modo da rintracciare collettivamente le soluzioni migliori a disposizione, come è il caso dei progetti MIDWOR-LIFE e LIFE-FLAREX.

Casi studio

Caso studio 1: MIDWOR-LIFE sostituzione dei PFC nei repellenti all'acqua e all'olio

Le DWOR, Resistenti all'Acqua e Olio repellenti, sono finiture tessili composte principalmente da lunghe catene di polimeri di fluorocarbonio (sostanze chimiche perfluoridriche o PFC) utilizzate per realizzare tessuti con proprietà idrofobiche e/o oleorepellenti. La maggior parte dei prodotti di uso comune, fino ad anni recenti, erano basati sull'utilizzo dell'acido perfluorooctanoico (PFOA) e prodotti analoghi. Questo si è rivelato essere altamente pericoloso per la salute umana e per l'ambiente a causa della sua tossicità nella fase di riproduzione, la sua persistenza e il suo bioaccumulo.

Il rilascio di PFC nell'ambiente può verificarsi durante tutta la durata della vita dei prodotti tessili, dalla produzione della stessa DWOR fino allo smaltimento finale del prodotto alla fine del suo ciclo di vita. La grande stabilità del C-F bond dona ai composti perfluorurati le proprietà necessarie per essere ampiamente impiegati nelle applicazioni industriali. Questa stabilità è responsabile della bioaccumulazione di PFC lungo la catena alimentare e la sua distribuzione a livello globale. Il trasporto a lungo raggio e i meccanismi di ossidazione sono stati, in passato, ampiamente analizzati al fine di determinare le possibili vie di trasporto di questi composti, le loro trasformazioni e il rischio sia per la salute umana che per quella animale. La presenza di PFC è stata segnalata in luoghi molto lontani dalle sorgenti di emissione come può essere la regione Artica. A differenza di altri inquinanti persistenti monitorati nell'ambiente, i PFC utilizzati nei prodotti commerciali non sono quelli rilevati nell'ambiente (PFCA, PFSA, ecc.). Nell'esempio, i PFCA PFSA costituiscono composti di degrado derivanti da prodotti commerciali (ossia fosfati fluorurati tensioattivi) o da composti utilizzati per la fabbricazione di prodotti commerciali (es. alcoli fluorurati e acrilati). PFOS e PFOA sono i soli composti rilevati nell'ambiente, prodotti in grandi quantità.

Per questi motivi il PFOA e i prodotti derivati sono stati inclusi, a livello UE, nella lista delle restrizioni (Allegato XVII del REACH) e sono stati classificati nella convenzione di Stoccolma come inquinanti organici persistenti (POP). Anche altre agenzie ambientali al di fuori dell' Europa le hanno incluse nei rispettivi regolamenti. Allo stesso modo i sostituti presenti attualmente sul mercato, principalmente basati su catene di fluorocarburo più corte (C6), sono sotto il radar regolamentare e alcune autorità nazionali hanno avviato la procedura per includerli nell'elenco delle restrizioni REACH a causa della loro similarità con le catene di PFC più lunghe e una sostituzione potenzialmente deplorable.

Al fine di supportare le aziende tessili ad affrontare questo problema, tre cluster tessili (AEI Tèxtils, Clutex e Pointex) hanno unito le loro forze con centri di ricerca (LEITAT, CETIM e CSIC-IQAC) nell'ambito del progetto MIDWOR-LIFE allo scopo di analizzare le diverse alternative, sia in ottica tecnica che ambientale, e formulare raccomandazioni per l'industria e i decisori politici. Il progetto è stato co-finanziato dalla Commissione Europea nell' ambito del programma LIFE. La sensibilizzazione dell'industria tessile ha rappresentato un altro degli obiettivi del progetto, al fine di consentire una decisione informata riguardo la sostituzione.

Sono state selezionate diverse alternative e prodotti di riferimento per cinque diverse applicazioni tessili: automotive, sportswear, moda, abbigliamento da lavoro e tessuti per la casa.



Figura 3.8.2. Caratteristiche dei tessuti e applicazioni tessili selezionate

Al fine di valutare l'impatto ambientale dei diversi prodotti a condizioni rilevanti, il team ha fatto eseguire prove su scala industriale in sei aziende che hanno collaborato con il consorzio: Inotex e Nanomembrane, dalla Repubblica ceca, Biella manifatture tessili e Tintoria e Finissaggio 2000, dall'Italia, e E. Cima e Hidrocolor, dalla Spagna.

L'impatto ambientale delle diverse DWORs e le relative alternative sono state analizzate con la metodologia della valutazione del ciclo di vita (LCA) utilizzando sei scenari per confrontare l'impronta ecologica e l'impatto di tre DWOR fluorurati (C8, C6 e perfluorosilicone) e tre alternative ad assenza di fluoro (silicone, dendrimero e paraffina). I risultati della LCA hanno rivelato l'incidenza significativamente più elevata di tutti i fluorurati DWOR, con i composti relativi ai PFC che contribuiscono largamente alla tossicità sull'uomo e il potenziale assottigliamento dell'ozono veicolato dal fluoro. D'altro canto, tutti i prodotti analizzati privi di fluoro hanno presentato un impatto ambientale fino al 97% minore rispetto ai prodotti C8. Nonostante la LCA abbia presentato alcune limitazioni causate dalle incertezze sull'esatta composizione dei prodotti commerciali, i risultati forniscono sufficienti prove circa un minore impatto dei composti chimici privi di fluoro rispetto ai fluorurati. Tuttavia tra i prodotti privi fluoro analizzati, i risultati si sono attestati sullo stesso ordine di grandezza e non è stato possibile identificare il prodotto migliore.

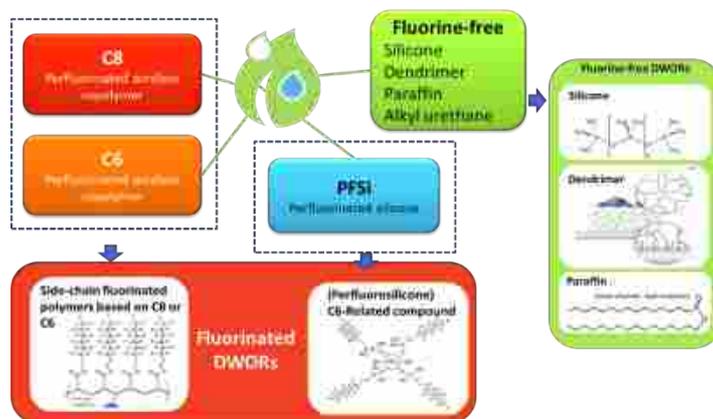


Figura 3.8.3. prodotti DWOR analizzati nel progetto MIDWOR-LIFE

La prestazione tecnica dei diversi prodotti è stata valutata mediante spray test e test a olio utilizzando gli standard di settore. I risultati chiave sono riassunti nella figura 3.8.4.

			AUTO	SPORT / WORK	HOME	FASHION
AATCC 22, UNE EN ISO 4920			Polyester nonwoven	Polyester knitted	Polyester woven	Wool woven
Water repellency	PFCs	C8	3,5	4,5	5	3
		C6	5	4,5	3	3
		PFSi	2,5	4,5	4,5	not tested
	F-free	Silicone	3	2	not tested	not tested
		Dendrimer	2,5	4,5	2,5	2
		Paraffin	2	0,5	2,5	2,5
		Alkyl urethane	2	2	4,5	not tested
AATCC 118, UNE EN ISO 14419			Polyester nonwoven	Polyester knitted	Polyester woven	Wool woven
Oil repellency	PFCs	C8	8	5,5	6,5	0
		C6	6,5	5,5	2	2,5
		PFSi	6,5	5	6	not tested
	F-free	Silicone	0	0	not tested	not tested
		Dendrimer	0	0	0	0
		Paraffin	0	0	0	0
		Alkyl urethane	0	0	0	not tested
		Unwashed	10 washing cycles + ironing	10 washing cycles + ironing*	1 dry cleaning cycle + ironing	

* Only the industrial samples have been ironed -- Bold indicates results from tests performed on the industrial demonstration

Figura 3.8.4. Risultati tecnici dei differenti prodotti testati nel progetto MIDWOR-LIFE

I risultati tecnici hanno rivelato che i prodotti alternativi possono eguagliare le prestazioni dei PFC se accompagnati da un'adeguata selezione del prodotto-tessuto, rendendoli idonei sostituti per garantire la fuoriuscita idrorepellente. Tuttavia, in merito all'olio repellente, nessuno dei prodotti liberi da fluoro potrebbe assicurare performance neanche vicine a quelle dei PFC. Così, ritornando alla tavola della sostituzione funzionale di Tickner, ci si dovrebbe chiedere se tale funzionalità è necessaria o se si può procedere alla re-ingegnerizzazione al fine di escludere tale proprietà. Alcune delle applicazioni finali testate potrebbero chiaramente escludere la funzionalità richiesta (moda, abbigliamento sportivo) in quanto non si tratta di un aspetto indispensabile. Tuttavia, l'abbigliamento protettivo da utilizzare su un luogo di lavoro potenzialmente esposto alla presenza di oli potrebbe continuare a richiedere l'utilizzo di soluzioni perfluorurate. Pertanto un ulteriore riesame dell'esposizione del lavoratore ad oli, es. controlli tecnici, potrebbe essere necessario per eliminare questa funzione della finitura.

Caso studio 2: LIFE-FLAREX verso ritardanti di fiamma meno nocivi

I ritardanti di fiamma (FR) sono prodotti che inibiscono, sopprimono, e/o ritardano la generazione delle fiamme impedendo la propagazione di incendi che potrebbe scaturire da processi di finissaggio tessile. Questa proprietà è di fondamentale importanza per la sicurezza, in quanto permette di estendere il tempo di fuga in caso di incendio. Gran parte delle sostanze chimiche FR più altamente performanti sono basate sul bromo, esse liberano formaldeide o contengono antimonio e sono oggi riconosciuti come contaminanti globali associati a effetti avversi per la salute animale ed umana, quali disturbi nel sistema endocrino e tiroideo, immunotossicità, tossicità riproduttiva, cancro ed effetti negativi sul feto e sullo sviluppo del bambino compresa le funzioni neurologiche. L'ECHA ha già limitato o vietato diversi bromurati FR (PentaBDE e OctaBDE, TRIS, PBB, Deca-BDE, acido borico, paraffine clorate a catena corta, TCEP, HBCD).

I prodotti alternativi disponibili alla sostituzione di tali sostanze includono formulazioni a base di fosforo e composti di azoto, nanotecnologia (cioè nanoargille), prodotti liberi da formaldeide, che sono considerate alternative maggiormente ecologiche. Tuttavia, esse potrebbero presentare scarse performance per le applicazioni più esigenti.

AEI Těxtils ha lanciato il progetto LIFE-FLAREX (co-finanziato dal programma LIFE della Commissione Europea) in collaborazione con altri tre cluster (ATEVAL, Clutex e Pointex) e tre istituti di ricerca (LEITAT, CSIC-IQAC e Centexbel). La metodologia del progetto si fonda sui risultati di MIDWOR-LIFE al fine di contribuire a mitigare gli impatti che i composti tossici FR utilizzati nell'industria tessile e in particolare nei tessuti per la casa destinati agli edifici pubblici (contratto), causano sull'ambiente e la salute degli ecosistemi europei. LIFE-FLAREX, sta analizzando le alternative da un punto di vista tecnico e ambientale, tenendo in considerazione l'impatto sulla salute e la migrazione dei prodotti utilizzando modelli in vitro. Ulteriore novità portata da LIFE-FLAREX è l'organizzazione di un workshop che ha coinvolto gli stakeholder europei fin dalle fasi preliminari del progetto, consentendo il coinvolgimento di diverse aziende chimiche che hanno testato e valutato i potenziali sostituti, e di aziende tessili destinate a divenire i primi tester di questi sostituti.

Questo progetto ha posto come target alcune applicazioni finali, al fine di dimostrare la maggiore sicurezza delle alternative FR: tende, tappezzeria, fodere per materassi e lenzuola. Tali applicazioni finali sono state scelte per la loro rilevanza (dal punto di vista dell'innescò e della propagazione degli incendi) e al fine di considerare diversi tipi di materiali tessili.

Il progetto ha inoltre selezionato un gruppo di sostituti "intermedio", i polimeri alogenati, considerati dai produttori di sostanze chimiche più sicuri, per la loro natura polimerica, rispetto ai classici composti alogenati, ma non essendo disponibili dati sul grado di tossicità per la salute dell'uomo non è possibile prendere una decisione consapevole. Tali alternative sono state scelte per via della crescente domanda da parte del settore tessile per l'utilizzo di prodotti "analoghi" o

facilmente sostituibili. Pertanto, il team di progetto ha deciso di aggiungere questa soluzione "intermedia" al fine di valutare correttamente sia le prestazioni che la sostenibilità in modo da consentire all'industria di effettuare una sostituzione informata.

La grande diversità di prodotti tessili e applicazioni rende necessaria la realizzazione di valutazioni di tipo olistico indirizzate alla sostituzione di sostanze chimiche pericolose. I due casi studio presentati riguardano soluzioni mirate verso particolari applicazioni da considerare rappresentative. Ciò nonostante, esistono molte applicazioni e sub-applicazioni aggiuntive di tali prodotti all'interno dei diversi settori, in termini di materiali (ovvero altre composizioni di tessuto) e prestazioni richieste.

La principale raccomandazione e gli insegnamenti derivanti da entrambi i progetti è rappresentata dalla necessità di stabilire un equilibrio e razionalizzare i requisiti in fase di progettazione al fine di trovare un equilibrio tra impatto ambientale e caratteristiche tecniche a seconda dell' applicazione finale dei materiali tessili trattati.

Riferimenti

1. Swedish Chemicals Agency. *Chemicals in textiles – Risks to human health and the environment*. 2014, Report No. 6/14.
2. Nijkamp, M. , Maslankiewicz, L., Delmaar, J.E., Muller, J.J.A. National Institute for Public Health and the Environment (NL). *Hazardous substances in textile products*. **2014**, RIVM Report 2014-0155.
3. Tickner, J.A., Schifano, J. N., Blake, A., Rudisill, C., Mulvihill, M. J. Advancing Safer Alternatives through Functional Substitution. *Environmental Science & Technology*. 2015, *49* (2), 742-749.
4. Zimmerman, J. B., Anastas, P. T. *Toward substitution with no regrets*. *Science*. 2015, *347* (6227), 1198-1199.
5. Butt, C. M., Berger, U., Bossi, R., Tomy G. T. Levels and trends of poly- and perfluorinated compounds in the arctic environment. *Science of the Total Environment*. 2010, *408*, 15, 2936-2965.
6. MIDWOR-LIFE project deliverables: <https://www.midwor-life.eu>.
7. OECD Chemical safety <http://www.oecd.org/chemicalsafety/>.
8. Shaw, S.D., Blum, A., Weber, R., Kannan, K., Rich, D., Lucas, D., Koshland, C.P., Dobraca, D., Hanson, S., Birnbaum, L.S. *Halogenated flame retardants: Do the fire safety benefits justify the risks?*. *Rev Environ Health*. 2011, *73*, 2036-2039.
9. Beard, A. North America: An update on regulatory status and environmental assessments. Searching for safe. FR. Clariant, 2014.
10. LIFE-FLAREX project deliverables: <https://www.life-flarex.eu>.

Capitolo 4

L'E-commerce

A cura di:

Desiree Scalia

&

Milašius Rimvydas

4.1. Logistica online (moda)

Sofia Papakonstantinou, CRE.thi.DEV., Grecia

Introduzione

Il ritmo del cambiamento nel corso dell'ultimo decennio nei confronti dello shopping online si è accelerato nella misura in cui gli sviluppi multicanale offrono la sfida principale per i rivenditori di moda del presente. Rapporti recenti dimostrano che in alcuni paesi come il Regno Unito, quasi il 50% dei consumatori acquista capi di abbigliamento sul web. L'iniziale atteggiamento reticente da parte dei venditori è riconducibile alla mancanza di fiducia nella vendita di vestiti e scarpe online, soprattutto per il basso costo dei materiali. Tuttavia, la crescita e il successo di operatori online sul piano internazionale come ASOS (Regno Unito), Zalando (Germania) e Alibaba (Cina) ha fatto sì che i rivenditori di moda in tutti i settori siano stati costretti ad accogliere la rivoluzione digitale. I rivenditori della cosiddetta "fast fashion" hanno riconosciuto con tempistiche molto lunghe il potenziale della vendita online principalmente perché i loro modelli di business sono stati orientati al servizio di un ambiente riconducibile al classico negozio. Ad esempio, Zara è entrata in ritardo nel mondo delle vendite online al dettaglio (2010). Analogamente, le aziende di moda extra lusso erano preoccupate del fatto che tali articoli costosi potessero essere venduti online. Ma una presenza online significa più che vendere e, come Burberry ha dimostrato, fornisce un mezzo per impegnarsi con il cliente attraverso podcasting di sfilate di moda e ricezione di feedback da parte dei clienti su Facebook e Twitter.

Multicanale

Tutti i settori della moda stanno ora adottando la vendita al dettaglio multicanale (cosiddetta *omni-channel*) in quanto i consumatori desiderano conoscere i prodotti da più fonti e sono disposti ad acquistare e restituire beni attraverso un'ampia varietà di canali. Il rivenditore, in tal modo, si impegna ad integrare l'intero business per servire il cliente in modo che i negozi non siano più solo unità funzionali che vendono prodotti, ma centri di informazione, vetrine di ispirazione e punti di raccolta per acquisti e resi online.



Figura 4.1. Rappresentazione della vendita *omni-channel*

Durante il periodo di recessione, le chiusure dei negozi sono state documentate all'interno dei report aziendali come processo di migrazione delle vendite online. Questa tendenza ora sta rallentando e in effetti potrebbe essere addirittura invertita in futuro. Le aziende con una forte presenza online stanno valutando i loro portfolio di filiali al fine di massimizzare le vendite online: pertanto, quelli con una forte offerta *click-and-collect* sperano di migliorare il marchio e incrementare le vendite in negozio al momento del ritiro. In alcuni casi è stato suggerito di aprire in futuro due diversi tipi di negozi: il flagship store più esperienziale, innovativo e orientato

all'intrattenimento e un hub multicanale che si concentrerà maggiormente sulla funzionalità: cliccare, ritirare e restituire.

I social media

Il giusto equilibrio raggiunto tra l'utilizzo di negozi, e-m-commerce e social media guiderà le vendite future nel campo della moda. Sebbene la tecnologia mobile sia diventata più importante in molte decisioni di acquisto, nel settore moda, le dimensioni dello schermo e la risoluzione rendono gli smartphone meno scelti rispetto a tablet e laptop. Tuttavia, le vendite sono il risultato finale di un processo di ricerca condotto dai clienti, influenzato da familiari e amici, inclusi Facebook e altri social media. I rivenditori stanno diventando più proattivi nel comunicare con i loro clienti con l'avvento della tecnologia Web 2.0 in maniera tale che il feedback su nuove gamme, esperienze di negozi, progettazione di siti Web possa aiutare le aziende a migliorare la loro offerta al dettaglio.

Una componente diventata importantissima in tal senso è il ruolo del blog di moda perché "la moda e le tendenze sono principalmente guidate dall'ispirazione tra pari". Mentre le aziende di moda producono blog aziendali per fornire spunti sui nuovi sviluppi nelle proprie attività per informare stakeholder, i *fashion blogger* indipendenti sono in competizione con le riviste di moda tradizionali come opinionisti e fonte di PR per i rivenditori di moda. I blogger hanno una forte influenza sul comportamento di acquisto attraverso le loro raccomandazioni online e passaparola. Ciò ha portato i rivenditori a collaborare con i principali blogger più o meno allo stesso modo dei giornalisti esperti di moda, assegnando loro posti privilegiati per assistere a sfilate di moda dei designer e fornendo prodotti da inserire nei blog. Poiché i blogger generano molte più visualizzazioni di pagina rispetto alle riviste di moda, sono stati presi di mira dalle aziende del comparto *fashion* al fine di promuovere i loro marchi.

Inoltre, la ricerca primaria ha dimostrato che le donne generalmente si fidano di ciò che le altre donne pensano sui vestiti e sono di solito alla ricerca di un consenso sociale del proprio abbigliamento. Molte aziende, come Pinterest e Fitbay, stanno fornendo piattaforme social agli acquirenti di abbigliamento per lo stile e la connessione. Prendiamo ad esempio Fitbay, i consumatori online possono inserire da soli le informazioni di misurazione e forma del corpo e cercare blogger alla moda con dimensioni e proporzioni corporee simili. Pinterest non si concentra sul mercato dell'abbigliamento, ma molte donne usano questa piattaforma per condividere i propri gusti a riguardo.

Gestione dei resi

La sfida è non solo sopravvivere ma anche crescere in questo ambiente affollato e super competitivo. Per farlo, le aziende sono costrette a tagliare i costi e aumentare le vendite mediante una solida piattaforma e-commerce. Uno dei più gravi problemi legato ai costi che l'industria sta affrontando è l'alto tasso di rendimento delle vendite online. I resi aumentano i costi e la complessità e deprimono la soddisfazione dei clienti. Quasi il 20-30% dei capi di vestiario ordinati online vengono restituiti dai consumatori. Il costo di gestione di ogni reso varia da \$3 a \$12 in termini di riconfezionamento, spedizione e rifornimento.

I rivenditori stanno dedicando maggiore attenzione e maggiori risorse alla logistica dei resi cercando di trarre più valore possibile dalle merci restituite. I costi medi di logistica inversa del rivenditore per i beni di consumo sono pari a una media dell'8,1% delle vendite totali.

Fino ad oggi, il problema dei resi per le aziende di abbigliamento è salito a \$ 1,4 miliardi di dollari, il che ha creato enormi opportunità commerciali. Diverse aziende hanno adottato approcci diversi per risolvere questo problema, la maggior parte delle quali si è concentrata sull'evitare la probabilità di reso. Considerando che circa il 70% dei rendimenti sono correlati, molte aziende sono focalizzate nel migliorare l'esperienza di adattamento virtuale per i consumatori. Molte società stanno esplorando il lato sociale emergente dello shopping online, mentre altre stanno sfruttando la crescente cultura del reso dei consumatori online.

Logistica inversa al dettaglio

La logistica inversa è stata tradizionalmente collocata nella gerarchia della supply-chain. Fino a poco tempo fa, le aziende di abbigliamento hanno iniziato a capire che la gestione strategica della logistica inversa può avere un impatto notevole su tutte le operazioni. I resi si sono rivelati un buco nero: i clienti sono lasciati ai propri dispositivi e le aziende non ottengono informazioni in modo proattivo sui prodotti che ritornano nel loro magazzino. Per le aziende di abbigliamento, in particolare, le crescenti operazioni online significano prestare maggiore attenzione a questo processo.

Un'interfaccia intuitiva è diventata di vitale importanza per i potenziali clienti per effettuare il primo acquisto e un servizio clienti eccezionale (inclusa la policy dei resi) ha dimostrato di essere efficace per i clienti, al fine di effettuare un altro acquisto. Quasi il 90% dei clienti tornerà in un negozio dove ha avuto un'esperienza positiva. Inoltre, è stato segnalato un aumento del 357% delle vendite da resi, dove anche se i resi costano denaro in un primo momento, aumentano, a lungo termine, il profitto e la fedeltà dei clienti.

I rivenditori, spesso, non hanno processi di logistica inversa forti ed efficienti e non hanno neppure la capacità di gestire in modo proattivo i resi. Le procedure ricadono sul consumatore, che è responsabile del confezionamento dell'ordine, della spedizione e del controllo dello stato da parte del rivenditore. I rivenditori spesso non sono in grado di analizzare i dati sulla restituzione per valutare le tendenze in cui la merce viene rispedita o preparare in anticipo il proprio magazzino ad accogliere un grande volume di resi.

Ciò costituisce un'opportunità per gli esperti di logistica. Semplificano e rendono più semplice le procedure di reso per i clienti e riducono costi e complessità per i rivenditori, consentendo loro di concentrarsi sulle vendite. Ad esempio, SmartLabel di Newgistics trae profitto proprio da questo. Ogni ordine effettuato sul sito web del cliente viene fornito con una SmartLabel prepagata, preindirizzata e con codice a barre. Quando si restituisce un ordine, i clienti aggiungono una SmartLabel al proprio pacco e lo consegnano in qualsiasi luogo il servizio postale recuperi la posta. I resi vengono scansati tre volte durante questo ciclo: al ritiro, presso le strutture regionali di Newgistics e presso il magazzino del rivenditore.

Un codice a barre dinamico collega il pacco alla fattura del cliente e ne fornisce visibilità all'inizio del processo di reso, consentendo ai rappresentanti del servizio clienti di rispondere in modo proattivo alle esigenze di scambio o di credito dei clienti", afferma Dampier. Questo sistema fornisce, inoltre, visibilità per mantenere i consumatori aggiornati circa lo stato del proprio reso ed è possibile gestire le deroghe. La visibilità di questi dati consente, inoltre, all'azienda di analizzare le tendenze dei resi al fine di trovare stili o colori con prestazioni scarse e prevedere la domanda in modo più efficace.

GENCO, una società FedEx, offre ai rivenditori la possibilità di migliorare l'elaborazione dei resi per consentire ai consumatori di restituire i loro acquisti al canale scelto, consentendo un'esperienza senza interruzioni. Questa azienda è leader riconosciuta nella gestione dei resi al dettaglio. Negli ultimi tre decenni, hanno aiutato i rivenditori ad ottenere una riduzione media del 20% dei costi relativi all'elaborazione dei resi. Attraverso un software di proprietà chiamato R-Log, GENCO gestisce il flusso inverso di prodotti, informazioni e denaro per qualsiasi prodotto venduto. Ottimizza i livelli di inventario, il tempo di ciclo, le ore di lavoro e la gestione dei resi complessivi, definendo con il cliente il metodo di smaltimento appropriato per ciascun prodotto.

Esperienza di adattamento virtuale

Molte aziende stanno cercando di risolvere il problema dell'elevato tasso di reso fornendo migliori soluzioni. In questo campo vengono utilizzate varie tecnologie, che vanno dalla scansione 3D, alla realtà aumentata, alla realtà virtuale e ai big data. Alcune aziende, ad esempio, generano modelli 3D di acquirenti di abbigliamento dalle misurazioni del corpo che inseriscono in un computer o dalle cabine di scansione. In base alle dimensioni del capo dal database di sistema e alle accurate misurazioni del corpo, il computer fornisce consigli o prove virtuali agli acquirenti con la facilità di un clic del mouse. Le aziende, come TrueFit, raccolgono un enorme database di dimensioni corporee, preferenze e cronologia degli acquisti dei clienti e sono in grado di analizzare big data e dare consigli.



Figura 4.2. Spogliatoio virtuale

Il raccordo virtuale industria è molto affollato e competitivo, sia per quanto riguarda la sua tecnologia e i modelli operativi. La tabella seguente mostra i principali concorrenti e alcune funzioni chiave.

Modelli di business capitalizzati sui resi

Esiste un'altra serie di aziende che non cercano di risolvere il problema di adattamento o di ottimizzare la logistica inversa. Al contrario, capitalizzano sulla radicata cultura del reso. Queste aziende si aspettano effettivamente che il cliente effettui un reso, quindi il prezzo dei capi è più elevato per coprire i costi del reso. Il cliente percepisce un valore aggiunto con i suggerimenti di stile e gli indumenti a sorpresa. Il cliente crea un profilo e inserisce preferenze e stile: al cliente verrà inviata una box con alcuni articoli scelti e alcuni articoli a sorpresa, a seconda del piano di pagamento.

Un altro problema cui si deve far fronte è che a volte il consumatore ha effettivamente utilizzato il capo prima di restituirlo. Un'azienda che nasce da questa idea è la società di noleggio di indumenti. In questo modello, il cliente decide quale capo affittare e talvolta per quanto tempo lo manterrà. Quindi, l'indumento usato sarà rispedito a fine noleggio. Ci sono diverse aziende che puntano a segmenti di mercato diversi, come quelli spiegati in seguito. Il cliente riceve una scatola contenente l'indumento noleggiato pronto all'uso. Queste aziende addebitano commissioni o una determinata percentuale del prezzo dei capi ordinati.

Catene di valore connesse al consumatore intelligente

Modelli di produzione e distribuzione in serie in cui gli sviluppatori di collezioni, i grossisti, gli agenti di commercio o i rivenditori prendono decisioni su quale tipo di prodotti tessili e di moda i loro segmenti di consumatori target hanno maggiori probabilità di acquistare e di effettuare ordini di produzione molti mesi prima che il consumatore possa mai vedere il prodotto, sono ancora in gran parte la norma nel settore tessile e dell'abbigliamento, anche nella cosiddetta "fast fashion". Quando i prodotti non sono disponibili nelle forme o dimensioni desiderati, ciò costituisce anche fonte di frustrazione del consumatore. Inoltre, quando le loro previsioni si rivelano errate e il loro prodotto ordinato impatta contro i difficili tempi delle tendenze, ciò comporta costi enormi per le aziende. Infine, hanno anche un grande impatto ambientale, quando i prodotti invenduti o fortemente marcati atterrano rapidamente nei flussi di rifiuti o quando grandi quantità di materiali di fabbricazione in serie e prodotti finiti si trovano in scorte o sistemi di trasporto in tutto il mondo.

La nuova generazione di consumatori di oggi completamente connessa digitalmente, sofisticata, abituata a **beni e servizi personalizzati** o alla ricerca di esperienze di consumo autentiche e sostenibili guiderà gradualmente la nascita di un diverso paradigma. Un paradigma in cui è prevista la piena personalizzazione dei prodotti, in cui i venditori devono essere in grado di consegnare i prodotti alla porta del consumatore praticamente il giorno successivo, in cui i prodotti regolarmente consumati arrivano quando necessario in modo simile ad un abbonamento, in cui i prodotti possono essere affittati per un periodo di tempo limitato o condivisi in una comunità, in cui i prodotti devono raccontare una storia autentica e trasparente sulla loro realizzazione.

Tale paradigma capovolgerà il business tessile e della moda di oggi. Richiederà nuove tecnologie per la **progettazione orientata al consumatore** e lo sviluppo del prodotto, nuove tecnologie di produzione per una **produzione flessibile on demand efficiente e locale** fino alla dimensione del lotto 1, nuovi modelli di business che facilitino **l'interazione con il consumatore**, la sensibilizzazione, la restituzione del prodotto o le opzioni di condivisione senza soluzione di continuità con reti di designer, produttori e fornitori di servizi che condividono risorse, dati e culture commerciali comuni.

Riferimenti

1. Amed, I. Berg, A. Brantberg, L. e Hedrich, S. lo stato di moda. McKinsey & Company, 2016.
2. Bly, S., Gwozdz, W. & Reisch, L. (2015). Uscire da High Street - uno studio esplorativo sostenibili di consumo di moda pionieri. Rivista internazionale di studi dei consumatori, 39 (2), 125-135.
3. Boyd, C. Cinque modi marchi di moda sono utilizzando AI per la personalizzazione. 2017. <https://www.clickz.com/five-ways-fashion-brands-are-using-ai-forpersonalization/112558/>. Visitato 27 agosto 2018.
4. Cao, H. La crescita del commercio elettronico e del suo impatto sul fast fashion, rivenditori. Haaga-Helia, Università di scienze applicate, 2018.
5. Chitrakorn, K. 5 tecnologie trasformando retail nel 2018. 2018. <https://www.businessoffashion.com/articles/fashion-tech/5-technologies-transforming-retail>. Visitato 27 agosto 2018.
6. Clare, H. le nozioni fondamentali di Digital Marketing della Moda. Londra: Bloomsbury Arti Visive, 2017.
7. Enterprise Europe Network. Una guida per l'e-commerce in Europa. H&M premere, febbraio 2018.
8. MISTRA moda del futuro rapporto annuale 2017. Luogo Istituto di ricerca della Svezia AB, 2017.
9. O'Shea, D. Zara per offrire mobile esperienza AR nei negozi. 2018. <https://www.retaildive.com/news/zara-to-offer-mobile-ar-experience-in-stores/519286/>. Visitato 27 agosto 2018.
10. Posner, H. Fashion Marketing: Strategia, Branding e promozione. 2a ed. Londra: Laurence King, 2015.
11. Sidhu, I. vestiti Online shopping - un panorama del settore studio focalizzato sui resi, Sutardja Centro per l'imprenditoria e tecnologia. Università della California a Berkeley, 2016.

4.2. Web Marketing

Desiree Scalia, CIAPE, Italia

Introduzione

All'interno di questo paragrafo, scoprirete cos'è il web marketing sia per aziende in generale che, più specificamente, tessili e di abbigliamento. Scoprirete i passaggi più importanti per la creazione di un sito web e in che modo sfruttare le potenzialità dei social network per scopi di marketing. Infine, approfondirete i concetti di e-shop e social commerce.

Definizione di Web Marketing

Oggi il web marketing fa parte di qualsiasi strategia di vendita, diventando, quindi, quasi inutile distinguerlo dal "marketing" generalmente inteso.

Abbastanza spesso, però, è possibile confonderlo con altri tipi di marketing. Il web marketing, che utilizza il web come strumento di promozione digitale, sarà inserito come sottoinsieme del marketing digitale, lavorando fianco a fianco con le tradizionali strategie di promozione/vendita e analisi di mercato offline, consentendo di avviare una relazione con l'utenza di questo canale (la rete).

Implementare il "web marketing" significa studiare una strategia che permetta di vendere il prodotto online. La vendita può avvenire sul sito o anche presso il negozio, ma la strategia di web marketing deve creare un processo di acquisto efficace e di lunga durata. Quindi, lo scopo generale del web marketing è quello di attirare visitatori interessati ai prodotti e/o servizi visibili sulla rete.

Il web marketing fornisce molte strategie, a seconda degli strumenti utilizzati, in grado di generare visite e quindi entrate sul web, dalla SEO a Facebook, dagli *influencer* a YouTube e così via. Ma ciò che è importante comprendere è ciò che fa la differenza sono i principi di base che consentono a un'azienda di raggiungere i suoi obiettivi: pianificare, creare un sito, generare traffico, convertire, fidelizzare, analizzare, migliorare. Pertanto, un'azienda dovrebbe effettuare un'attenta analisi del mercato di riferimento, personalizzare e studiare le esigenze precise dei clienti, punti fondamentali per progettare una strategia di Web Marketing corretta ed efficace.

Strategia di web marketing

Di solito, le attività di web marketing si traducono principalmente nella pianificazione di un progetto, quindi nella creazione di un sito web e nella sua promozione: in questo modo l'azienda supervisiona i canali web attirando visitatori interessati a prodotti e/o servizi.

- 1) Pianificazione e creazione di un sito web. La progettazione e lo sviluppo di un sito web, è ancora il riferimento di qualsiasi attività di marketing digitale. Esistono sette fattori su cui si basa un modello di qualità: web design, visual design (comunicazione), sviluppo, content marketing, gestione web, accessibilità, fruizione.
- 2) Promozione di un sito web:
 - a. L'attività di promozione include tutte le azioni per generare traffico qualificato verso un sito web specifico. Esistono diverse soluzioni per promuovere un sito web: motore di ricerca, pubblicità, campagne, programma di affiliazione, directory, e-mail, feed RSS, social media, forum e newsgroup, comunicati stampa e articoli di marketing. I motori di ricerca sono le migliori scelte strategiche per promuovere un sito. Lo scopo è quello di portare sul sito, attraverso i motori di ricerca, il maggior numero di visitatori realmente interessati ai suoi contenuti. Questa attività si chiama Search Engine Marketing (SEM).
 - b. Al fine di garantire la visibilità del sito web, è necessaria una strategia SEO. In generale, il primo (o superiore nella pagina dei risultati di ricerca) e più frequentato sito web

appare nell'elenco dei risultati di ricerca, più visitatori riceverà dagli utenti del motore di ricerca; questi visitatori possono quindi essere convertiti in clienti.

c. Tra le altre attività, ci sono campagne pubblicitarie con banner e programmi di affiliazione: il primo utilizza spazi a pagamento all'interno di un contenuto di interesse dell'utente in cui promuovere un prodotto e/o servizio, mentre, un'affiliazione è un accordo tra due siti che prevede la "Rivendita" sul sito affiliato dei prodotti o servizi.

d. Infine, per promuovere un sito web, un blog o un marchio, i social media sono oggi essenziali: il Social Media Optimization (SMO) è un ottimo approccio per il marketing, che consente di aumentare la visibilità del proprio sito web sfruttando il potenziale dei social media e comunità multimediali online.

- 3) Misurare i risultati della campagna. Il monitoraggio e la misurabilità delle interazioni è una delle prerogative di una campagna di web marketing ma non tipica di una campagna di marketing offline. L'analisi dei dati web (l'attività statistica di misurazione e analisi delle prestazioni di un sito web) diventa parte essenziale del business intelligence.

E i costi del web marketing? Come il marketing tradizionale, anche quello web ha un prezzo. Dopo aver impostato un budget per una campagna di web marketing, è necessario assicurarsi che l'investimento generi costantemente un risultato positivo. Una volta creato un processo di acquisto stabile, efficace e ripetibile, per guadagnare di più basta semplicemente investire di più.



Figura 4.2.1. Strategie di web marketing



Figura 4.2.2. Attività di web marketing

Ci sono 6 vantaggi nell'aver una strategia di web marketing:

- Costruire la visibilità e la consapevolezza del marchio
- Guadagnare un ampio target di pubblico
- Acquisire di clienti
- Abbassare i costi di marketing
- Raggiungere risultati tracciabili e misurabili
- Fidelizzare i clienti

È importante sottolineare che anche la strategia di web marketing deve far parte della strategia di marketing. La strategia di marketing generale dell'azienda deve essere costruita secondo le seguenti fasi:

- analizzare la situazione della società e come essa è stata raggiunta (analisi della situazione)
- sincronizzare i propri obiettivi con la strategia aziendale (obiettivi di marketing)
- definire le principali azioni sia a breve che a lungo termine (strategia e tattica di marketing)
- impostare le specifiche relative alle prestazioni
- stimare i costi
- pianificare una data di consegna



Figura 4.2.3. Come creare un piano di marketing

Web marketing delle aziende tessili

L'industria tessile comprende la progettazione e produzione di tessuti e altri componenti tessili. I canali di distribuzione includono produttori, importatori e rivenditori. Come risultato dell'ampia portata dei canali di distribuzione, nonché della varietà dei segmenti di prodotti e servizi, ogni piano di web marketing varierà ampiamente e sarà adattato in modo particolare agli obiettivi e agli obiettivi di ciascuna azienda.

Per redigere il piano, inizialmente, un'azienda tessile dovrebbe identificare il proprio mercato di riferimento. Un mercato target rappresenta un tipo specifico di acquirente che un'azienda ha identificato come potenzialmente interessata al prodotto o al servizio dell'azienda. Ad esempio, un piccolo produttore potrebbe adattare i suoi risultati di progettazione e produzione al mercato tessile per la casa o ai consumatori attenti all'ambiente.

Avere una forte presenza online è essenziale per le aziende tessili. È molto utile creare un sito web SEO friendly che le classifichi al primo posto nel motore di ricerca e che li renda facilmente disponibili al rispettivo cliente (acquirente, altro produttore, ecc.). Il sito web ben ottimizzato non solo fornisce un ottimo posizionamento, ma crea anche una buona impressione per il cliente.

I social media possono essere utilizzati nel modo seguente:

- LinkedIn può essere molto utile per le aziende manifatturiere tessili alla ricerca di professionisti del settore tessile e società del settore

- You Tube può essere sfruttato per pubblicare video relativi ai processi di produzione e controllo qualità, standard etici, che creano una buona impressione e consapevolezza sull'azienda.

Infine, un'azienda può creare alcuni contenuti relativi al business e pubblicarli nel blog o forum internazionale relativo al settore tessile.

Riassumendo, le industrie tessili devono applicare le tattiche di marketing digitale nella loro strategia di marketing, generalmente intesa. Se le aziende uniscono il marketing tradizionale e il marketing digitale la loro strategia di marketing sarà più efficace. Utilizzando il marketing digitale le aziende manifatturiere tessili trovano facilmente i loro clienti e creano un'impressione positiva nell'immaginario dei clienti, che li aiuta ad aumentare le loro vendite e anche a mantenere un buon rapporto con il cliente.

Web marketing delle aziende di moda

Oggi il settore della moda online riguarda quasi 332 miliardi di marchi, che rappresentano il 28% del mercato totale dell'e-commerce. E questo valore cresce sempre di più. Per i marchi, è tempo di ripensare la loro presenza online, creando siti più attraenti per gli utenti, in grado di rispondere alle loro esigenze. Inoltre, è tempo di riprendere il controllo delle vendite, oggi nelle mani di piattaforme e mercati.

Secondo le ultime ricerche, l'e-commerce nel campo della moda crescerà del 13,8% l'anno fino al 2021. Il successo di questo settore è dovuto ai vari vantaggi e servizi offerti dal mondo online, come spedizioni e resi gratuiti, consegne sempre più puntuali e affidabili, possibilità di personalizzare l'esperienza di acquisto e di ricevere suggerimenti e feedback in base alle proprie preferenze.

Ma la crescita è incoraggiata soprattutto dal cambiamento delle abitudini degli utenti che si spostano sempre più da "offline" a online, nella fase di acquisto, e in quella di ricerca.

Come nel mondo offline, anche in quello online, possiamo trovare diversi tipi di "negozi":

- E-shop di proprietà dei singoli marchi
- Brand marketplaces (ad esempio. Zalando, Asos, ecc.)
- Design e-shops (come Yoox, Net a Porter che vendono marchi di moda di lusso)
- E-shops generici (come Amazon e Alibaba).

Tra tutti questi, i negozi multimarca (marketplace e design shop) sono quelli che occupano lo spazio più grande nel settore della moda e quelli che hanno funzionato meglio. Alcuni di loro, ad esempio, hanno così tanto potere che hanno lanciato *capsule collection* in collaborazione con i principali brand di moda. Inoltre, poter contare su molti dati raccolti tra i propri utenti può intercettare tendenze, desideri e preferenze dei propri utenti e sviluppare anche le proprie collezioni.

Il trionfo dell'e-commerce multimarca è dovuto a diversi fattori: la scelta "infinita", il servizio clienti, una maggiore digitalizzazione dei clienti e opportunità di crescita per i marchi. Ma il risultato dei mercati è principalmente dovuto all'esperienza di navigazione che offrono: sono piattaforme costruite intorno all'utente, che offrono contenuti e suggerimenti interessanti. Le persone visitano queste piattaforme per curiosità e non solo per completare un acquisto.

Negli ultimi anni un altro elemento ha colpito il web marketing nel settore della moda con l'esplosione del social commerce. Gli utenti diventano influencer e i clic che generano vendite vengono pagati attraverso i social media. Instagram, ad esempio, consente di ripubblicare i contenuti sulle proprie *stories*. Questa nuova funzionalità cambierà il marketing degli influencer per

renderlo ancora più forte perché aumenterà la visibilità, il traffico e l'impegno di influencer e marchi.

Un esempio di social-commerce è il sito Chirpify: è una piattaforma di e-commerce che offre prodotti venduti su Twitter e Instagram da aziende. Le aziende pubblicano sui social media le proposte di vendita e gli utenti interessati devono solo commentare con "Acquista": l'acquisto viene effettuato immediatamente e più velocemente, direttamente dal sito Web dell'azienda.



Figure 4.2.4. Chirpify e-commerce platform

E per il futuro (non troppo lontano), la Virtual Fitting Room diventerà realtà in cui, attraverso gli avatar 3D, sarà possibile "provare" capi di abbigliamento prima di acquistarli.

Riferimenti:

1. <https://www.webanalyticsassociation.com/>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Search_engine_optimization
3. <http://www.e-comma.eu/resources.html>
4. <https://www.pmi.org/learning/library/search-development-successful-management-7959>
5. <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/rau/jisomg/W107/JISOM-W107-A5.pdf>
6. <https://bizfluent.com/info-8625985-textile-industry-marketing-plan.html>
7. <http://textilelearner.blogspot.com/2018/05/digital-marketing-textile-industries.html>
8. <https://www.ljsourcing.com/role-social-media-developing-textile-brands/>
9. <http://blog.kolau.com/marketing-for-clothing-store-5-strategies-for-business/>
10. <https://www.digitalvidya.com/blog/digital-marketing-for-fashion-industry-a-complete-guide/>
11. <https://chirpify.com/>

4.3 Il branding

Desiree Scalia, CIAPE, Italia

Introduzione

All'interno di questo paragrafo, apprenderete il concetto di branding e delle diverse strategie chiave per promuovere l'azienda e i suoi prodotti. Inoltre, scoprirete alcuni esempi e buone prassi circa ciò che può essere fatto dalle aziende di moda in tal senso. Sarete, inoltre, in grado di comprendere i suggerimenti e i concetti di branding più comuni, i principali approcci di branding e la loro evoluzione. Infine, apprenderete il ruolo di influencer e testimonials nel marketing odierno.

Il branding è il processo svolto dalle aziende per differenziare la propria offerta da offerte simili, utilizzando nomi o simboli distintivi. Il suo scopo principale è promuovere l'immagine del marchio e incoraggiare la fidelizzazione del cliente al marchio. Le politiche di branding sono, inoltre, adottate per facilitare gli sforzi commerciali dell'azienda, poiché la promozione di ciascun prodotto del marchio promuove indirettamente gli altri prodotti commercializzati con lo stesso marchio, compresi i nuovi prodotti sul mercato. L'uso del marchio genera vantaggi sia per i consumatori che per le aziende. I marchi, infatti, aiutano gli acquirenti a identificare prodotti specifici che soddisfino le loro esigenze, riducendo i tempi necessari per l'acquisto. Dal punto di vista della società di vendita, d'altra parte, il marchio facilita la ripetizione dell'acquisto e l'introduzione di nuovi prodotti, poiché gli acquirenti hanno già preso familiarità con i marchi dell'azienda.

Pillole di Branding

Nel marketing, la parola **portfolio** può essere utilizzata genericamente per indicare l'insieme di prodotti o servizi offerti da un'azienda, oppure riferirsi in modo specifico a tutti i marchi gestiti dall'azienda (in questo caso, prende il nome di **brand portfolio**). In generale, il concetto di **portfolio** è simile a quello di un mix di prodotti, anche se il primo è generalmente utilizzato con riferimento alla pianificazione strategica, mentre il secondo riguarda il problema dell'ottimizzazione della gestione del marketing. In altre parole, un **portfolio** si riferisce a un'entità correlata alla pianificazione, mentre un mix di prodotti ad un'entità che si riferisce alla gestione. Le analisi di **portfolio** hanno lo scopo di fornire informazioni per intraprendere decisioni aziendali strategiche e possono essere intese sia come una valutazione dell'offerta attraverso misure della redditività corrente di prodotti e linee, generalmente utilizzando il margine di contribuzione, sia come tecniche formalizzate in modelli logici che consentono di definire la posizione relativa a prodotti o marchi in base a parametri significativi per lo sviluppo aziendale.

Decidere la strategia di branding da adottare per i nuovi prodotti è molto importante per lo sviluppo del **Brand portfolio**; in particolare, la scelta dovrebbe essere fatta tra il lancio di nuovi marchi o sotto-marchi e l'estensione della linea o del marchio (ad esempio l'estensione del marchio). Questa scelta è necessariamente influenzata dal numero di prodotti e linee di prodotti che un'azienda produce, dalle caratteristiche dei suoi mercati di riferimento, dal numero e dal tipo di prodotti creati dalla concorrenza e dalla quantità di risorse disponibili.

Nella politica di estensione del marchio, un'azienda utilizza uno dei nomi dei marchi esistenti per un prodotto rivisitato o un nuovo prodotto, che spesso appartiene alla stessa categoria di prodotti a cui appartiene il marchio già esistente. La politica di co-branding si verifica quando due o più marchi noti vengono combinati per realizzare un singolo prodotto o commercializzati insieme attraverso forme di marketing congiunto. L'obiettivo è quello di sfruttare l'equità di diversi marchi (generalmente, **hosted brand**) per aumentare il valore percepito dell'offerta. Una strategia di branding diffusa prevede la concessione in licenza del marchio (**brand licensing**), un accordo in cui una società

consente a un'altra organizzazione di utilizzare il proprio marchio su altri prodotti a pagamento o royalty.

Il modello più utilizzato per evidenziare le informazioni rilevanti per il portfolio aziendale è la "matrice di crescita del mercato/quota di mercato relativa", proposta dal Boston Consulting Group all'inizio degli anni Settanta.



Figure 4.3.1. “Matrice di crescita del mercato/quota di mercato relativa” del Boston Consulting Group

Il portfolio di prodotti aziendali può essere analizzato in diversi livelli di aggregazione da singoli prodotti, riferimenti, tipi di prodotti, linee di prodotti e strategie di business unit. L'analisi del portfolio dei marchi si basa, invece, sull'architettura del marchio (*brand architecture*), attraverso la quale vengono definiti i ruoli e organizzate le relazioni gerarchiche e le complementarità tra i marchi. Nell'architettura del marchio, un marchio può esprimere un solo prodotto (e in questo caso parliamo di singoli marchi come Nutella), un gruppo di prodotti con la stessa funzione (in questo caso parliamo di *family brands*) o un gruppo di prodotti che svolgono funzioni diverse ma appartengono alla stessa azienda (in questo caso parliamo di *corporate brands* come Disney).

Branding nel settore tessile e moda

Il marchio oggi è un modo di essere, una serie di elementi immateriali, in cui le persone ritrovano sé stesse, completamente e si sentono pienamente coinvolte, in cui tutto è unito alla parte più intrinseca dell'individuo che si cerca nel modo di essere e di vestire.

Il marchio è vitale in un contesto complesso e competitivo. Il marchio deve aiutare il prodotto ad essere la prima scelta in una determinata categoria in cui ce ne sono altri simili, equivalenti in termini di prezzo e prestazioni.

Non esistono ricette vincenti per creare un marchio di successo, ma esiste un approccio corretto basato sulla capacità di ascoltare il cliente, su un'attenta costruzione dell'immagine, sulla reputazione aziendale, sulla leadership e sulla capacità di comunicare e creare relazioni di lungo termine. Il marchio deve distinguersi per il suo carattere innovativo.

Tuttavia, ci sono regole per sviluppare un marchio di successo valido in qualsiasi mercato, che possono essere riassunte in 4 punti fondamentali:

- Mantenere la promessa iniziale in termini di qualità e prestazioni;
- Essere innovativi;
- Essere portatore di principi e valori in cui i consumatori si riconoscono, entrando così in relazione con l'azienda;
- Avere una capacità attrattiva attraverso una strategia di comunicazione ben strutturata basata sull'ascolto del mercato e del consumatore;

Il mercato odierno richiede di superare la classica visione funzionale del marchio per assumere una nuova, più narrativa, in grado di raccontare storie che coinvolgono il marchio stesso. L'identità specifica di un brand specifico viene inserita nell'identità del marchio: un processo costruttivo che porta alla *brand identity*.

Molte aziende collegano il marchio a un testimonial. Questa strategia è particolarmente utilizzata nel settore della moda: personaggi famosi appartenenti al mondo dello spettacolo, del cinema, della musica o dello sport diventano personaggi associati al marchio o con un prodotto e/o servizio specifico di un particolare marchio. Un'altra operazione di successo recentemente implementata da molte aziende è stata il rilancio e la rivisitazione di marchi storici, richiamando marchi noti del passato per portarli alla ribalta. La riedizione dei marchi "miti" che hanno segnato gli anni del boom economico è stata un forte caso di successo non solo nel settore della moda. Secondo le stime degli esperti, il rilancio di un marchio già noto consente di ridurre i costi del lancio del prodotto del 40-70%. Tra i casi di maggior successo nel mondo della moda ci sono Moncler e Lacoste.

Co-Branding

Dal punto di vista del marketing, ci sono diversi esempi di collaborazioni tra aziende/marchi; ogni proprietario di marchi coinvolti mira a raggiungere i benefici generati dall'unione (in termini di aumento dell'attrattività e della capacità evocativa o semplice condivisione della reputazione). Al fine di attuare con successo queste strategie, è importante regolare alcune questioni come: licenze di marchio potenzialmente limitate nel tempo e in relazione a prodotti e/o servizi specifici, accordi esclusivi, regole che regolano il pagamento di eventuali diritti d'autore, distribuzione dei ricavi tra i proprietari di marchi, derivanti dallo sfruttamento economico dei marchi (o piuttosto semplicemente dalla produzione e commercializzazione dei prodotti e servizi identificati).

In genere, esistono due tipi di co-branding: il *co-branding funzionale* (quando due o più proprietari di marchi producono o commercializzano un prodotto o servizio in cui entrambi hanno partecipato alla creazione) e il *co-branding simbolico* in cui il marchio di un produttore si trova di fianco ad un altro per determinare nuovi attributi simbolici al primo.

Un esempio di co-branding funzionale è rappresentato dalle famose scarpe con suola rossa Louboutin e i famosi amaretti di Ladurée, uniti in una scatola unica ed esclusiva.



Figure 4.3.2. Louboutin-Ladurée co-branding

Il co-branding simbolico è l'associazione di noti marchi della moda a prodotti, ad esempio alimentari, bevande o automobilistici. Sono stati spesso utilizzati come strategia di marketing per evocare nel prodotto container quelle caratteristiche di esclusività e lusso del marchio associato provenienti dal mondo della moda (ad esempio, Gucci e Fiat 500).

Nell'ultimo anno è stato sperimentato un nuovo tipo di collaborazione, la cosiddetta *co-branding fashion*. Durante la Milano fashion Week 2018, Fendi e Fila hanno presentato una fantastica

innovazione della tecnica del co-branding: in questo caso, la collaborazione è salita a un livello molto alto, raggiungendo una contaminazione totale di un marchio nell'altro, dando vita a qualcosa di totalmente nuovo e originale.

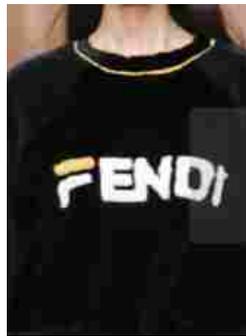


Figure4.3.3. Fendi – Fila co-branding fashion

Social Media Marketing nella moda – Bloggers and Influencers

Tutto è iniziato con l'avvento del web 2.0, grazie al quale l'utente può iniziare a interagire più facilmente con il web: un'interazione che ha portato non solo alla crescita degli utenti come autori di blog e forum, ma anche alla creazione di social network. Questi hanno avuto un forte impatto su vari aspetti della società, compresa l'economia e soprattutto sul marketing; è emerso, così, un nuovo tipo di marketing, il cosiddetto Social Media Marketing.

Il Social Media Marketing consente alle aziende di interagire direttamente con il consumatore, in modo da renderlo parte attiva del messaggio promozionale e non solo visualizzatore passivo. Per raggiungere un numero maggiore di consumatori, quindi, le aziende hanno iniziato a utilizzare i social network, sui quali gli utenti trascorrono la maggior parte del loro tempo (le statistiche mostrano che gli utenti trascorrono almeno 3 ore al giorno sul proprio smartphone e la maggior parte del tempo speso è sui social reti).

Tra i social network più visitati ci sono Facebook e Instagram, ed è in quest'ultimo, in particolare, che i marchi di moda hanno iniziato a investire gran parte del loro budget, in quanto consente di pubblicare immagini molto accurate e creative, simili a fotografie professionali. È quindi su Instagram che sono nati gli *influencer*: giovani donne in grado di influenzare con il loro stile il gusto dei loro seguaci. Sono importanti perché il pubblico si fida di loro, o perché sono considerati esperti nel settore o perché sono percepiti come neutrali nella vendita di un prodotto rispetto ai testimonials, direttamente collegate a un marchio specifico.

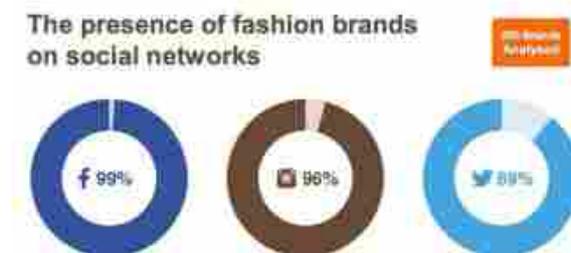


Figure 4.3.4. La presenza di marchi di moda sui social network



Figure 4.3.5. Cosa pensano i consumatori degli influencer

I consumatori, sempre più spesso, considerano una campagna di influencer più affidabile di una pubblicità tradizionale portata avanti da celebrità. Pertanto, secondo le ricerche condotte dalla piattaforma Launchmetrics, nel 2016 il 65% dei brand di lusso ha scelto di collaborare con influencer per le proprie campagne pubblicitarie, con risultati sorprendenti: l'84% delle aziende intervistate ha raggiunto una maggiore visibilità, mentre il 74% ha ottenuto direttamente un aumento delle vendite. Tuttavia, non tutte le aziende di moda hanno scelto di sfruttare tale strategia di marketing, alcune perché non disponevano di un budget adeguato per sostenere una simile campagna pubblicitaria, altre a causa della mancanza di strumenti per gestire la collaborazione.

Un altro tipo di collaborazione di successo è la narrazione del marchio. Lo storytelling è diventato un meccanismo ampiamente utilizzato nel marketing contemporaneo, che è passato da un orientamento verso il singolo prodotto a uno verso la storia del marchio: la parola marketing non è quasi più utilizzata e ha lasciato il suo posto a concetti come la gestione del marchio, lo storytelling management, il digital storytelling, la progettazione strategica o content marketing. Tutte queste parole che a prima vista sembrano avere qualcosa di misterioso, in realtà hanno lo stesso significato; stanno a significare nel modo più diretto i valori di un marchio o di un'azienda assicurandosi che siano credibili per l'acquirente finale. Lo storytelling viene utilizzato, in pratica, per entrare direttamente in contatto con il consumatore finale. Ma i nuovi media sono blogger e influencer?

Riferimenti

1. <https://www.launchmetrics.com/>
2. <https://www.socialmediamktg.it/2015/12/96-brand-fashion-su-instagram.html>
3. Futuro di prodotti tessili e capi di abbigliamento manager kit di avvio - <https://www.udemy.com/future-textile-and-clothing-managers-starter-kit>
4. Il manager di una innovativa azienda in pelle - <https://www.udemy.com/manager-of-an-innovative-leather-company/>
5. <https://www.strategicmanagementinsight.com/tools/bcg-matrix-growth-share.html>
6. <https://www.monclergroup.com/en/group/overview>
7. <https://www.lacoste.com/us/lacoste-brand/about-lacoste.html>
8. <http://www.luxuo.com/lifestyle/gastronomy/christain-louboutin-laduree.html>
9. <http://www.italymagazine.com/italy/gucci/fiat-partners-gucci-special-500-edition>
10. <https://hypebae.com/2018/2/fendi-fila-karl-lagerfeld-milan-fashion-week-2018>
11. <https://www.digitalvidya.com/blog/digital-marketing-for-fashion-industry-a-complete-guide/>

4.4 Web analytics online per la moda

António Dinis Marques e João Pedro Bernardes, 2C2T - Centro de Ciência e Tecnologia Têxtil, Universidade do Minho, Portogallo

Breve introduzione

La crescente importanza del mondo digitale nell'economia e nella società è innegabile e irreversibile. I consumatori utilizzano sempre più le diverse piattaforme digitali per interagire con i loro marchi preferiti, cercando maggiori informazioni (e trasparenza), più opzioni e sperimentando processi di acquisto sempre più sicuri ed efficaci. Le aziende cercano di massimizzare il potenziale di questa nuova realtà digitale, avendo a che fare con un enorme set di dati, con velocità di elaborazione impensabili alcuni anni fa, che richiedono nuove competenze da parte delle organizzazioni e delle loro risorse umane. La designazione dell'Industria 4.0 appare in questo contesto di crescente digitalizzazione, come un grande ombrello che racchiude molteplici dimensioni strutturali e funzionali delle imprese, attraverso i sistemi Cyber-fisici (CPS), la robotica, i Big Data Analytics, Internet, la realtà aumentata o l'intelligenza artificiale.

L'enorme importanza di questa realtà digitale è stata consolidata nel corso degli anni, in modo molto esteso, e supportata nei social network e nella sua interfaccia con i nuovi clienti.

I dati più recenti pubblicati nel rapporto "Digital in 2018" disponibile al link <http://wearesocial.com> sono la prova di questa realtà. Nel gennaio 2018, gli utenti di Internet nel mondo erano 4.021 miliardi (circa il 53% della popolazione mondiale), con una crescente importanza degli utenti che utilizzano telefoni cellulari e smartphone per accedere a Internet (3.722 miliardi, circa il 49% del totale della popolazione mondiale). L'aumento delle velocità di accesso (a gennaio 2018, la velocità media di accesso nel mondo era di circa 40,7 Mbps, con un massimo a Singapore con circa 161 Mbps e in Portogallo con circa 54,5 Mbps) cerca di tenere il passo con le esigenze dei nuovi mercati, l'aumento del numero di utenti e il tempo medio di presenza online di consumatori/utenti.

Con l'ascesa di Facebook nel 2004, si è aperto un nuovo capitolo nell'era digitale e nel modo in cui il mondo comunica. I social network sono presenti in tutti i paesi, con un'importanza molto significativa nella maggior parte dei paesi sviluppati e in via di sviluppo. Il telefono e il cellulare sono stati successivamente sostituiti da WhatsApp, FB Messenger o Wechat, ciascuno con oltre 1 miliardo di utenti in tutto il mondo. Il social network più importante è Facebook con circa 2,2 miliardi di utenti, seguito da Youtube con 1,5 miliardi e da Instagram e Tumblr con circa 800 milioni.

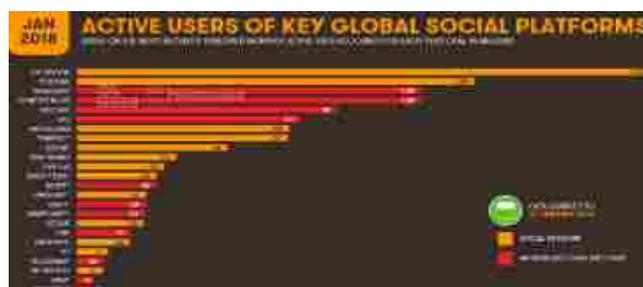


Figure 4.4.1. Utenti attivi delle principali piattaforme social del mondo

In questo scenario, diventa indispensabile incontrare e valutare le prestazioni dei marchi o delle aziende sulle nuove piattaforme e social network, stabilendo metriche e metodi di valutazione sicuri e coerenti. In questo modo gli amministratori e i responsabili del marketing possono impostare correttamente le loro strategie e allocare le risorse umane e finanziarie delle loro organizzazioni.

Avinash Kaushic è stato uno dei primi a considerare questo aspetto nella vita delle organizzazioni e ha definito il concetto Digital Analytics: "il *Digital Analytics* è l'analisi dei dati qualitativi e quantitativi dell'azienda e della concorrenza per favorire un continuo miglioramento dell'esperienza online che i clienti e potenziali tali hanno che si traduce nei risultati desiderati (sia online che offline) ".

La definizione proposta dalla *Digital Analytics Association (DAA)* afferma che "L'analisi dei dati web è la misurazione, la raccolta, l'analisi e il reporting dei dati di Internet allo scopo di comprendere e ottimizzare l'uso del Web" e sottolinea l'importanza dell'analisi dei dati esistenti nell'azienda, e anche i dati ottenuti da consumatori e utenti, indipendentemente dal fatto che siano nativi digitali o nuovi utenti e "convertiti".

Web Analytics

L'avvento delle piattaforme digitali ha permesso di ottenere risultati e prestazioni notevoli in diverse aree funzionali o imprese. Alla fine del millennio precedente sono nate le prime soluzioni di contatori web (analisi dei log sul web) attraverso applicazioni residenti o tramite Application Service Provider, ovvero ASP. Sono comparsi i primi imprenditori e imprese (NetGenesis, Urchin, ComScore, Nedstat, IndexTools o WebAbacus, per esempio) ed è stata introdotta la tecnologia Javascript Tag (1997) che ha permesso un'analisi segmentata su ogni pagina, consentendo una migliore conoscenza dei visitatori.

Nel nuovo millennio, si svolge il primo vertice eMetrics (2002), viene creata la Web Analytics Association (WAA) con fondatori Google o Yahoo! e viene rilasciata la prima versione di Google Analytics Platform (2005). Successivamente altre società tecnologiche lanciarono strumenti per l'analisi e la misurazione delle prestazioni sul web. Facebook è stato il primo social network a lanciare una piattaforma di analisi (Facebook Insights nel 2010). Youtube, invece, lancia la sua versione nativa della piattaforma di analisi nel 2011, seguita da LinkedIn, Pinterest e Twitter nel 2013. Ma il dominio di Google Analytics come strumento di analisi dei dati nel mondo digitale rimane intatto, rendendo Google il motore di ricerca più importante in tutto il mondo.

Misurazione dell'attività sul web (nei siti web del comparto moda)

Il flusso strutturato di dati tra il sito web e il server dello strumento di analisi è organizzato in tre livelli di relazione e dipendenza:

(Utente) >> (Sessione) >> (Impatto)

Durante un certo periodo di tempo l'utente può avviare più di una sessione e all'interno di ciascuna sessione più di un'azione o di una richiesta al server.

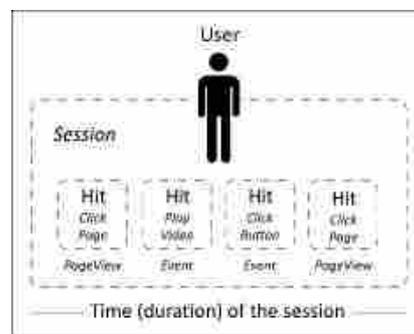


Figure 4.4.2. Flusso dei dati su tre livelli

I cookie sono strutture di dati progettate per memorizzare informazioni anonime (ID) sul profilo di accesso dell'utente dato e svolgono un ruolo chiave nell'intero processo di segnalazione/misurazione dell'interazione dell'utente nel contenuto web. Le possibilità tecnologiche di interazione tra i contenuti sul web e gli utenti si sono evolute nel tempo, con una diminuzione dell'importanza dei computer e un aumento dei dispositivi mobili (tablet e smartphone). Questa realtà ha portato alla necessità di trovare un dispositivo cross-reality regolabile (mobile + desktop) per un singolo utente. Per le aziende, indipendentemente dai mezzi tecnologici utilizzati, la cosa più importante è determinare qual è il contenuto di un marchio o di una società che è più visto e quanti visitatori. E anche il tasso di rifiuto (bounce rate), che corrisponde alla percentuale di visitatori che lasciano il sito web dopo aver visitato la prima pagina, è fondamentale per l'analisi e la comprensione.

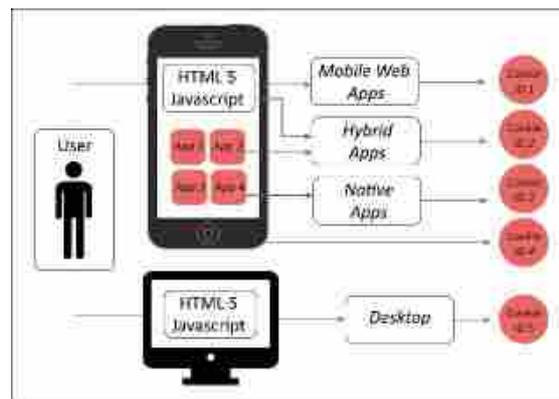


Figure 4.4.3. Misurazione dell'utente in cross-device (mobile + desktop)

L'accesso al sito web di un marchio o di un'azienda può essere influenzato da percorsi o procedure diversi:

- Ricerca organica, l'accesso dell'utente inserendo parole nei motori di ricerca (Google, Yahoo I, Bing, ecc.)
- Social, che risulta da annunci o post inseriti nei vari social network (Facebook, LinkedIn, Instagram, ecc.).
- Email, permettendo l'accesso ricevendo email di marketing o newsletter.
- Diretto, risultante dalla scrittura dell'URL diretto, del sito Web del marchio o dell'organizzazione nel browser (browser).
- Riferimenti, che corrispondono all'accesso dei visitatori che sono arrivati al sito del marchio attraverso un altro sito (collegamento diretto).
- Ricerche a pagamento, risultanti dall'accesso al sito dopo aver fatto clic su una pubblicità su un motore di ricerca a pagamento o altro, contrassegnate come pubblicità.

L'analisi dei dati deve essere supportata nello stesso modo che risulta per l'organizzazione, in base alle seguenti fasi: comprendere cosa verrà analizzato; raccogliere e verificare i dati; segnalare e controllare i rapporti; analizzare, comunicare e inquadrare; ottimizzare e prevedere; dimostrare il valore economico.

Passare attraverso queste fasi permette di ottimizzare il modello di gestione, avendo come obiettivi centrali, nel caso dei marchi, promuovendo una maggiore affinità con il marchio e aumentandone la notorietà.

La strategia designata basata sui dati può essere considerata come il risultato di un processo evolutivo, a partire dai dati e dalle statistiche, seguito dall'analisi e fino alla Digital Intelligence.

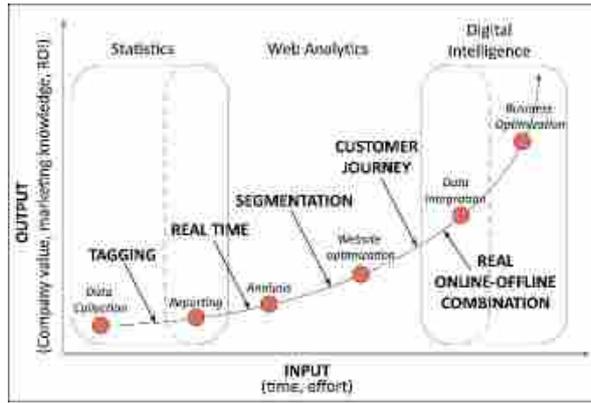


Figure 4.4.4. Modello Digital Intelligence

Metrics e Key Indicators

I *Metrics* sono normalmente numeri e devono avere una lettura chiara e obiettiva e adeguatamente analizzate nel contesto, al fine di avere significato e valore per i marchi o le aziende. La misurazione di una variabile è importante per controllare e monitorare il successo di obiettivi predefiniti. Gli indicatori chiave di prestazione (KPI) presentano l'evoluzione di un particolare obiettivo aziendale nella prospettiva del processo decisionale. Nella tabella 4.4.1 è riportato un esempio di marchio di moda (XPTO Fashion), società di servizi (ABCDE Services) e scuola di moda (ABCDEF School).

Table 4.4.1: Metrics e KPI nel settore moda

Brand/Servizio	Obiettivi Business	Metrics	Key Performance Indicators
XPTO Fashion	Aumentare il volume delle vendite	Visualizzazione pagine Visitatori	Vendita degli articoli Visite sul sito
ABCDE Services	Nuovi contratti	Singoli visitatori Visitatori di ritorno	Contratti/visite
ABCDEF School	Aumentare le iscrizioni degli studenti	Bounce Rate Tempo speso sul sito	Performance Iscrizioni/visite

Il targeting degli utenti è molto importante al fine di facilitare l'interpretazione dei metrics e massimizzare le informazioni ottenute dal KPI di una particolare organizzazione. Pertanto, la potenziale segmentazione del pubblico consente di evidenziare i dati acquisiti nell'ambito (portata) di determinate campagne mirate alla costruzione di comunità. Questo è il caso dei marchi di moda, che vogliono aumentare i loro follower sui social network.



Figure 4.4.5. Potenziale audience attraverso il raggiungimento

Fashion Brands, Social Media e Web Analytics

I marchi di moda sono ben consapevoli dell'importanza delle nuove tecnologie e dell'era digitale, e in particolare dei social network. Le risorse finanziarie necessarie per implementare una strategia di comunicazione focalizzata su piattaforme digitali sono significativamente inferiori e con una gamma potenziale molto ampia.

Il marketing digitale nel settore della moda si avvale di diverse categorie di Metrics: Metrics di gestione operativa, prestazioni strategiche e valutazione finanziaria. Questi Metrics possono riguardare tre fasi principali del processo di interfaccia tra il marchio e l'utente/visitatore:

- Costruzione/esposizione; fidelizzazione/coinvolgimento; azione/conversione.
- Nella fase di costruzione/esposizione, i Metrics operativi più rilevanti sono impressioni, visualizzatori, follower e copertura e quelle finanziarie sono il CPM (costo per impressione) e CPR (costo per copertura).
- Nella fase di fidelizzazione/coinvolgimento, i Metrics più rilevanti sono: tasso di coinvolgimento, clic e tempo di visualizzazione e quelle finanziarie sono CPE (costo per coinvolgimento), CPC (costo per clic) e CPV (costo per visualizzazione).

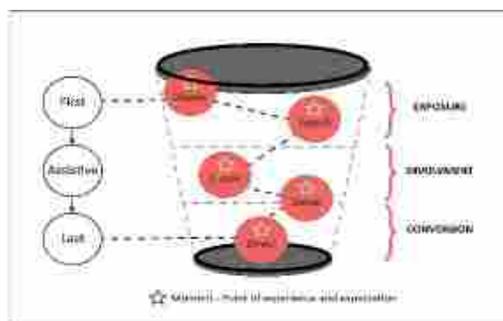


Figure 4.4.6. Migrazione dal display (vedi) all'azione (acquisto)

I social network più utilizzati da marchi e aziende di moda sono Facebook e Instagram. Il profilo degli utenti di questi social network è significativamente diverso, quindi i marchi di moda si adattano alla loro strategia e presenza in ciascuno di essi in base alle loro collezioni e al mercato di riferimento. La frequente pubblicazione di contenuti sui siti Web e sui social network è il fattore determinante nell'interazione con i propri follower. Le reazioni “Mi Piace”, condivisioni e commenti si verificano quando i marchi presentano le loro nuove proposte e nuovi contenuti, indipendentemente dalla categoria.

Table 4.2 Proposte di metrics per Facebook

CONSTRUZIONE > ESPOSIZIONE
Visualizzazioni delle pagine
Impatto dei post (a pagamento, organico)
Audience (demografia)
Visitatori della pagina (totale dei visitatori)
Influencers
Ad Impressions

FIDELIZZAZIONE > COINVOLGIMENTO
likes alla pagina
visualizzazioni video
visualizzazioni video per secondi

click ai post
Post engagement (reazioni, commenti, condivisioni)
Engagement (likes totali, commenti, condivisioni, click)
Likes e Net likes
Commenti
Condivisioni
Reazioni
Clicks
impatto degli eventi
Visualizzazioni pagine degli eventi
Conversazioni totali (messaggi)
impatto Ad
frequenza Ad

AZIONE > CONVERSIONE
Azioni sulla pagina
Pixel di tracciabilità del sito web
Pixel di tracciabilità delle App
URL click
Percentuale di click sugli Ad

Riferimenti

1. Angelo, G. misurando il mondo digitale - Utilizzo di strumenti di analisi digitale di guidare meglio esperienze digitali. FT Press, 2016.
2. Clifton, B. Advanced metriche Web con Google AnalyticsTM. Sybex, Wiley, 2012.
3. L'ETP - Piattaforma tecnologica europea verso una quarta rivoluzione industriale di prodotti tessili e di abbigliamento e tessili ETP, 2016.
4. Hunt, B., Moran M. il Search Engine Marketing Inc. IBM Press, 2015.
5. Jackson, S. culto dell'analisi. Routledge, 2009.
6. Kaushik, A. Web Analytics 2.0 - L'arte della responsabilità Online & Scienza della centralità del cliente. Wiley Publishing Inc., 2010.
7. Nielsen, J., Loranger, H. prioritizzazione di Usabilità del Web. Nuovi piloti Press, 2006.
8. Sterne, J. Social Media Metrics - come misurare e ottimizzare il vostro investimento di marketing. Wiley, 2010.
9. WeAreSocial, digitale nel 2018, Hootsuite, <http://wearesocial.com>, (retrived: 15 settembre 2018).
10. Zeferino, A. Digital Marketing Analytics. Sabedoria Alternativa Produções, 2016.

4.5. Best practice per il marketing digitale ecosistema di moda

Gancho Kolaksazov, ITTI, Bulgaria

Breve introduzione

L'industria della moda ha sempre rispecchiato le circostanze socio-economiche nella sua strategia di marketing. È impossibile per un simile settore non riflettere il mondo che lo circonda e rispondere alle tendenze in atto. Questo di per sé è un messaggio perfetto per la maggior parte dei marchi b2c e molti marchi b2b. Essere reattivi nel marketing digitale non significa piegarsi alla volontà di ogni utente social. È davvero il modo perfetto per rimanere coerenti, affidabili e soprattutto appetibili.

Campagne di Digital Marketing nell'Industria della moda

Quando si entra in una nuova era digitale, dominata da *influencer*, social e dibattiti politici ogni settore focalizzato sul cliente deve apportare modifiche alla propria strategia di marketing per adeguarsi alle tendenze. L'industria della moda non è diversa. Essendo sempre stata un'espressione indiretta delle tendenze culturali in gioco, ora più che mai possiamo vedere il modo in cui le campagne digitali sono state colpite e in molti modi migliorate dai recenti sviluppi digitali.

Eccone alcuni:

Gucci vieta la pelliccia e Internet si scatena

Nel 2017, il pubblico dei social media è stato probabilmente uno dei più assordanti della nostra generazione. Con il potere dell'opinione pubblica accessibile a chiunque e a tutti, è naturale che una volta che una scuola di pensiero prende piede attraverso i social diventa quasi impossibile ignorare i marchi. Nel 2017 abbiamo avuto modo di vedere l'esempio perfetto di tale problema. Dopo aver rilasciato una gamma molto discussa di cuscini per brogue, con una finitura in pelliccia vera, il famoso designer Gucci è stato preso di mira da PETA e altre organizzazioni per i diritti degli animali, così come da una raffica di *influencer* sui social media, costringendoli a ripensare seriamente qualsiasi campagna di marketing che promuove tale prodotto. Essendo stato notoriamente famoso per l'impiego di pellicce vere nelle loro collezioni, nell'ottobre 2017 Gucci ha rilasciato una dichiarazione con la quale promette di bandire la pelliccia da tutte le sue future collezioni, una mossa che ha scosso il settore della moda.

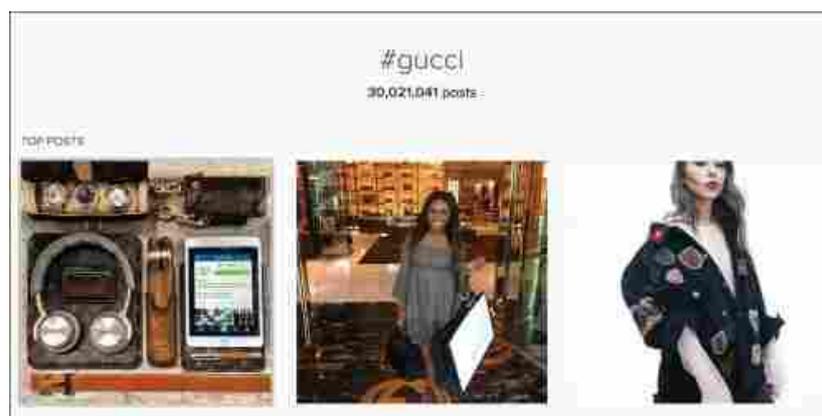


Figure 4.5.1. Post di Gucci su Instagram

Perché ha funzionato?

Rispondere alle richieste dei social per cambiare le tradizioni del marchio profondamente radicate non è qualcosa che si raccomanda ma, con il fine di restare pertinenti e attenti al marchio, è necessario muoversi al passo con i tempi. Inoltre, mostrare che un brand ascolti quando il pubblico richiede azione aumenta la probabilità di mercato e quindi i profitti.

Topshop capitalizza la moda in prima fila

Ci sarà sempre il Topshop preferito in prima linea nei progressi digitali, un team di social media che deve lavorare in tempo per assicurarsi che non manchi nulla e con il loro costante atteggiamento "sul brand". La loro ultima impresa digitale ha avuto luogo durante la settimana della moda di Londra, che ha permesso ai suoi utenti di acquistare tendenze in tempo reale. I cartelloni pubblicitari in tutta la capitale del Regno Unito sono stati adornati con immagini di alcuni dei più grandi nomi della moda e della televisione, ovviamente sfoggiando gli ultimi pezzi Topshop. Tuttavia, invece di promuovere semplicemente le prossime collezioni, i pezzi sono stati resi disponibili in tutti i negozi Topshop, incoraggiando l'utente a cliccare e fare subito acquisti. Complessivamente, i prodotti in vetrina hanno ricevuto un aumento delle vendite del 75% e la società ha riportato un rapporto 11:1 per quanto riguarda il ritorno sull'investimento.

Perché ha funzionato?

Il *social influencer* è diventato un leader di mercato in termini di spazio pubblicitario globale. Se si sta cercando di raggiungere un giovane e far spendere un pubblico determinato, è importante lavorare con loro e utilizzare il personaggio pubblico a proprio vantaggio. Inoltre, l'offerta di opzioni di acquisto in tempo reale fornirà sempre risultati facili da tracciare.

Dr Marten racconta la storia del brand

Il colosso delle calzature Dr Marten ha sempre occupato una parte significativa del suo mercato e il loro nome è sinonimo di affidabilità, diventando un marchio onnipresente. La loro recente campagna "Stand for something" è destinata a catturare il pubblico con una vera storia del brand. Stiamo assistendo a un reale aumento dell'uso delle campagne emotive, i marchi stanno lottando per diventare i più seguiti o i più apprezzati e stanno osservando un aumento delle vendite. I loro contenuti video affascinanti e incantevoli hanno attirato il pubblico sia vecchio che nuovo e la tecnica di "apertura del cuore" del marchio ha generato un aumento delle vendite del 30% e del 500% delle aspettative sul target di riferimento.



Figure 4.5.2. Campagna Stand for something

Perché ha funzionato?

Essere trasparenti con la personalità del marchio è uno dei modi migliori non solo per guadagnare traffico sui social ma aumentare i flussi di entrate. Il pubblico acquista marchi in cui crede, con così tante storie che inondano il nostro spazio di notizie che circonda i modi in cui i marchi sono noti per fuorviare i loro clienti, offrendo, come un libro aperto, a chi acquista molto di più che il semplice favorire il proprio mercato di riferimento.

H&M's chiude il ciclo degli sguardi

La grande H&M è spesso pioniera di campagne e azioni che mettono in primo piano la sostenibilità. E' anche un grande sostenitore di tattiche di marketing innovative. Quindi, non sorprende che abbiano scelto di diffondere il messaggio di acquisto di moda sostenibile usando tali tattiche. In un video virale della campagna con la modella plus-size, Tess Halliday e la modella musulmana, Mariah Idrissi, il marchio si è servito di una celebrazione di culture ed estetica diverse per evidenziare il problema di un prodotto sostenibile di moda. Ora siamo fermamente cementati in uno stato d'animo dei *millenials*, il che, tra le altre cose, significa che non dobbiamo sottoscrivere gli standard pubblicitari tradizionali in termini di "attrazione". L'interpretazione e la fiducia nel corpo sono diventate molto più importanti e in questo modo H&M ha permesso di posizionarsi saldamente in prima linea nella mentalità dei *millenials*. La reazione dei social media alla campagna ha promosso un significativo aumento della consapevolezza del marchio.

Perché ha funzionato?

Oggi tutti si aspettano molto di più dai loro marchi preferiti, con un pubblico sempre più istruito in termini di fattori socio-economici. In questo caso il cliente ha un po' 'il dovere pubblico' di aderire a questi fattori in qualche modo, proprio come ha fatto H&M.

Nasty Gal diventa personale

Il rivenditore di moda online Nasty Gal presenta una ricca storia *digital*. Invece di reinventare costantemente la loro immagine, hanno lavorato duramente per rendere la personalità del loro marchio quasi altrettanto grande (se non più grande) del prodotto stesso. Il termine "Girl Boss" è spesso associato al cyberspazio, sostenendo il potenziamento delle nozioni di femminismo e schiacciando nozioni obsolete come il divario retributivo di genere. Il termine "Girl Boss" è nato dalla storia del CEO Sophia Amoruso, marchio che ha aperto la strada alla strategia "dagli stracci alla ricchezza" e che ora ha essenzialmente creato un intero impero dall'empowerment femminile nel mondo degli affari. L'ideologia ha un suo enorme seguito sociale e il formidabile sentimento ha portato il marchio Nasty Gal in uno spazio di mercato molto più sfuggente.

Perché ha funzionato?

Creare uno slogan o uno slogan sinonimo dell'immagine del marchio è una cosa, forgiare la propria identità è un nuovo livello di presenza del marchio. Inconsciamente attraverso l'ideologia del "Girl boss", Nasty Gal si è cementata come un brand di moda online da molti milioni di sterline.

Digital Marketing nell'Industria della moda (DM) – 6 Trends del 2018

I marchi si concentrano sul consumatore!

Nella comunicazione con potenziali clienti è un *must*. Tuttavia, i marchi per il prossimo anno stanno pianificando di diventare più vicini al consumatore. Attualmente, i consumatori sono più attratti da marchi che sembrano più "umani".

Pertanto, mettendo da parte l'etichetta aziendale, i marchi proveranno a utilizzare toni più morbidi per comunicare di più con il pubblico di riferimento.

Più potere alla moda di lusso!

In precedenza i marchi di lusso evitavano il marketing online perché non volevano minare la loro esclusività. Tuttavia, con l'implementazione di campagne di marketing digitale di successo, i consumatori hanno spostato la loro attenzione sulle piattaforme online.

Pertanto, i marchi di lusso stanno pianificando di entrare nel mercato della moda collaborando con i venditori.

I Social media influencer domineranno

Il 2018 è un anno fortunato per gli influencer dei social media. Questi personaggi sono per lo più fashionist o celebrità, responsabili delle tendenze. D'ora in poi, i marchi si serviranno di personaggi più degni di nota al fine di attirare l'attenzione del pubblico.

Inoltre, con la recente tendenza a promuovere la positività del corpo, le aziende useranno gli influencer per cambiare il volto della moda. D'ora in poi, il mercato dell'abbigliamento è pronto a sfidare gli standard stereotipati della bellezza. Il loro motto è "real is beautiful".

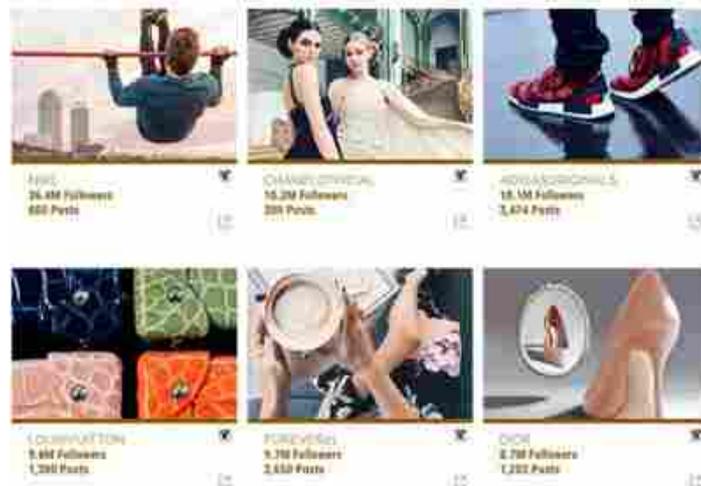


Figure 4.5.3. Followers e posts dei migliori brand

Il content marketing è cruciale

Il contenuto online è parte integrante di ogni politica di marketing digitale. Allo stesso modo, l'industria della moda è pronta ad utilizzare i contenuti per influenzare i clienti. Che si tratti di articoli, blog, comunicati stampa o post sui social media, i venditori stanno pianificando di scegliere le migliori agenzie di content marketing come braccio destro nel facilitare il marketing aziendale della moda.

Instagram è il terreno fertile!

Instagram è l'attuale hub per le agenzie di marketing digitale. Inoltre, l'industria della moda si complimenta con Instagram. Con oltre 7 miliardi di utenti attivi e infiniti blogger di moda, Instagram diventa il terreno fertile per la pubblicità aziendale della moda.

Inoltre, le aziende stanno pianificando di utilizzare gli strumenti di Instagram e le strategie adeguate, insieme a varie collaborazioni per far sì che il pubblico faccia clic sul proprio prodotto. Inoltre, si può utilizzare il servizio Instagram Followers di Buzzoid e acquistare follower di Instagram per la propria pagina. Ciò dovrebbe contribuire a migliorare l'autorità generale e l'impatto dell'account.

La moda online per gli uomini continua a crescere!

In passato, il marketing digitale per la moda era esclusivamente incentrato sulle donne. Tuttavia, oggi, molte strategie sono state introdotte nel mercato dell'abbigliamento maschile. Il prossimo anno si prevede di migliorare la vendita di abbigliamento maschile.

Pertanto, saranno introdotti più stili e scelte per pubblicizzare l'abbigliamento maschile online. Inoltre, con più marchi che sostengono il concetto di "abbracciare la bellezza imperfetta", le

campagne di moda digitale dovrebbero diventare più creative. Tuttavia, ciò che è innegabile è che il 2018 promette un aumento per l'industria della moda digitale.

Tattiche di marketing digitale popolari nel settore della moda

Oggi tutto sembra avere un'esistenza virtuale. Nel settore della moda, in cui i contenuti visivi e le tendenze in rapida evoluzione sono componenti chiave per attirare i consumatori, è facile capire perché un piano di marketing di successo dovrebbe comportare l'osservazione della presenza online.

Le aziende di moda ricorrono al marketing digitale per aumentare i profitti. Ecco le sei più popolari tattiche di marketing digitale praticate:

Content Click bait

- Un titolo intrigante e un'anteprima interessante sono esca perfetta per i clic. Ma non significano nulla quando non vale la pena dedicare del tempo al contenuto. Una buona strategia di marketing include attirare l'attenzione del pubblico target e assicurarsi di tenerli incollati a grandi contenuti di marketing. I video, i blog, i post sui social media e le immagini pertinenti possono influire sul comportamento di acquisto dei consumatori.

Email personalizzate

- Quando si leggono i messaggi nella propria casella di posta elettronica, quali sono le persone che tendono ad aprire e quali vengono immediatamente respinti: quello con un vago, soggetto generale o uno con il loro nome su di esso?
- Le e-mail con PSL (righe dell'oggetto personalizzate) hanno più possibilità di essere aperte (pari al 26%) rispetto a righe dell'oggetto generico. Molte aziende cadono nella trappola dell'invio di e-mail di massa.
- Un buon passo sarebbe quello di personalizzare i messaggi dall'oggetto al corpo e assicurarsi che eventuali moduli di iscrizione siano appropriati per il destinatario. Ad esempio, le clienti donne dovrebbero ricevere cataloghi per donne. Questo semplice tocco può creare effetti drammatici sul modo in cui i consumatori rispondono.



Figure 4.5.4. Moda e digital marketing

Blog di moda di alta qualità

- I marchi di moda assumono professionisti per creare clamore tra la comunità e il mercato offrendo costantemente blog di moda di alta qualità.
- Gli argomenti che toccano l'ultima tendenza della moda di strada, una nuova linea di marchi di stilisti o i recenti look del red carpet sono facilmente accolti. Il blog è un ottimo modo per incorporare nuovi prodotti e merci nel contenuto.

SIP (Strategic Influencer Partnerships)

- L'*influencer marketing* è uno dei modi più recenti per guidare un marchio su un mercato più ampio. Coinvolge leader chiave che hanno un enorme seguito sui *social media*. Gli *influencer* di oggi non si limitano più ai grandi nomi dello sport e di Hollywood.
- Questo stile è fortemente applicabile a settori come la moda. I consumatori possono intravedere lo stile di vita di questi *influencer* che integrano in modo sottile marchi e prodotti nei loro post e nel loro *storytelling*. Le partnership strategiche con influencer possono aumentare significativamente l'equity del marchio.

Riferimenti

1. <https://www.digitalvidya.com/blog/digital-marketing-for-fashion-industry-a-complete-guide/>
2. <https://uhurunetwork.com/fashion-digital-marketing/>
3. <https://www.digital-clarity.com/blog/digital-marketing-fashion-brands/>
4. <https://www.businessoffashion.com/articles/fashion-tech/the-digital-iceberg-luxury-fashion-marketing>
5. <https://www.praguepost.com/fashion/top-digital-marketing-trends-apparel-retailers>
6. <https://thenextscoop.com/digital-marketing-revolutionizing-fashion-industry/>
7. <https://www.fifteendesign.co.uk/blog/digital-marketing-campaigns-in-the-fashion-industry/>
8. <https://medium.com/@cheryljoy/how-digital-marketing-is-redefining-the-fashion-industry-7ecef7545164>
9. <https://www.neighborsgo.com/6-upcoming-digital-marketing-trends-for-fashion-industry-2018/>
10. <https://alltopstartups.com/2017/11/09/popular-digital-marketing-tactics-in-the-fashion-industry/>

4.6 E-CRM

Georgios Priniotakis, Yiannis Chronis, Università del West Attica, Grecia

Introduzione

Questo modulo tratta dell' *electronic Customer Relationship Management (e-CRM)*. Sebbene la relazione con il cliente sia sempre stata un processo importante nel mondo degli affari, l'avanzamento della tecnologia dell'informazione e della comunicazione ha trasformato il modo in cui è implementato e ha moltiplicato i vantaggi previsti, indipendentemente dalle dimensioni e dal settore.

Al termine del modulo, apprenderete a:

- stabilire i punti salienti della strategia e-CRM per l'azienda
- scegliere le caratteristiche e i parametri di base di un sistema e-CRM
- incorporare l'e-CRM nel funzionamento generale dell'azienda e ad implementarlo per "trarne il massimo"

Cos'è l'e-CRM?

CRM è l'acronimo per *Customer Relationship Management*. È una funzione standard in un'azienda o organizzazione ed è correlata al marketing e alle vendite. La funzione del CRM è trasformare i dati recuperati dalla base clienti in informazioni utili e fornire tali informazioni non solo al settore vendite e marketing, ma all'intera organizzazione aziendale.

E-CRM sono le aziende che utilizzano l'IT per integrare le risorse interne dell'organizzazione e le strategie esterne di "marketing" per comprendere e soddisfare le esigenze dei propri clienti. Rispetto al CRM tradizionale, le informazioni integrate per la collaborazione intra-organizzativa e-CRM possono essere più efficienti per comunicare con i clienti.

Quindi il CRM si occupa dei clienti (esistenti e potenziali), con l'obiettivo di ottenere "il massimo da loro". Ciò significa capire cosa vogliono (e cosa possiamo indurli a volere) e offrirlo loro. Inoltre, CRM oggi è il principale organo sensoriale e il cervello del business focalizzato sul cliente. Sebbene CRM sia in realtà un processo commerciale che esisteva molto prima dell'era delle ICT, l'introduzione e la diffusione delle ICT e dei software ha ridefinito il termine: oggi CRM sta per e-CRM.

Una società che impiega sistematicamente un e-CRM, dovrebbe aspettarsi (e cercare) i seguenti vantaggi:

- Migliore efficienza nelle azioni di marketing
- Risposta più rapida alle esigenze e ai cambiamenti del mercato
- Definizione di segmentazione del mercato: qual è il segmento di mercato (i miei clienti), dove è necessario concentrare i prodotti e servizi, in che modo bisogna avvicinarsi al mercato di riferimento?
- Fidelizzazione del cliente e rafforzamento della fidelizzazione. È molto più efficiente ed economicamente vantaggioso fidelizzare un cliente esistente piuttosto che acquisirne uno nuovo.
- Marketing personalizzato che migliora l'esperienza del cliente

Funzioni di un sistema e-CRM

CRM si rivolge a clienti, non solo a quelli esistenti, ma anche ai potenziali. Mentre nell'era pre-internet, non era così facile creare relazioni con potenziali clienti, nell'era dei social media ciò è molto più semplice, in quanto ICT e social media forniscono diversi strumenti pertinenti.

In generale, l'e-CRM impiega le seguenti funzioni aziendali:

1. **Supporto decisionale:** analisi dei dati forniti dal cliente e dalla banca dati dei prodotti, tracciabilità, segmentazione e analisi dei clienti, analisi di prodotti e servizi (identificazione di tendenze e modelli)
2. **Servizio personalizzato:** miglioramento dell'esperienza cliente-utente (ad es. negozio interattivo, consigli per lo shopping)
3. **Management del cliente:** comunicazione, motivazione (tramite e-mail, newsletter, help desk interattivo)

La C nel CRM: Clienti

La banca dati clienti è la base del sistema e-CRM. Ogni azienda possiede una banca di dati dei clienti, ma l'eCRM richiede un contenuto più ricco rispetto alla banca dati del reparto vendite. L'e-CRM dovrebbe allocare ogni cliente in segmenti, basandosi principalmente sulla tipologia dello stesso. I segmenti possono essere definiti in base a localizzazione, età, sesso, corporatura, profilo di spesa, stile di vita, comportamento di acquisto e molti altri, a seconda del mercato e dei prodotti di riferimento.

L'assegnazione di ogni singolo cliente ai segmenti consentirà un approccio personalizzato, una migliore esperienza e infine la fidelizzazione degli stessi. E' necessario tener presente che ogni cliente è assegnato a più segmenti e questa serie di segmenti crea il profilo specifico del cliente. Attenzione a non dimenticare che i clienti sono diversi e cambiano continuamente (età, corporatura, preferenze, comportamento, ecc.), il che significa che il loro profilo dovrebbe essere rivisto e aggiornato.

La R nel eCRM: Relazione

e-CRM mira a creare e gestire relazioni con i clienti, esistenti e potenziali. Le relazioni con i clienti possono essere classificate nelle seguenti categorie:

- fidelizzazione dei clienti
- customer retention
- essere attrattivi per i nuovi clienti
- valorizzazione delle relazioni esistenti

La relazione con il cliente è molto più di una semplice vendita. L'impiego di software per tenere traccia delle vendite è un processo aziendale vecchio e ampiamente esercitato e non è CRM. Una società deve andare oltre.

Ad oggi, i prodotti di moda non coprono realmente una necessità di base nell'acquisto di capi di abbigliamento ma piuttosto un bisogno sociale, basato principalmente sull'autovalutazione e sull'autostima. Ciò deve essere realizzato al fine di promuovere le vendite.

Basti pensare al confronto tra Amazon e i vecchi marketplace elettronici. Sebbene l'idea di e-sales sia stata introdotta dai mercati elettronici, è Amazon che li ha superati ed eliminati. Perché è accaduto? Amazon ha instaurato rapporti più numerosi e migliorati con i propri clienti, offrendo loro diverse funzionalità interattive, come opportunità di valutare il prodotto e il fornitore, proporre prodotti simili o correlati (add-on), ecc. La relazione tra cliente e venditore è diventata migliore in termini di contenuti, utilità e, perché no, divertimento.

L'introduzione del software eCRM in un'azienda è l'occasione perfetta per introdurre nuovi rapporti innovativi e significativi con il database clienti. Non dovrebbe essere l'adozione delle relazioni predefinite che il software ha nelle sue sfaccettature, a meno che, naturalmente, questa serie di relazioni esistenti si adatti alla strategia commerciale e di marketing dell'azienda.

Come sono identificate queste significative relazioni? I negozianti sostenevano che anche se i visitatori del proprio negozio alla fine non acquistavano nulla, la loro visita nel negozio è comunque preziosa. Quindi, il tempo che un visitatore trascorre nel sito dell'azienda è una metrica che aiuta. Ciò vale anche per il coinvolgimento sui social media. Un cliente che visualizza determinati prodotti, forse non spende denaro, ma può essere un buon promotore di questi prodotti (all'interno del proprio gruppo di amici, nei social media o anche nel passaparola).

Altre relazioni sono:

- Ricompensa di clienti fedelizzati
- Clienti che creano contenuti nei social media dell'azienda
- Durata e frequenza dell'impegno con i prodotti
- Eventi virtuali come il lancio di un nuovo prodotto o di una raccolta di prodotti aperti solo ai "pochi fedeli clienti".

La M nel eCRM: Management

E' necessario ricordare che eCRM non è responsabilità del reparto ICT di un'azienda. Riguarda i clienti ed è di competenza del reparto marketing.

La gestione delle relazioni con i clienti, prevede i seguenti processi:

- migliorare, rendere più semplice, ricca di contenuti la comunicazione con il cliente, attraverso più canali;
- migliorare il coinvolgimento dei clienti attraverso il monitoraggio dei social media e dei percorsi dei clienti all'interno dello shop (fisico) e nell'e-shop, sito aziendale;
- fornire assistenza e supporto personalizzati.

La e nel eCRM: sistema elettronico CRM

Le tecnologie informatiche e il networking hanno fornito le basi per lo sviluppo e l'ampia disseminazione dell'e-CRM. Internet e i social media sono stati i catalizzatori della futura generazione di sistemi e-CRM. L'impiego di software o piattaforme web per CRM offre i seguenti vantaggi:

- migliore integrazione con altri sistemi informatici dell'azienda: vendite, contabilità, logistica, produzione;
- elaborazione integrata di dati provenienti da vendite, social media, analisi web;
- significativa riduzione dei costi operativi del processo aziendale CRM;
- capacità di intraprendere nuove azioni di marketing innovative;
- risposta rapida grazie alle informazioni in tempo reale;
- operatività trasparente in tutta l'organizzazione.

Aspetti tecnologici

e-CRM si basa su un sistema ICT, che per impostazione predefinita è costituito da un software, hardware e operatore umano. I componenti principali del software sono:

- database dei clienti e dei servizi di prodotto
- software (in struttura modulare, in base alle funzionalità desiderate del sistema)
- applicazioni che collegano il software con altri sistemi software, interni o esterni all'azienda
- server che ospita la banca dati e l'applicazione
- canali di comunicazione verso/da altri server

Ogni componente del sistema ICT eCRM può essere posseduto, assunto o noleggiato e questa decisione non dipende solo dalla convenienza e dai costi, ma è scelta per l'attività commerciale.

Proprietà vs open source

Considerazioni generali applicabili al software sono valide anche per questo dilemma. Anche se l'open source sembra a prima vista l'opzione più economica, è necessario tener presente che il software open source non è un "software libero". Il software open source ha grandi esigenze di supporto e assistenza e ha un costo significativo.

Hosted locally vs web based (cloud computing).

Sicuramente la tendenza è verso il web based è particolarmente marcata per le PMI, che non hanno le risorse per possedere e gestire sistemi informatici complicati. Il cloud computing offre la possibilità di trasformare i costi di investimento in costi operativi e la flessibilità di pagare durante l'utilizzo.

Da considerare: nella maggior parte dei casi, una PMI sceglierà una soluzione eCRM dal pool esistente di vettori, con implementazioni fuori dai propri. Ma se implementa l'eCRM nello stesso modo in cui lo fanno molte altre aziende (similar-relevant-computing), come può davvero costituire un vantaggio? La gestione dei clienti sarà la stessa tra i concorrenti, non è quindi un fattore di differenziazione e ovviamente non è un vantaggio per le risorse. Sotto questo aspetto l'eCRM non è affatto utile.

Aspetti operativi.

Questo aspetto riguarda il modo in cui i dati dei clienti sono recuperati ed elaborati. Non bisogna dimenticare che l'operatore e-CRM è, in realtà, l'utente del sistema e gli utenti non sono esperti ITC, ma possono essere assistenti del servizio clienti telefonico o magazzinieri. Il profilo del cliente, con campi di informazioni facili da comprendere e interfaccia utente intelligente, sono i requisiti di base.

Aspetti del business.

Questo aspetto si riferisce alla connessione dell'e-CRM con altre unità e processi aziendali: l'e-CRM produrrà valore solo se comunica con il resto dei processi aziendali, ciò significa ricevere e consegnare informazioni da e verso essi. Un esempio riguarda il fatto che l'e-CRM riceverà i dati di vendita dalle vendite e fornirà informazioni pertinenti al personale di marketing. Un esempio non così ovvio è che il dipartimento logistico potrebbe anche trarre vantaggio da queste informazioni e adattare le opzioni di consegna del prodotto in modo più conveniente (modificando ad esempio le date di consegna). Non bisogna dimenticare che: l'output dell'e-CRM non può essere migliore dell'input e ciò dipende dalla quantità e dalla qualità dell'input dei dati. L'input nell'e-CRM proviene dal resto dei processi aziendali: quindi, una comunicazione ricca, chiara e trasparente tra loro è un fattore essenziale per un funzionamento efficiente del sistema eCRM.

Ostacoli all'adozione dell'e-CRM

- Mancanza di capitale per investimenti. A livello fisico, l'e-CRM è un sistema ICT e come tale richiede risorse e infrastrutture. Un'opzione è quella di adottare l'e-CRM come servizio (Software as a service) o come una web based edition, il che significa che l'investimento iniziale è minore e il costo è su base temporale (mensile, annuale).
- Scarsa comprensione di utilità e adeguatezza. Soprattutto le PMI sono sempre riluttanti alle novità e preferiscono operare seguendo modalità tradizionali. Ciò non è più sufficiente in un mercato globalizzato e nell'era di internet e delle ICT. Un altro aspetto negativo risiede nel fatto che l'e-CRM non è appropriato per il B2B, il che è fuorviante: un cliente commerciale è (ancora) un cliente.
- Scarsità di risorse umane. Questo è tipico delle PMI e riguarda tutti gli aspetti del loro funzionamento. Nel caso dell'e-CRM, la mancanza di risorse umane può riguardare l'assenza di personale che farà
 - introdurre l'idea e dichiarare l'utilità di investire nell'e-CRM,

- progettare il sistema, specificare gli obiettivi e le sue caratteristiche
- gestire l'e-CRM e introdurlo con successo nello schema operativo aziendale (creazione di valore).

Cosa evitare quando si adotta l'e-CRM

Non procedere sulla strada dell'e-CRM, prima di definire la strategia del cliente (conservazione e attrazione). Al fine di definire la strategia del cliente è necessario classificare il database clienti in gruppi, da quelli più redditizi a quelli meno importanti. E' necessario procedere senza tenere a mente la tecnologia, dando una risposta ai seguenti quesiti:

1. Cosa e quanto dovremmo offrire ai nostri clienti, al fine di migliorare la loro fedeltà?
2. Quanto è conveniente e appropriata questa soluzione? Quanto è veramente fondamentale? (Non necessariamente soltanto in termini economici)
3. Quanti strumenti e quale spesa possiamo permetterci nell'implementazione dell' e-CRM?

E' necessario tenere presente che l'e-CRM non è solo un software o una piattaforma IT, ma un processo aziendale, assistito o implementato da un software.

Riferimenti

1. Charlie Brown, CRM di fatto a destra, troppo numerosi dirigenti mancanti sono la parte più importante del CRM, Agosto 24, 2016, HBR, disponibile da: <https://hbr.org/2016/08/too-many-executives-are-missing-the-most-important-part-of-crm>
2. 91 Marketing di canale su youtube, fornisce alcuni brevi video sul CRM e eCRM. Essi sono costituiti da una serie copre il soggetto pienamente e che vale la pena di visualizzazione (e prendendo appunti troppo)
3. Sito Salesforce (<https://www.salesforce.com/eu/>) fornisce informazioni sull'innovativa basata su cloud piattaforma eCRM, formazione in eCRM e argomenti pertinenti, nonché molte interessanti storie di successo, comprese alcune sul t&c settore. Salesforce fornisce anche formazione gratuita per eCRM, per tutti i livelli di formazione e le esigenze.
4. L'approccio di Oracle su eCRM e CX (Customer Experience) <https://www.oracle.com/applications/customer-experience/what-is-crm.html>
5. Contratti collettivi, la visione e la prospettiva del comportamento del consumatore e le tendenze in materia di abbigliamento: uno studio globale / Eseguito da Kurt Salmon Associates, Textiltechnik edizione, 2004
6. Sigrun Erder, Eventmarketing, Mod. Industrie, La. 2002, in tedesco e in greco. Una buona guida per la progettazione di eventi, comprese quelle digitali.
7. Wikipedia, eCRM, disponibile da <https://en.wikipedia.org/wiki/ECRM>, 17/11/2018
8. Simon Fong, Zhuang Yan, Serena Chan, Simon Fong, Av Padre, Tomas Antonio Pereira e Taipa U E quadrato, Access-Control architettura per supportare E-CRM e distribuiti di Data Mining, disponibile da https://www.researchgate.net/figure/Agent-based-Framework-for-BI-and-e-CRM_fig3_228498243, 16/11/2018. Un più techniocla descrizione della piattaforma eCRM.
9. Reichheld, F. F., Schefter, P. "E-fedeltà: la tua arma segreta sul web". La Harvard Business Review, Vol. 78, No.4, 2000 pp: 105-113
10. Esperto di software CRM, CRM Zara case study, disponibile da <https://www.expertmarket.co.uk/crm-systems/zara-crm-case-study>, 10/11/2018
11. Milton Pedraza, 10 Strategie Retail per marchi di lusso per migliorare il CRM, 17/10/2012, disponibile da <https://www.luxurysociety.com/en/articles/2012/10/10-retail-strategies-for-luxury-brands-to-improve-crm/>, 15/11/2018

4.7 E- Retail

Georgios Priniotakis, Marissa Sigala, Università del West Attica, Grecia

Introduzione

L'e-commerce ha cambiato radicalmente il modo di fare acquisti poiché milioni di vendite vengono effettuate elettronicamente. Questo sviluppo offre sfide occupazionali non solo alle grandi ma anche alle piccole aziende al fine di avere clienti in tutto il mondo, ovunque ci sia una connessione Internet. Pertanto, poiché più beni e servizi vengono scambiati online, diventa sempre più importante per le piccole e grandi imprese avere una presenza online in tutto il mondo. Gli acquirenti hanno anche la possibilità di fare acquisti direttamente da casa loro, in tutto il mondo.

Il commercio elettronico è stato definito come la vendita di beni tramite canali elettronici o Internet da parte dei consumatori per uso personale. Quindi, si riferisce solo alla procedura "Business to Customer" (B2C) e non alla "Business to Business" (B2B). Secondo Investopedia: "la vendita al dettaglio elettronica richiede molti display e specifiche dei prodotti, dando agli acquirenti una sensazione personale per l'aspetto e la qualità delle offerte senza richiedere la loro presenza in un negozio". Lo shopping online è ben diverso dall'acquisto di un articolo in negozio. Nell'era di internet, è stato dato il via al marketing guidato dai consumatori mentre il mercato mondiale della vendita al dettaglio si sta trasformando in un mercato di acquirenti da un mercato di venditori. L'ascesa dei rivenditori online sta rapidamente cambiando la prospettiva di acquisti e consumi. Nel contesto dell'e-commerce, un "pure player" è un'azienda con prodotti o servizi che esclusivamente digitali, che opera soltanto su Internet; ma, al contempo, *pure player* può anche significare "un attore che serve e investe le proprie risorse su una sola linea o servizio commerciale, escludendo altre opportunità di mercato. Ad esempio, molti rivenditori online di articoli elettronici sono *pure player*: vendono un particolare tipo di prodotto su Internet. Il commercio elettronico non vende ai clienti commerciali, ma al singolo consumatore che utilizzerà il prodotto, ciò significa che si tratta di un'azione Business to Consumer (B2C) piuttosto che B2B (Business to Business), secondo i principi di governance. Il commercio elettronico può anche includere oggetti che non si palesano in beni fisici, come i servizi: ad esempio i servizi bancari. Nel punto vendita sono importanti la posizione e la vetrina ma nel e-retail sono importanti la presentazione del sito dell'azienda e la presentazione dei prodotti.

Pro e contro del commercio elettronico: l'azione di vendita elettronica non è così potente come la vendita diretta, quindi la presentazione del prodotto dovrebbe produrre una forte esperienza sensoriale per il cliente al fine di convincerlo a cliccare e fare acquisti. Nella procedura di vendita online, che acquista ha un'idea di ciò che sta acquistando, quindi la presentazione e la vista a 360 gradi del prodotto sono i punti di forza.

Nell'e-retail esiste una grande varietà di prodotti in un ambiente molto competitivo poiché i clienti possono scegliere tra molte proposte di vendita e tempo illimitato per confrontare e scegliere. Gli ovvi vantaggi online sono: la convenienza per entrambi gli attori coinvolti (venditore e acquirenti) in quanto possono interagire reciprocamente in tutta privacy. Inoltre, vi è una riduzione dei costi generali poiché la vendita online può eliminare la necessità di personale orientato al cliente e costose vetrine da preparare in ogni stagione. Un grande vantaggio per l'acquirente è la possibilità di espandere il proprio mercato oltre il quello locale di riferimento in maniera molto rapida. Il vantaggio dell'e-retail: il costo insostenibile.

Secondo la ricerca condotta da Barclaycard, oltre un quinto (22%) dei rivenditori di mattoni e malta nel Regno Unito nel corso del 2015, sceglie di non vendere online a causa delle preoccupazioni relative ai costi di gestione della consegna e dei resi, - il sito Web aggiuntivo e i costi

dell'infrastruttura, - la pianificazione, la progettazione, l'implementazione, l'hosting, la protezione e la manutenzione di un sito Web di e-commerce professionale e anche i costi relativi al supporto degli ordini online non sono azioni economiche, - la volontà degli acquirenti di tornare ai metodi di acquisto convenzionali, poiché molti consumatori continuano a preferire una "comunicazione fisica" con il prodotto, - è difficile stabilire un marchio di fiducia, soprattutto senza un'attività fisica fin dall'inizio, i consumatori non possono contrattare il prezzo e spesso le aziende utilizzano metodi di tracciabilità come i "cookie" per registrare le preferenze dei consumatori e indirizzare la pubblicità di articoli pertinenti senza chiedere o preoccuparsi della protezione dei dati personali e dei diritti dei consumatori.

Cosa rende perfetto un sito di e-commerce?

Prima di tutto, è necessario creare e avere un piano aziendale. Un piano aziendale per un'azienda online dovrebbe includere l'approccio che verrà utilizzato per il finanziamento, il marketing e la pubblicità dell'azienda. Un web design facile da navigare con un caricamento rapido della pagina e con tutte le informazioni appropriate che verranno analizzate nel prossimo paragrafo, è un ingrediente importantissimo che spingerà il cliente a restare all'interno della pagina e fare acquisti. Un altro punto importante è la creazione del carrello: un e-commerce senza carrello è come un negozio senza cassa. L'esistenza di un e-commerce presuppone l'infrastruttura tecnologica appropriata (esistenza di un nome di dominio, sito web, hosting, esistenza di software collegato al sistema di magazzino, esistenza di un sistema di fatturazione, ecc.) e conoscenza del marketing nonché conoscenza della psicologia del cliente, che fino a poco tempo fa considerava noioso il mercato di Internet. Quindi, per avere e-commerce è necessario sviluppare:

- servizi e infrastrutture ICT - La logistica e l'agevolazione dell' e-retail richiede una consegna affidabile con sistemi di localizzazione efficaci;

- Un ambiente giuridico e regolamentare trasparente (procedure chiare per il pagamento elettronico - fiscalità). Quanto sopra non è di responsabilità della società privata, ma quest'ultima deve fornire tutte le informazioni relative a eventuali imposte o pagamenti, costi di consegna extra, ecc. affinché il cliente sia consapevole.

- L'esistenza di una pagina web veloce, in cui è necessario presentare i propri prodotti e la propria azienda.

Quali informazioni sono necessarie affinché sia il commercio online sia completo?

- informazioni (condizioni d'uso), fiducia (sicurezza dei dati personali e finanziari), informazioni sulla conformità (linguaggio comprensibile), informazioni sulla consegna e sulla politica di reso;
- informazioni sull'origine di prodotti e materiali, nonché dimensioni. Oggi più che mai, i consumatori prestano attenzione al luogo in cui vengono fabbricati i prodotti e all'origine dei materiali.
- dati finanziari dell'azienda (poche parole sulla sua storia, su come è stata creata, le risorse finanziarie negli ultimi cinque anni, la strategia dell'azienda, nonché i membri o gli azionisti);
- notizie o offerte, domande frequenti.
- interazione con il cliente, chat diretta, recensioni di clienti precedenti, domande tramite e-mail, informazioni di contatto, guide alle dimensioni dei video e vari elementi innovativi che differenziano questo e-retail dal resto.

Secondo l'articolo

(<https://www.invespcro.com/blog/shopping-cart-abandonment-rate-statistics-infographic/>) il tasso medio di abbandono del carrello degli acquisti di siti web di e-commerce è pari al 68,81%, il che significa che gli acquirenti non hanno completato la procedura di pagamento 68 volte su 100. Quali sono i motivi di tale comportamento?



Figure 4.7.1. Acquirenti che abbandonano i propri carrelli

Secondo una ricerca condotta dal Baymard Institute (<https://www.smartinsights.com/ecommerce/ecommerce-strategy/consumers-abandoning-shopping-carts-power-retargeting/>) i motivi sono i seguenti: spese di spedizione impreviste, procedura troppo complicata, vari errori del sito web, ritardo nella consegna, politica dei resi poco chiara, ecc. Come è possibile notare nel grafico, i motivi principali sono i costi imprevisti (costi di consegna - tasse ecc.), e prezzi migliori in un altro e-shop.

Pertanto, le e-mail di vendita al dettaglio cercano di ridurre al minimo la perdita dei potenziali acquirenti e forniscono ulteriori motivazioni agli acquirenti per continuare e tornare sul proprio carrello della spesa al fine di completare lo shopping. Il segreto è cercare di implementare le cose da fare nel loro e-retail e aumentare la soddisfazione dei propri clienti.

Predominio nell' e-Retail

Secondo un articolo al forum RetailWire (<https://www.retailwire.com>) sul tema: "Online e Amazon diventeranno ancor più dominanti nel corso del prossimo decennio", molti esperti dichiarano che i consumatori continueranno a fare più acquisti online mentre ridurranno gli acquisti in negozio. Questa affermazione è supportata da un rapporto pubblicato da FTI Consulting, il quale prevede che la spesa online totale negli Stati Uniti supererà \$1 trilione entro il 2027 e, secondo le stime, le vendite online saliranno al 22% nei prossimi 10 anni dal 12% della vendita al dettaglio totale di oggi. L'e-retail, che attualmente rappresenta il 34,2% delle vendite online, vedrà la sua quota crescere oltre il 50% entro il 2027, secondo le stime aziendali. Inoltre, secondo FTI Consulting, negli USA il principale beneficiario del passaggio dei clienti ai negozi online sarà Amazon.com. Secondo Statista, "la posizione sempre più dominante di Amazon nel mercato dell'e-commerce è in gran parte dovuta alla strategia di crescita aggressiva dell'azienda." Ma come misurare il successo online? Poiché l'e-retail è un business, il problema principale è il profitto, ma nell'e-Commerce i punti significativi della vendita al dettaglio sono i seguenti: il numero di spettatori, il coinvolgimento degli acquirenti e le conversioni, il modo di fare acquisti: via internet, tramite cellulari o altri dispositivi intelligenti.

Cosa intendiamo per "conversione"? La definizione di conversione, secondo i manuali di MarketingSherpa, è "il punto in cui un destinatario di un messaggio di marketing esegue un'azione desiderata". Pertanto, la conversione sta inducendo qualcuno a rispondere ad un invito all'azione, ad esempio compilare un modulo, aprire un'e-mail della tua azienda, ecc. Ciò significa che per il successo online è importante quante persone visitano un e-commerce, quanto sono interessati ai prodotti o compilare un questionario o un modulo richiesto o come molti cliccano sul pulsante "Acquista" per completare la spesa. Sono state condotte molte ricerche e la conclusione è la crescita

in questo settore. Nel 2017, l' e-commerce è stato responsabile di circa \$ 2,3 trilioni di dollari di vendite e si prevede che produrrà più di \$ 4,5 trilioni di dollari nel 2021, secondo un rapporto di Aaron Orendorff. Questo rapporto dichiara che negli Stati Uniti, l'e-commerce rappresenta quasi il 10% delle vendite al dettaglio e che il numero dovrebbe crescere di quasi il 15% nel 2018. Pertanto, l'e-retail è una delle aree più attive dello spettro economico mondiale .

Esempi di successo: Amazon

Amazon è stato lanciato nel 1995 come venditore di libri ed espandendosi in altri prodotti, con tre obiettivi: prezzi migliori, un'interfaccia cliente facile da usare e rapida procedura di consegna. Inizialmente, i ricavi dell'azienda raddoppiavano ogni 2,4 mesi e i ricavi per il primo anno di attività erano pari a \$5 milioni. L'innovazione di Amazon riguarda il fatto che i clienti potevano cercare un libro, un argomento o un autore specifici, oppure potevano sfogliare un catalogo di libri con 40 argomenti. I visitatori possono anche leggere recensioni di libri di altri clienti, del New York Times, dell'Atlantic Monthly e dello staff di Amazon. Su Amazon tutti i libri sono scontati: regolarmente i bestseller sono venduti con uno sconto del 40% e gli altri con uno sconto del 10%. Amazon, inoltre, al fine di incoraggiare i clienti ad aumentare le dimensioni del carrello offre la spedizione gratuita se spendono almeno un determinato importo.

Inoltre, Amazon crea comunità online: un gruppo di clienti soddisfatti che pubblica le proprie recensioni, sta a significare che Amazon incoraggia i clienti a comunicare e creare altre comunità online. Questa azione di Amazon si basa sul fatto che ci sono quattro tipi di bisogni che le comunità telematiche devono tentare di soddisfare per avere successo (Armstrong e Hagel, 1996): transazione, interesse, fantasia e relazioni. Questa community fornisce un'invidiabile quantità di feedback positivi, quindi offre ad Amazon un'enorme mole di recensioni positive.

Un altro servizio che Amazon offre ai suoi clienti è comunicare la promessa di adempimento in diversi modi tra cui la presentazione delle ultime informazioni sulla disponibilità dell'inventario, le stime della data di consegna e le opzioni per la consegna rapida, nonché le notifiche di spedizione nel giorno di consegna. Amazon afferma che il miglior marketing è far sì che le persone creino una promozione basata sul passaparola che è efficace nell'acquisizione di nuovi clienti per incoraggiare visite ripetute dei clienti. E questo è un dato di fatto, se pensiamo a quanti amici parlano, descrivono o scrivono un post e creano movimento sul mercato.

Esempi di successo: Alibaba

Lanciato nel 1999, il Gruppo Alibaba si è inizialmente concentrato sulla gestione di un sito web business-to-business (B2B) per le piccole società esportatrici cinesi. Oggi, secondo gli ultimi dati disponibili, Alibaba si estende a 10 aziende e ha circa 27.000 dipendenti e oltre \$8 miliardi di entrate. Alibaba supporta le aziende cinesi creando una piattaforma di incontro per le vendite internazionali (acquirenti e fornitori). Ha iniziato a offrire più servizi infrastrutturali ai propri clienti (quali logistica - piattaforma informatica, ecc.) ed ha anche costruito Taobao Mall, una piattaforma di marchi affermati per consumatori cinesi. Nel 2011 la società si è divisa nelle seguenti parti: Taobao si è concentrata sulle transazioni da consumatore a consumatore, Tmall sulle transazioni da cliente a consumatore ed Etao, una nuova unità, sulla ricerca di prodotti, al fine di coprire il futuro del settore e-commerce in Cina. Quando Alibaba ha iniziato le operazioni, la penetrazione di Internet in Cina era inferiore all'1%. In sostanza, Alibaba si dedica alle innovazioni e ciò fa parte della sua storia di successo. Ora Alibaba offre servizi: business to business (B2B), business to costumers (B2C) e costumers to costumers (C2C), con un'operazione simile a ebay. Nell'ultimo decennio Alibaba si è estesa in quasi ogni angolo del mondo. Alibaba domina quasi il 75% del mercato e-commerce.

Alibaba non vende prodotti, ma offre invece molti tipi di servizi. Come afferma Alibaba sul suo sito web: "Alibaba continuerà a sviluppare la qualità dei prodotti".

E-Retail nel settore tessile

Il settore tessile è un settore industriale con caratteristiche uniche e come industria deve possedere il prodotto giusto nel posto giusto al momento giusto (Fernie 1994). Pertanto, i rivenditori hanno a che fare con i produttori e con l'acquisto centralizzato per finalizzare i prezzi, la qualità e i programmi di consegna (Bruce and Moger, 1999).

Molti esperti affermano che l'e-commerce è fiorente e che i mercati del tessile e della moda ne traggono vantaggio. A supporto di ciò, è degno di nota il fatto che le vendite di prodotti tessili in Indonesia aumenteranno probabilmente del 10% nel corso del 2017, rispetto al solo 2,2% di crescita dell'anno precedente, secondo il CEO di Tekstile One Indonesia, Desy Natalia Soeteja, poiché sempre più aziende tessili ricorrono al commercio elettronico per penetrare nel mercato globale.

Secondo quanto riportato dall'articolo "The State of the Ecommerce Fashion Industry: Statistics, Trends & Strategy" di Aaron Orendorff i profitti dell'industria della moda per l'e-commerce dovrebbero aumentare da \$481,2 miliardi del 2018 a \$712,9 miliardi entro il 2022. Questi dati dimostrano che l'industria della moda è viva e che anno dopo anno sono coinvolti sempre più nelle nuove tecnologie mentre i potenziali clienti crescono ogni anno. Poiché la catena di approvvigionamento nel settore tessile è complessa, sono coinvolte molte parti.

Il caso Zalando

Zalando è la piattaforma di moda online leader in Europa, fondata nel 2008 a Berlino, per vendere calzature su internet. Da allora Zalando offre una varietà di articoli di moda in oltre 15 paesi e rappresenta un fatturato annuo di quasi 3,6 miliardi di euro in soli sette anni. Che cosa ha portato Zalando al successo?

L'obiettivo di Zalando è progettare e costruire proprietà logistiche di e-commerce che aiutino l'azienda a consegnare ai propri clienti più velocemente con costi minimi. Con questa strategia, Zalando continua a offrire un servizio straordinario ai suoi clienti. L'innovazione consiste nell'utilizzare uno strumento per consigli personalizzati sullo stile online a cui è possibile accedere tramite il sito web di shopping online di Zalando e provare a creare un'esperienza online unica per i clienti tramite una guida personalizzata e interattiva in base alle esigenze specifiche del cliente.

Il caso YOOX NET-A-PORTER GROUP (YNAP)

YOOX NET-A-PORTER GROUP è il principale rivenditore di moda di lusso online al mondo, istituito nel 2015, dalla fusione YOOX GROUP e THE NET-A-PORTER GROUP; le due società hanno rivoluzionato il settore della moda di lusso sin dalla loro nascita nel 2000. YNAP possiede un sito web innovativo, in cui tutte le operazioni IT vengono eseguite su un'infrastruttura IT di Hewlett Packard Enterprise (HPE). Fornisce oltre 180 paesi, offrendo la consegna in giornata in un numero crescente di città globali. Nel 2016 i visitatori mensili sono stati pari a 29 milioni con un totale di ricavi netti pari a 1,9 miliardi di euro, e da allora cerca di continuare a fornire la migliore esperienza ai propri clienti in tutto il mondo e ad ampliare le operazioni in modo efficiente.

Il contenuto editoriale è l'elemento significativo dell'esperienza e-commerce che offre ai clienti e un'altra caratteristica speciale è l'esistenza dei negozi multimarca che serve. A primo impatto sembra un magazine della moda e non un rivenditore online. In conclusione, la vendita online non è solo un negozio ma nasconde procedure più complesse (infrastruttura IT, infrastruttura logistica, un piano strategico chiaro, interoperabilità tra i sistemi, ecc.). Il commercio elettronico e lo shopping online sono uno stile di vita al giorno d'oggi e non si traducono in mera operazione di acquisto. Le aziende, quindi, coinvolte in questi processi devono essere pronte ad affrontare questa sfida: la

nuova era del commercio elettronico e la trasformazione del face to face shopping nel fare acquisti su Internet tramite nuove applicazioni virtuali.

Riferimenti

1. Investopedia, <https://www.investopedia.com>
2. Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>
3. Barclay ricerca circa la nascita di 'serial returners' - acquirenti online che abitualmente su ordine e approfittare della libera ritorna - ostacola la crescita delle imprese del Regno Unito il 18 maggio 2016 (<https://www.home.barclaycard/media-centre/press-releases/emergence-of-serial-returners-hinders-growth-of-UK-businesses.html>) [letta 6 Nov 2018]
4. Istituto Baymard (<https://baymard.com/>) [letta 6 Nov 2018]
5. Forum RetailWire [letta 6 Nov 2018]
6. Fernie, J. e scintille, L. (eds.), (1998), la logistica e la gestione della vendita al dettaglio, intuizioni nella pratica attuale e le tendenze dei principali esperti, Kogan Page Ltd, Londra, Regno Unito.
7. L'uso dell'E-commerce nel settore tessile e abbigliamento della catena di alimentazione | Richiesta PDF. Disponibile da:https://www.researchgate.net/publication/228581808_The_use_of_E-commerce_in_the_textile_and_apparel_supply_chain [letta 6 Nov 2018]
8. Bruce M. e Moger S. (1999) pericolosi Liaisons: un'applicazione di catena di alimentazione alla modellizzazione per studiare l'innovazione all'interno del Regno Unito industria abbigliamento, tecnologia di analisi e gestione strategica, Vol. 11, n. 1.
9. Amazon sito www.amazon.com
10. Alibaba del sito www.alibaba.com
11. YNAP del sito www.ynap.com
12. Zalando del sito www.zalando.com

