



**Politecnico  
di Torino**

DAD – Dipartimento di Architettura e Design  
Corso di Laurea in Design e Comunicazione

Sessione di Laurea Dicembre 2024

Tesi di Laurea

# Molto più di un imballaggio

Percorsi sostenibili per packaging a basso impatto ambientale, dai biopolimeri ai materiali naturali.

Relatrice  
Doriana Dal Palù

Candidato  
Tommaso Ferrein

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
	<b>POLIMERI NEI PACKAGING: PROPRIETÀ ED IMPIEGHI</b>	<b>6</b>
	1.1 - Custodire e comunicare	8
	1.2 - Ruolo dei polimeri nel settore degli imballaggi	10
	1.3 - Proprietà e tipologie di polimeri nel packaging	13
	1.4 - Applicazione dei polimeri nel mondo del packaging	18
	1.5 - Il fine vita dei packaging: i dati	25
	1.6 - Normative vigenti sulla percentuale plastica nei packaging	27
	1.7 - Problemi di riciclabilità	30
	1.8 - Percezione dei consumatori e impatto sul mercato	33
<b>2</b>	<b>LE ALTERNATIVE AI POLIMERI TRADIZIONALI</b>	<b>42</b>
	2.1 - Perché un'alternativa	44
	2.2 - Come possiamo comportarci ?	46
	2.3 - Le bioplastiche	48
	2.4 - Le alternative e la produzione circolare	61
	2.5 - Innovazioni nei processi di riciclo e il futuro circolare	75
<b>3</b>	<b>L'ESPERIENZA DI TIROCINIO: IL CASO OFFMAR</b>	<b>89</b>
	3.1 - La mia formazione	90
	3.2 - Breve introduzione all'azienda: la loro storia	92
	3.3 - Il processo produttivo	94
	3.4 - Il prodotto	97
	3.5 - Il portfolio aziendale "Wavebag™"	99
<b>4</b>	<b>VOCI DAL CAMPO: L'INTERVISTA</b>	<b>100</b>
	4.1 - Breve chiacchierata con Gabriele Marongiu	102
<b>5</b>	<b>IPS: INDICE DI PERFORMANCE E SOSTENIBILITA'</b>	<b>118</b>
	5.1 - Un intervento consapevole	120
	5.2 - L'IPS: indice di performance e sostenibilità	124
	<i>KRAFT paper</i>	138
	<i>Ingeo PLA</i>	140
	<i>Nodax PHA</i>	142
	<i>NatureFlex</i>	144
	<i>I'm Green PE</i>	146
	<i>Solanyl</i>	148
	<i>Mater-bi</i>	150
<i>MycoComposite</i>	152	
<i>ecovio</i>	154	
<i>BioPBS</i>	156	
<i>Sulapac</i>	158	
<i>PEF</i>	160	
<i>PHBH</i>	162	
<i>Paperfoam</i>	164	
<i>Paper</i>	166	
<i>Algae Package</i>	168	
5.3 - Resoconto finale: classifica dei materiali selezionati	170	
5.4 - Riflessioni sull'impiego dell'IPS	176	
5.5 - L'IPS: adattarsi ed evolvere	180	
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONE</b>	<b>182</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b>	<b>187</b>

## Introduzione

Negli ultimi anni, la crescente pressione normativa, come la direttiva SUP (*Single Use Plastics*) dell'Unione Europea e l'obiettivo di riciclare il 65% degli imballaggi totali entro il 2025, ha reso evidente la necessità di un intervento urgente.

Questa tesi si concentra sul packaging come elemento cardine della nostra società contemporanea, andando oltre la sua funzione primaria di protezione del prodotto per esplorare il suo ruolo di comunicazione e rappresentazione di valori aziendali. La ricerca esamina l'impiego dei polimeri tradizionali, mettendo in luce le problematiche legate alla loro difficile riciclabilità, al loro impatto ambientale e alla percezione negativa che i consumatori stanno maturando nei loro confronti. Parallelamente, viene analizzata l'emergente domanda di alternative sostenibili, come le bioplastiche, i materiali derivati da scarti agricoli, il micelio e le alghe, cercando di valutarne non solo i benefici ambientali ma anche le sfide tecniche, economiche e di prestazioni che accompagnano il loro impiego.

Un punto cardine della ricerca è rappresentato dall'IPS (Indice di Performance e Sostenibilità), un sistema innovativo progettato per fornire una valutazione oggettiva e comparativa dei materiali alternativi.

L'IPS integra parametri chiave legati alla sostenibilità, alle prestazioni tecniche e agli impatti ambientali, proponendosi come strumento guida per progettisti e aziende nella scelta di soluzioni più responsabili.

Attraverso un approccio multidisciplinare, la tesi esplora brevemente il panorama normativo, integra contributi di esperti del settore attraverso un'intervista sul campo e delinea le innovazioni nei materiali e nei processi di riciclo. Viene proposta una visione olistica per una transizione verso modelli più responsabili e circolari, in cui l'innovazione non si limiti a sostituire i materiali, ma coinvolga l'intero ciclo di vita del packaging, dal design alla produzione, fino alla gestione del fine vita.

*Buona lettura!*




# *Polimeri* nei packaging:

proprietà ed impieghi

## 1.1 Custodire e comunicare



L'articolo 218 del decreto legislativo 152/2006 definisce i termini chiave per la gestione dei rifiuti e degli imballaggi, essenziali per applicare correttamente le norme su prevenzione, riutilizzo, riciclaggio e recupero.

L'imballaggio (o packaging) è definito come il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere e a proteggere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore, e ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo (articolo 218 del decreto legislativo 3 aprile 2006 )

Le principali funzioni che un packaging deve assolvere sono:

1. **Protezione:** garantire che il prodotto in questione non venga deteriorato e danneggiato durante le fasi precedentemente elencate, proteggendolo anche da eventuali contaminazioni esterne, come nel caso del packaging alimentare.
2. **Conservazione:** specialmente per beni alimentari e farmaceutici, aiuta a mantenere la qualità del prodotto nel tempo, preservandone freschezza e integrità.
3. **Trasporto:** il packaging dovrebbe rendere più facile e sicuro il trasporto, attraverso diversi mezzi, riducendo il rischio di smarrimento nel percorso produttore –consumatore.
4. **Comunicazione e marketing:** l'imballaggio fornisce informazioni importanti sui prodotti,

come ingredienti, dati nutrizionali o istruzioni d'uso e smaltimento. Fino a poco tempo fa il packaging era considerato un elemento minore nel *marketing mix* di un prodotto, ma ora è diventato parte integrante del prodotto stesso. È un potente strumento di branding e marketing che attira l'attenzione del consumatore finale, ampliando l'engagement e creando una brand identity ben precisa.

Il packaging non è solo un elemento funzionale ma anche un potente strumento di comunicazione e marketing che deve essere progettato con attenzione per soddisfare le **esigenze** di protezione, conservazione, trasporto e promozione. Con l'evoluzione delle tecnologie e dei materiali, il packaging continua a svilupparsi per rispondere alle sfide moderne, tra cui l'eco-compatibilità e la sostenibilità etico-sociale.

Come scritto dal professor Castagnino: «Il concetto di eco-compatibilità nella realizzazione di un involucro riguarda, ovviamente, anche la scelta del materiale ... fino alle materie plastiche a ai fogli di polipropilene... non esiste una ricetta predefinita di uso di materiale corretto sotto il profilo ambientale, il tutto è relazionato all'ambito, al prodotto e soprattutto alla sua distribuzione.»

Riferimento bibliografico/sitografico alla fine dell'elaborato



## 1.2 Ruolo dei polimeri nel settore degli imballaggi

Nel vasto mondo del packaging, non sempre ci si rende conto di quanti imballaggi siano realizzati in materiale polimerico: secondo *Our World in Data*, una piattaforma online che fornisce dati e ricerche su diversi problemi globali, nel 2019 circa il 30% degli imballaggi prodotti a livello globale era costituito da materiali polimerici. In Italia (2022) il 43% dei materiali impiegati per il packaging è di origine plastica, una cifra che negli ultimi anni sta variando notevolmente come conseguenza del **continuo impegno** nella ricerca e nello sviluppo di soluzioni alternative effettivamente valide in termini prestazionali ed economici.



Le principali caratteristiche dei polimeri che li rendono così ampiamente utilizzati includono (1) la **leggerezza** che riduce costi di trasporto e di gestione logistica generando maggiori possibilità di stoccaggio, (2) la buona **resistenza** agli urti e all'impatto e (3) la ottima capacità di resistere ad **agenti esterni**, evitando la contaminazione del prodotto, preservandone la qualità, fattore molto incidente per quanto riguarda beni alimentari e farmaceutici.



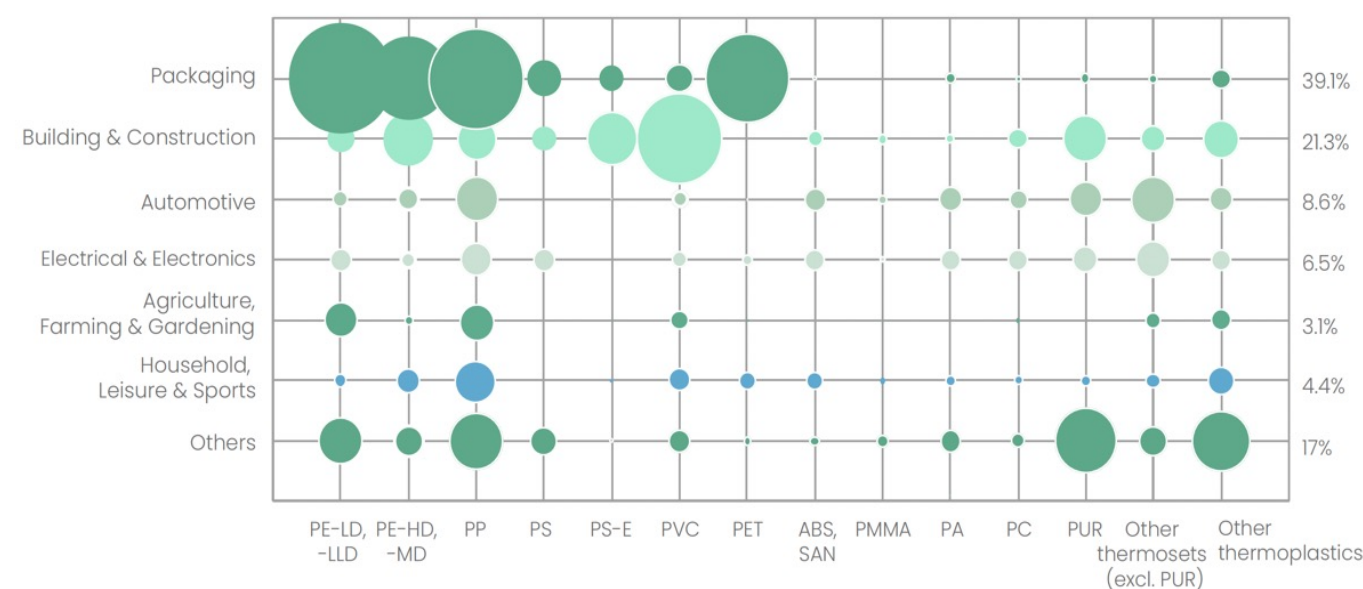
Nel 2021 globalmente sono state prodotte 394 milioni di tonnellate di plastica delle quali 60.8 milioni in Europa.

È importante notare come circa il 16.12% delle plastiche prodotte in Europa sono circular based, ovvero appartenenti a plastiche bio-based, riciclate chimicamente, riciclate meccanicamente pre-consumatore e riciclate meccanicamente post-consumatore. Le restanti 51 milioni di tonnellate sono plastiche di origine fossile, derivanti da processi per la maggior parte non sostenibili che sfruttano il territorio in termini ambientali, sociali ed etici.



Associazione di categoria che rappresenta i produttori di materie plastiche in Europa. Si occupa di sensibilizzare su tematiche come il riciclaggio, la gestione dei rifiuti e l'economia circolare per le materie plastiche.

Nel grafico che segue preso da un rapporto annuale effettuato da Plastics Europe, è raffigurata la domanda delle diverse tipologie di polimero da parte dei diversi settori industriali in Europa nel 2021 (*Plastics Europe 2022* ).



Si può cogliere immediatamente la grande richiesta di plastica da parte del **settore del packaging** che ammonta quasi al **40%**, seguito dal settore edilizio con il 21.3% e dal settore dell'automotive con l'8.6%.



I polimeri sintetici più richiesti nel settore del packaging sono tutti appartenenti alla famiglia dei termoplastici: il polimero più impiegato è il Polipropilene (PP), seguito dalla famiglia del Polietilene a bassa densità (LDPE, LLDPE) e dalla famiglia del Polietilene ad alta densità (HDPE, MDPE). A seguire il Polietilene tereftalato (PET) e il Polistirene (PS).

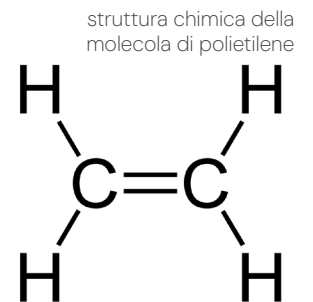
È quindi buona pratica conoscere quali sono i principali materiali polimerici nel mondo del packaging, i loro impieghi e le loro proprietà fisiche e chimiche.

## 1.3 Proprietà e tipologie di polimeri nel packaging

Come già menzionato, i polimeri di più largo impiego nel mondo degli imballaggi sono il PP, il PE (LDPE e HDPE), il PET e il PS. Ognuno di questi polimeri assolve funzioni che li rendono i materiali preferiti in questa vasta industria.

### 1.3.1 Il Polietilene

Il Polietilene appartiene alla grande famiglia dei **polimeri termoplastici**. È uno dei polimeri più ampiamente utilizzato nel packaging grazie alla sua versatilità generale e al suo basso costo comparato ad altri suoi contendenti. Si ritrova spesso nei sacchetti di plastica, nelle pellicole, nelle bottiglie di plastica, in tubi e sotto forma di film sintetici. Esistono diverse tipologie di Polietilene ognuna con caratteristiche ben precise: vengono più comunemente riconosciuti il **LD-PE** (*low-density polyethylene*) e l' **HD-PE** (*high-density polyethylene*).



#### 1.3.1.1 Low Density Polyethylene

Il Polietilene a bassa densità è una delle varianti più importanti del PE, caratterizzato da una struttura molto ramificata che conferisce al materiale una notevole flessibilità e resistenza agli urti ma una bassa resistenza a trazione a differenza di altre varianti del PE. Proprio per



(IMMAGINE 1)  
film avvolgente "wrapping film"  
in LDPE



queste proprietà è spesso utilizzato in applicazioni dove malleabilità e capacità di adattamento alla forma sono richieste. Un esempio comune è quello dei sacchetti utilizzati per il confezionamento di capi d'abbigliamento dall'azienda al punto di vendita. È inoltre ampiamente utilizzato per la produzione di pellicole e rivestimenti grazie alla sua capacità di adattarsi a diverse forme.

### 1.3.1.2 High Density Polyethylene

Il Polietilene ad alta densità rientra nelle varianti più robuste del PE, è caratterizzato da una struttura molecolare lineare con pochissime ramificazioni. Questa struttura conferisce al polimero una struttura molto più densa e "compatta" rispetto al LD-PE, tanto che risulta essere un materiale con proprietà meccaniche e chimiche notevolmente migliorate. Proprio per questo motivo l'impiego principale del HD-PE è quello di contenitore di prodotti chimici e alimentari. «Le bottiglie in Polietilene non solo sono utilissime nell'erogazione dei preparati da toilette, ma sono anche molto diffuse in quanto **infrangibili e inattaccabili** da prodotti chimici» tanto che «hanno sostituito le bottiglie in paraffina usate per l'acido fluoridrico e per altri prodotti chimici».



(IMMAGINE 2)  
bottiglie e flaconi di prodotti  
realizzati in HD-PE



### 1.3.2 Il Polietilentereftalato

Il polietilentereftalato è un polimero appartenente al sottogruppo dei poliesteri, viene per lo più sintetizzato come materiale **termoplastico semicristallino**. Il PET amorfo è trasparente e si forma mediante tempra del polimero fuso.

La sua struttura è caratterizzata dall'essere particolarmente lineare, fattore derivante dalla polimerizzazione dell'acido tereftalico. Il suo vasto impiego nel mondo degli imballaggi è dovuto alla sua eccellente trasparenza, lo ritroviamo infatti nel package di liquidi sotto forma di bottiglie trasparenti come quelle di bibite, acqua, prodotti chimici e farmaceutici, utili al consumatore finale che riesce così a vedere il contenuto del prodotto quando è ancora sullo scaffale.

In Italia vediamo il boom delle bottigliette in plastica nel lontano 1984, quando una nota azienda propone un nuovo modo di bere l'acqua quando fuori casa: vengono lanciate sul mercato per la prima volta le bottigliette in plastica che tutti noi conosciamo, rigorosamente realizzate in PET. È stata San Benedetto la prima azienda italiana a utilizzare questo tipo di materiale per distribuire l'acqua.

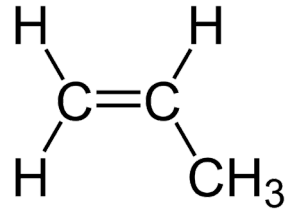


(IMMAGINE 3)  
bottigliette d'acqua PET  
@San Benedetto S.p.A.  
e diverse bottigliette di bibite  
in PET trasparente





struttura chimica della molecola di Propilene



(IMMAGINE 4)  
vaschette alimentari trasparenti realizzate in Polipropilene (omopolimero)



### 1.3.3 Il Polipropilene

Il Polipropilene è un polimero ampiamente usato nel settore industriale del packaging per le sue ottime proprietà fisiche e il costo particolarmente ridotto. Appartenente alla famiglia dei termoplastici, presenta una struttura chimica semicristallina, data dalla ripetizione del Propilene semplice che conferisce al polimero una combinazione unica di rigidità e resistenza agli urti.

Una delle caratteristiche più apprezzate del Polipropilene è la sua capacità di resistere alle alte temperature e agli attacchi chimici, rendendolo adatto per contenitori che devono sopportare lavaggi ripetuti o il contatto con sostanze corrosive. È per questo che molti contenitori per microonde e bottiglie per bevande calde sono realizzati in PP.

Un altro punto di forza del PP è la sua disponibilità in due principali varianti: l'**omopolimero** e il **copolimero**. L'omopolimero è rigido e trasparente, rendendolo perfetto per applicazioni dove è necessaria una buona resistenza e una presentazione visiva accattivante, come nelle confezioni di alimenti che devono mostrare il contenuto. D'altro canto, il copolimero è più flessibile, ma opaco, e viene impiegato in contesti in cui la flessibilità è cruciale, come nelle pellicole per imballaggi.

### 1.3.4 Il Polistirene

Il polistirene, come descritto dal professor James Mark, è «una delle materie plastiche più utilizzate, con applicazioni nei settori dell'imballaggio, degli elettrodomestici, dell'edilizia, delle automobili, dell'elettronica, dei mobili, dei giocattoli, degli articoli per la casa e dei bagagli.» È l'ultimo dei cinque principali polimeri utilizzati nel settore del packaging che verrà descritto in questo testo.



Chimicamente, è un polimero termoplastico caratterizzato da una catena principale di atomi di carbonio, a cui sono attaccati gruppi fenilici laterali. Questa configurazione impartisce al materiale una **trasparenza «crystal clear»** e una discreta robustezza, qualità che lo rendono una buona alternativa al PET, soprattutto nella produzione di bottiglie e flaconi. Tuttavia, l'utilizzo del polistirene nel packaging non si limita solo alle bottiglie e ai flaconi; viene infatti impiegato per la realizzazione delle tipiche vaschette alimentari trasparenti da gastronomia, nella realizzazione di pellicole protettive, nei vassoi per alimenti, nelle scatole per CD e DVD, nelle posate monouso e come materiale di protezione per componenti elettronici durante il trasporto nella sua variante espansa (**EPS**, Expanded Polystyrene).



(IMMAGINE 5)  
pareti interne in polistirene espanso per la protezione durante il trasporto



## 1.4 Applicazione dei polimeri nel mondo del packaging

Se dovessimo considerare il packaging solamente come un rivestimento del contenuto interno, commetteremmo un grande errore. Al giorno d'oggi non è più così. Il mondo del confezionamento vede sempre più gli imballaggi come una **grande tela sui quali esprimersi**, sui quali esprimere i valori dell'azienda, del brand. Attraverso il loro progetto, che si sviluppa con forme, modalità d'uso, sistemi di apertura e chiusura, impiego dei materiali, ma anche aspetti grafici quali scritte, disegni, composizioni geometriche o semplicemente spazi vuoti i brand riescono a comunicare e comunicarsi con il pubblico, con l'utente finale, che non può fare altro se non notare e interagire con l'imballaggio prima ancora di accedere al prodotto stesso. In questo modo, il packaging diventa un mezzo potente di **narrazione** e **persuasione** nei confronti del customer, capace di influenzare le decisioni d'acquisto e possibilmente di creare una **connessione emotiva** con il consumatore. Non si tratta solo di proteggere e preservare il contenuto, ma di presentarlo, di valorizzarlo.

A tal proposito, citerei le parole del professor Bistagnino, che fornisce una sintetica spiegazione del rapporto di coesistenza tra "pelle" e "tela": «Il contenitore iconico, infatti, gioca un ruolo seduttivo capace di accrescere il potere di attrazione delle merci, come appunto una "pelle". L'abito, quindi, come involucro semiotico raramente neutrale, che cela e preserva il contenuto garantendone la sua integrità e che si fa carico di un complesso sistema comunicativo e persuasivo per orientare la scelta del consumatore».



Come precedentemente descritto i polimeri giocano un ruolo fondamentale nel mondo del packaging, tanto che occupano **la seconda fetta più grande di quel mercato**, dietro solamente alla carta e al cartone (33.2%), con uno share pari al 25.5%. È quindi importante illustrare le diverse tipologie di imballaggio, le loro differenze e le applicazioni dei polimeri all'interno di queste varie categorie.



## 1.4.1 Imballaggi flessibili

(IMMAGINE 6)  
diverse confezioni flessibili di  
pasta



(IMMAGINE 7)  
confezione flessibile per caffè  
in chicchi




Inglesismo per ricarica, ricambio;  
dall'inglese to refill

La prima categoria di package che verrà brevemente analizzata è quella degli imballaggi flessibili, dove rientrano i film protettivi, i sacchetti, i laminati e i rivestimenti interni o esterni di un packaging realizzato con un materiale differente dalla plastica.

«Per imballaggio flessibile si intende un imballo sottile, generalmente stampato, formato da film (polimeri, carta, cellulosa rigenerata, foglia d'alluminio) usati da soli o in combinazione per imballaggi primari e/o secondari destinati a contenere prodotti alimentari, farmaceutici, per l'igiene personale, per la detergenza domestica, per il "pet food", ecc.» .

Il packaging flessibile è quindi una qualsiasi confezione che può essere facilmente modellata grazie al materiale con cui è realizzata. Questa categoria comprende, come precedentemente citato, sacchetti, buste e film termoretraibili. Tra i più evidenti esempi di questo packaging ci sono la confezione del pane in cassetta, la busta dei croccantini per animali, il film che tiene insieme 6 bottiglie d'acqua, le buste di caramelle, i sacchetti di insalata al supermercato, i *refill* di saponi per mani e i pacchi sottovuoto di riso e caffè.

## 1.4.2 Imballaggi rigidi

La seconda delle tre diverse categorie di imballaggi è probabilmente quella più comune e più facilmente riconoscibile quando si pensa alla parola packaging o imballaggio. Questa categoria non comprende solo confezioni rigide e fragili (in termini di *brittleness* ) , si tratta invece di quei contenitori realizzati con determinati materiali e forme predisposte che **impediscono la facile deformazione** del contenuto durante il trasporto, l'esposizione su scaffale e la vendita.

Appartengono a questa famiglia, forse la più grande, le bottiglie di vetro della passata di pomodoro, l'imballaggio del cellulare che ritroviamo dai grandi distributori di elettronica, lattine e barattoli di metallo per alimenti, le scatole rigide che garantiscono la sicurezza e la protezione di un prodotto fragile o di lusso, i contenitori a conchiglia in plastica incernierati, le confezioni blister che frequentemente ritroviamo in articoli farmaceutici, e molti altri.

I polimeri più usati sono il Polipropilene (PP), per contenitori rigidi come quelli per yogurt e l'HDPE, per flaconi di detersivi e shampoo. Entrambi assicurano la forma dei contenitori e proteggono il contenuto.



Dall' inglese *brittle*: la tendenza di un materiale a rompersi o giungere a frattura facilmente, senza deformarsi plasticamente in modo significativo quando sottoposto a stress.

(IMMAGINE 8)  
latte in alluminio per l'industria  
alimentare e flaconi per liquidi  
per l'industria chimica e  
farmaceutica



### 1.4.3 Extra: imballaggi “speciali”

L'ultima tipologia di imballaggio rientra sia nei packaging flessibili che rigidi, si tratta di imballaggi speciali ovvero contenitori speciali sviluppati per soddisfare specifiche necessità che non si limitano alle sole funzioni di contenimento e protezione date da imballaggi rigidi (come vasi e scatole) e flessibili (come buste e rivestimenti). Questi packages sono progettati in modo particolare per rispondere a **bisogni individuali**, anche a volte **relativi al prodotto o all'ambiente** del trasporto o ai requisiti prescritti.

Fanno parte di questa categoria molti dei packaging alimentari che stanno direttamente a contatto con il cibo, packaging farmaceutici che non devono rilasciare sostanze nel preparato chimico, imballaggi per componentistica di elettronica che devono essere antistatici o gli **smart packaging**: confezionamenti dotati di speciali sensori che servono a monitorare diversi parametri come le condizioni del prodotto, la temperatura interna, l'umidità dell'ambiente o la geolocalizzazione.

Questo tipo di packaging è sempre più adottato nell'industria alimentare poiché fornisce dati utili sul prodotto, riducendo gli sprechi e migliorando la sicurezza alimentare.

(IMMAGINE 9)  
smart packaging nell'industria alimentare, carne fresca con importanti informazioni trasmesse attraverso l'etichetta



(IMMAGINE 10)  
sensore su pacchetto di pere per comunicare la consistenza del frutto



Come si può facilmente intuire, questo tipo di imballaggio a volte richiede **ingenti investimenti** in ricerca e sviluppo per soddisfare rigorosi requisiti di sicurezza, eco-sostenibilità o prestazioni, spesso in collaborazione con le industrie specifiche.

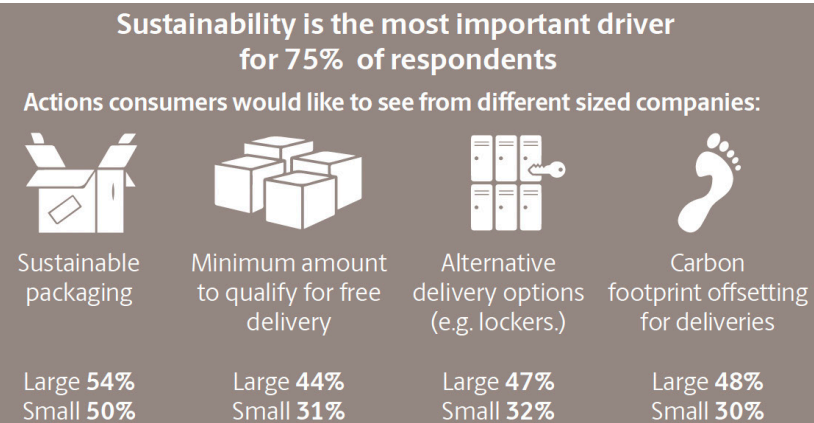
L'**etichettatura** è **parte integrante** dello **smart packaging** e si occupa di **presentare** nel modo più chiaro, dettagliato e facilmente leggibile **tutte le informazioni** importanti sul prodotto. Quando i processi di confezionamento e di etichettatura vengono eseguiti correttamente, le vendite, i profitti e la soddisfazione del cliente aumentano.

Le **smart label** integrano tag RFID (Radio Frequency Identification) o NFC (Near Field Communication), abilitando uno smart packaging più veloce, funzionale e innovativo, offrendo anche nuove chiavi di servizio e personalizzazione avanzata. L'utilizzo combinato di tag e barcode consente infatti ai brand di connettersi in modi sempre più creativi, innovativi e avanzati ai propri clienti, permettendo di raccogliere dati preziosi, creare interazioni personalizzate e offrire esperienze coinvolgenti a supporto dell'intera *customer journey*💡, migliorando così il rapporto tra brand e consumatore.



💡 È il percorso che un cliente compie dall'inizio alla fine della sua interazione con un brand, includendo consapevolezza, considerazione, acquisto, utilizzo e post-vendita, influenzando decisioni e soddisfazione.

Negli ultimi anni è stata la **crescente attenzione** da parte del consumatore finale ad ottenere più informazioni possibili sul prodotto per finalizzare un acquisto che abbia caratteristiche il più green possibile a supportare la tendenza del packaging come portatore di informazioni.



Secondo gli analisti, oltre la metà dei consumatori (54%) si aspetta dai produttori e dai distributori imballaggi sostenibili e modalità di consegna più green (*driver dei consumatori, SMART E-COMMERCE REPORT 2021 - UPS*). Lo smart packaging può quindi aiutare i consumatori e le aziende a tenere traccia di dove provengono i materiali dei prodotti, dove sono fabbricati, da chi e qualsiasi altra informazione pertinente che può essere parte integrante del consumatore che determina se possono acquistare o meno da un marchio in maniera etica e socialmente consapevole.

## 1.5 Il fine vita dei packaging: i dati

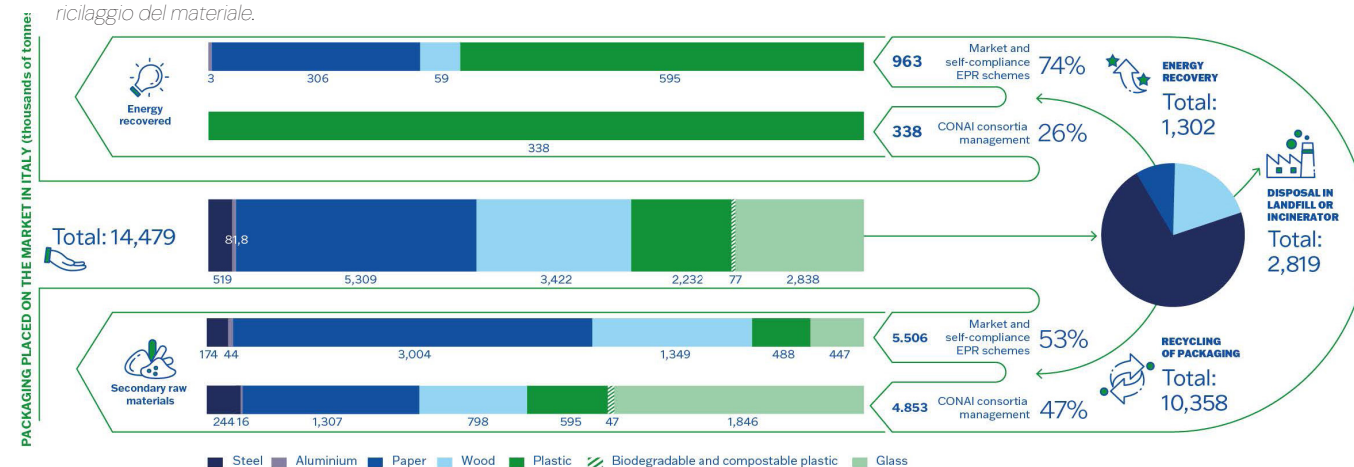
Nell'ultimo decennio il settore del riciclo degli imballaggi ha mostrato una notevole evoluzione che rispecchia l'aumento dell'**impegno pubblico** nei confronti di pratiche più sostenibili e più responsabili.

Un'analisi dei dati raccolti mostra i progressi realizzati: nel 2012 solo il 64% di tutti gli imballaggi immessi sul mercato sono stati correttamente riciclati (7,508 kton) inclusa la carta, il vetro, il legno, la plastica, l'alluminio e l'acciaio. L'altro 36% è stato smaltito in discariche (26%) oppure in inceneritori (10%).

I dati del 2022 rispetto a quelli di dieci anni prima indicano un miglioramento significativo, infatti, due anni fa sono stati recuperati circa l'80,5% di materiale (11,832 delle 14,479 kton) sia attraverso il recupero energetico che il riciclo mentre la quantità di materiale immesso in discariche o inceneritori si è ridotta 2.819 kton (4.139 nel 2012).



(DIAGRAMMA) CONAI Sustainability Report 2023: diagramma che illustra la gestione degli imballaggi (migliaia di tonnellate) immessi sul mercato in Italia, suddivisi per materiali principali. Sono mostrati i tre flussi principali: il recupero di energia, il riciclo degli imballaggi e lo smaltimento in discarica o inceneritore, con rispettive quantità e percentuali di ripartizione nei casi del recupero energetico e del riciclaggio del materiale.





Tuttavia, nonostante i risultati finora raggiunti siano incoraggianti e segnino un importante passo avanti, resta ancora molto lavoro da fare per conseguire obiettivi di riciclo ancora più ambiziosi a livello europeo. In particolare, l'Agenda Europea dell'Ambiente ha fissato il traguardo di riciclare il **65%** degli **imballaggi totali** entro il 2025 una sfida significativa che richiede ulteriori sforzi da parte di tutti gli attori coinvolti.




Oltre a questo, è fondamentale per istituzioni, cittadini e governi continuare a ridurre l'impatto ambientale complessivo, promuovendo soluzioni sostenibili e innovazioni nel campo del packaging e della gestione dei rifiuti.

## 1.6 Normative vigenti sulla percentuale plastica nei packaging

Il 28 marzo 2019 è entrata in vigore la norma tecnica UNI 11743:2019 dal titolo "Carta e cartone - Determinazione dei parametri di riciclabilità di materiali e prodotti a prevalenza cellulosica", sviluppata a partire dalle metodologie di analisi per la determinazione della riciclabilità delineate dall'Associazione tecnica italiana cellulosa e carta – **Aticelca** .

La norma specifica un metodo per **determinare** i **parametri** più significativi ai fini della **valutazione** della **riciclabilità** su scala di laboratorio di materiali e prodotti a prevalenza cellulosica, simulando alcune delle fasi principali dei processi industriali di lavorazione della carta da riciclare al fine di produrre nuova carta e nuovo cartone. 

Secondo gli standard stabiliti dal consorzio Comieco e dalle linee guida UNI 11743:2019 in Italia, la quantità di materiale non cellulosico (come il film di PE) non deve superare il **5%** del **peso** totale dell'imballaggio. Questo limite è stato definito per garantire che l'imballaggio possa essere processato efficacemente all'interno delle attuali infrastrutture di riciclaggio della carta, senza compromettere la qualità della carta riciclata prodotta. Se questa percentuale è superiore al 5%, l'imballaggio potrebbe non essere considerato riciclabile insieme alla

 Aticelca è l'Associazione Tecnica Italiana per la Cellulosa e la Carta. Si occupa di promuovere la ricerca, lo sviluppo e la sostenibilità nell'industria della carta e della cellulosa in Italia, fornendo anche certificazioni di riciclabilità per i materiali cartacei.

carta e potrebbe essere trattato come un rifiuto misto o destinato a un diverso processo di dismissione come la discarica o la termovalorizzazione.

Questo nuovo standard consente ai produttori di carta, ai produttori di oggetti costituiti prevalentemente di carta e agli utilizzatori di prodotti in carta, quali imballaggi, prodotti editoriali, etichette e in generale qualsiasi oggetto in carta, di verificare il livello di riciclabilità in una scala composta da quattro classi, dalla A+ alla C.

Il metodo è uno strumento utile per **guidare la progettazione** di articoli in carta secondo i principi dell'eco-design, per verificare la conformità alle normative vigenti che richiedono che gli imballaggi siano riciclabili, e infine per comunicare in modo trasparente ai consumatori il livello di riciclabilità ottenuto, incentivando così **scelte più consapevoli**.

Nella pagina che segue verrà fornita la definizione di ogni classe di livello di riciclabilità (A+, A, B, C), secondo la certificazione Aticelca e la relativa percentuale di scarto che producono a valle del processo di riciclo. Il livello più alto è rappresentato dalla lettera A+, seguita dalle lettere A, B e C (*rappresentante il livello più basso*).




- **A+**: riciclabile nella maggior parte degli impianti di cartiera. È compatibile con i processi di riciclo della carta grazie alle tecnologie di produzione attualmente prevalenti, quando mescolato con altre fibre secondarie raccolte separatamente. *Il suo riciclo genera uno scarto inferiore all'1,5%.*
- **A**: riciclabile nella maggior parte degli impianti capaci di trattare macero di qualità ordinaria, inclusa la carta proveniente dalla raccolta differenziata urbana. *Il suo riciclo produce uno scarto inferiore al 10%.*
- **B**: riciclabile in impianti adeguati al trattamento di macero di qualità ordinaria, anche se proviene dalla raccolta differenziata urbana, previo adattamento del processo di riciclo standard (ad esempio, condizioni più severe di spapolamento, aggiunta di reattivi chimici, fasi di depurazione più complesse). *Il suo riciclo genera uno scarto inferiore al 20%.*
- **C**: riciclabile solo dopo una selezione specifica nella raccolta differenziata urbana, e destinato a impianti specializzati nel trattamento di questo tipo di materiale. *Il suo riciclo comporta uno scarto fino al 40%. e/o una significativa presenza di particelle adesive o agglomerati di fibre di cellulosa.*



## 1.7 Problemi di riciclabilità

Attuando il possibile riciclo di materiali compositi si va inevitabilmente incontro a problemi di diversa natura: i consumatori finali non sempre sono in grado di separare il packaging nei diversi materiali prima di cestinarlo, il che porta a una **contaminazione** dei rifiuti riciclabili. Inoltre, la complessità dei materiali stessi rende difficile il processo di recupero, causando una diminuzione dell'efficienza del riciclo, un aumento degli **scarti post-operativi** e un aumento dei costi gestionali. Come conseguenza della difficile gestione dei materiali poliaccoppiati, una percentuale significativa finisce per essere smaltita in discariche o inceneritori, vanificando gli sforzi della filiera del riciclo.

Il più grande scarto dei tentativi di riciclo di questi materiali è il *pulper* , uno dei principali rifiuti generati dall'industria cartaria e più specificatamente dall'industria del riciclo della carta. Si tratta di una miscela che si crea come conseguenza del processo di spappolamento del materiale cartaceo.

Quando la carta viene inviata all'impianto di riciclo, infatti, contiene sempre una certa quantità di **impurità** e componenti non-cellulosiche. Quest'ultime non entrano nel circolo del riciclo della carta ma vanno a costituire una miscela composta da materiali diversi che viene

smaltita separatamente (*pulper*). Normalmente, lo scarto da pulper viene raccolto e inviato in discarica, ma è possibile sottoporlo a particolari trattamenti di recupero o utilizzarlo come combustibile alternativo o addirittura essere trasformato in materiali da costruzione nel settore edile.

Al giorno d'oggi siamo circondati da problemi legati al "dove lo butto?": le confezioni di prodotti da forno come gli involucri per i biscotti (carta + plastica, in genere polipropilene metallizzato) contrassegnate con il simbolo C/PAP81 sino a qualche anno fa non erano riciclabili, presentando l'indicazione di smaltimento "raccolta indifferenziata" sulla confezione in quanto realizzata di "materiale misto", non lasciavano all'utente molte scelte.

Un altro noto **recycling issue** è quello delle capsule di caffè, spesso non biodegradabili perché realizzate in alluminio, plastica e carta, che rappresentano una vera e propria sfida per il loro corretto smaltimento e recupero.

Come possiamo facilmente apprendere, sovente gli imballaggi alimentari presentano una parte polimerica nella loro composizione, mentre nelle buste da spedizione per l'e-commerce è spesso presente un sottilissimo film di Polietilene che ricopre il loro interno, utile nella protezione del prodotto da agenti esterni e nel

 Dall'inglese *to pulp*: ridurre in polpa, spappolare

(IMMAGINE 11)  
pulper ottenuto da processi di riciclo di diverso tipo





(IMMAGINE 12)  
esempio di granulato polimerico  
trasparente, granuli medio-  
piccoli



(IMMAGINE 13)  
bicchiere di carta contenente  
"plastica nel prodotto"



preservare il facile deterioramento dei materiali a base cellulosa che compongono il package, come descritto negli scorsi paragrafi dedicati ai tipi di polimeri impiegati in questo settore. Prendendo in esame il caso delle buste da spedizione di noti brand, l'interno presenta una patina lucida che protegge il contenuto dai possibili danneggiamenti derivanti dall'esterno. La patina in questione viene applicata per **spalmatura**: dopo la fusione a medio-alte temperature del Polietilene sotto forma di granuli, il polimero ormai viscoso viene estruso attraverso una fessura molto stretta, permettendo al PE di raggiungere spessori di 20-30 nanometri così da essere subito "spalmato" su **bobine** di carta **pretesionate** (per evitare irregolarità o pieghe). Questi sono solo due dei numerosi casi in cui il materiale principale dell'imballaggio risulta essere un mix carta-plastica, per citarne altri: la carta avvolgente di salumi e formaggi (carta + strato polimerico), le scatolette per alimenti pronti, le confezioni di farina e zucchero, i contenitori per bevande come il vino da cucina, i piatti monouso, le confezioni per dolci e prodotti da forno, le vaschette per alimenti surgelati e persino alcuni bicchieri di carta da ufficio che nonostante contengano PLA, una plastica biodegradabile, creano **confusione** circa il loro **smaltimento** e spesso finiscono nell'indifferenziato.

## 1.8 Percezione dei consumatori e impatto sul mercato

Se l'apparente obiettivo è progettare senza plastica bisogna prima farsi la domanda: quali sono le esigenze specifiche del prodotto che deve essere confezionato e quali sono le **alternative sostenibili** che possono soddisfarle? Non tutte le soluzioni plastic-free sono adatte a tutti i tipi di prodotto; quindi è fondamentale capire quali caratteristiche devono essere preservate, come la protezione del contenuto, la durata, l'igiene e l'attrattiva visiva.

In secondo luogo, bisogna considerare l'intero ciclo di vita del prodotto e del suo imballaggio. Un approccio senza plastica deve tenere conto non solo dell'impatto ambientale durante la produzione, ma anche di cosa succede al packaging una volta che è stato utilizzato. Si deve valutare la facilità con cui il materiale può essere riciclato o compostato, e se esistono infrastrutture adeguate al trattamento dei rifiuti.

Proprio per queste motivazioni è importante **non demonizzare** la plastica ma imparare ad utilizzarla con i giusti mezzi e nei giusti termini, in quanto non tutte le altre risorse presentano i vantaggi che i polimeri offrono. La chiave sta nel trovare un equilibrio tra l'uso responsabile della plastica e l'adozione di alternative sostenibili dove possibile.





Vediamo adesso quali sono le tendenze verso le quali l'industria e i brand si stanno muovendo e qual è la **percezione** dei **consumatori** nei confronti dei packaging in plastica (*Meyers e Bain & Company*):



- Circa il 50% dei consumatori sceglie prodotti con packaging eco-friendly, anche se più costosi. Questo fenomeno ha aumentato la domanda di imballaggi sostenibili, realizzati con materiali riciclati o biodegradabili, spingendo molte aziende a rivedere le **strategie di produzione** per allinearsi a queste nuove aspettative. Ad alimentare quest'ultima richiesta vi è il dato che circa il 69% dei consumatori considera gli imballaggi compostabili e a base vegetale i più sostenibili sul mercato, più del vetro (secondo posto). La **consapevolezza ambientale** non è solo un trend passeggero, ma sta diventando un fattore determinante nel comportamento d'acquisto, influenzando anche la percezione dei brand. Circa il 76% delle aziende ha preso impegni ben definiti verso packaging sostenibili, ma l'80% ha dichiarato che i programmi di sostenibilità non sono "sulla buona strada," indice di obiettivi irrealistici.

- Il 94% dei consumatori ha maggiori probabilità di essere fedele a un marchio che offre trasparenza, compresa l'etichettatura dei prodotti chiara e accurata (fidelizzazione).
- La preferenza dei consumatori per questo tipo di package ha portato a una crescita **2,7 volte** più veloce dei prodotti sostenibili rispetto a quelli tradizionali. Poiché i consumatori apprezzano sempre più la sostenibilità, i prodotti sostenibili crescono rapidamente nonostante prezzi spesso percepiti come premium. Inoltre, enti politici e organismi di regolamentazione stanno attuando **norme su imballaggi monouso e responsabilità estesa del produttore** (EPR) per rispondere al sentimento pubblico. L'Europa guida questi regolamenti, seguita da Nord America e Asia-Pacifico. Questi trend enfatizzano come l'imballaggio sia un obiettivo chiave per dare valore alle agende sostenibili.

 L'Internet of Things (IoT) è una rete di dispositivi connessi a Internet, come sensori e elettrodomestici, che scambiano dati tra loro. Questo consente automazione e controllo remoto, migliorando l'efficienza in settori come case intelligenti, sanità e industria.

- Fattori come l'integrazione della tecnologia "**Internet of Things**"  nell'imballaggio, l'incorporazione della realtà aumentata (**AR**) e della realtà virtuale (**VR**), l'aumento delle aspettative dei consumatori per la trasparenza del prodotto e la domanda di soluzioni di imballaggio sicure ed efficaci nell'e-commerce possono essere attribuiti alla **crescita** prevista del **settore** dello smart packaging, mercato che è attualmente valutato a 29,76 miliardi di dollari.

 23

Alla luce di queste informazioni, molte grandi aziende di beni di consumo stanno riprogettando i loro packaging per raggiungere obiettivi di circolarità prefissati e ridurre le emissioni di gas serra. Tuttavia, per raggiungerli devono affrontare grandi ostacoli: nei mercati in cui operano, molti sistemi di riciclaggio e gestione dei rifiuti sono inadeguati o obsoleti. Oltre a importanti variazioni infrastrutturali, devono pianificare la **green mission** in un **contesto di incertezza tecnologica** e di accettazione dei consumatori, ovvero quanto il pubblico adotterà le soluzioni sostenibili proposte. Il successo richiede cooperazione con stakeholder, fornitori, rivenditori, gruppi industriali e governi di diversi paesi.

## 1.8.1 L'impegno globale proposto dalla Ellen MacArthur Foundation

Negli Stati Uniti, le più grandi aziende appartenenti alla categoria "consumer packaged goods" (trad.: beni di consumo confezionati) che si stanno impegnando in favore di una sostenibilità ambientale più concreta e significativa, possono essere classificate in quattro macro-gruppi, secondo la tabella sotto riportata della **Ellen MacArthur Foundation** che analizza i loro progressi verso la riduzione dell'impatto ambientale e l'adozione di pratiche sostenibili lungo tutta la filiera produttiva.

 24

	Active	Proactive	Leading	Distinctive
<b>Packaging waste ambition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Make packaging <b>100% recyclable</b></li> <li>• <b>Not an</b> Ellen MacArthur Foundation Global Commitment <b>signatory</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Make packaging <b>100% recyclable</b></li> <li>• <b>Low ambition</b> to use <b>recycled material</b> in packaging</li> <li>• <b>Potential</b> Ellen MacArthur Foundation Global Commitment <b>signatory</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Make packaging <b>100% recyclable</b></li> <li>• Goal to use <b>25% recycled plastic</b> in packaging</li> <li>• Ellen MacArthur Foundation Global Commitment <b>signatory</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Make packaging <b>100% recyclable</b></li> <li>• Goal to use <b>35% recycled plastic</b> in packaging</li> <li>• Ellen MacArthur Foundation Global Commitment <b>signatory</b></li> <li>• Have a <b>circularity target</b></li> <li>• Target on <b>downstream recycling</b></li> </ul>
<b>Consumer packaged goods (top 35)</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>4</b>

Packaging is responsible for up to 40% of scope 3 greenhouse gas (GHG) emissions, making it a critical lever for GHG emissions targets in the industry

Notes: Relative positioning of companies is directional; the Ellen MacArthur Foundation's Global Commitment unites organizations behind a common vision of a circular economy for plastics; "consumer packaged goods (top 35)" includes the top 10 companies in the beauty and personal care market as well as the top 25 companies in the food and beverage market; the total number of companies does not add up to 35 because 3 of the top 25 food and beverage companies have no target  
Sources: Company annual reports; company sustainability reports; analyst reports; Bain analysis

(TABELLA)  
suddivisione in quattro macro-gruppi delle aziende in riferimento ad una transizione ecologica del packaging, @ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

La Ellen MacArthur Foundation si occupa da anni di promuovere e accelerare la transizione verso un'economia circolare. Fondata nel 2010, la fondazione lavora per diffondere il concetto di economia circolare come alternativa al tradizionale **modello economico lineare** ("prendere, fare, smaltire"). Gli **obiettivi** principali della fondazione sono quattro: **promuovere** la consapevolezza, **supportare** le imprese con premi monetari, fare **ricerca** e **innovazione** e **influenzare** le politiche pubbliche e internazionali per creare un contesto normativo favorevole all'economia circolare.

### 1.8.1.1 Aziende active, proactive, leading e distinctive



La tabella della E.M.A.F. riportata nella pagina precedente presenta una categorizzazione delle aziende di beni di consumo (*tra le prime 35 al mondo*) in base alla loro ambizione nel ridurre i rifiuti da imballaggio. Le aziende sono quindi suddivise in quattro categorie: **Active, Proactive, Leading** e **Distinctive**, ciascuna delle quali riflette un diverso livello di impegno verso obiettivi di sostenibilità legati al mondo dei packaging.

A seguire una breve panoramica dettagliata dei dati rappresentati dalla tabella in questione, dove verranno elencati gli obiettivi ed il loro impegno.

#### 1. **Active** (6 aziende):

- *Obiettivi*: rendere il packaging sostenibile al 100%.
- *Firmatorie G.C.E.M.F.*: non sono firmatorie del Global Commitment della Ellen MacArthur Foundation.
- *Impegno*: queste aziende si impegnano a rendere il packaging riciclabile, ma non sono coinvolte in iniziative più avanzate come l'uso di materiali riciclati o l'adesione a impegni globali.

#### 2. **Proactive** (13 aziende):

- *Obiettivi*: rendere il packaging riciclabile al 100%, bassa percentuale d'impiego di materiali riciclati nei packaging (<10% del totale in materiale riciclato).
- *Firmatarie G.C.E.M.F.*: potenziali firmatarie del Global Commitment della Ellen MacArthur Foundation.
- *Impegno*: queste aziende a differenza del gruppo "Active", hanno l'ambizione nell'uso di materiali riciclati, ma non sono ancora completamente "committed", in quanto la percentuale di materia prima riciclata che andrà a comporre l'imballaggio non sarà superiore al 10%.

### 3. **Leading** (9 aziende):

- *Obiettivi*: rendere il packaging riciclabile al 100% e utilizzare almeno il 25% di plastica riciclata.
- *Firmatarie G.C.E.M.F.*: sono firmatarie del Global Commitment della Ellen MacArthur Foundation.
- *Impegno*: aziende con obiettivi chiari e ambiziosi riguardo l'utilizzo di materiali riciclati e un impegno concretamente complesso nell'ambito del Global Commitment rispetto alle due categorie precedenti.

### 4. **Distinctive** (4 aziende):

- *Obiettivi*: rendere il packaging riciclabile al 100%, utilizzare almeno il 35% di plastica riciclata nella creazione di nuovi imballaggi, posseggono un obiettivo di circolarità e un target sul riciclaggio a valle dei rifiuti derivanti dai loro processi produttivi.
- *Firmatarie G.C.E.M.F.*: firmatarie del Global Commitment della Ellen MacArthur Foundation.
- *Impegno*: queste aziende sono le più avanzate e distinte nel loro impegno, con obiettivi ambiziosi che includono non solo il riciclaggio, ma anche la circolarità completa e il riciclaggio a valle dei loro scarti produttivi durante la filiera di produzione.

Il fatto che la categoria **Proactive** sia la più "popolata" suggerisce che molte aziende si trovano in una fase intermedia del loro percorso verso la sostenibilità. È importante sottolineare che appartenere alla categoria **Distinctive si traduce in costi elevati e sistemi gestionali e di organizzazione molto complessi**. Nonostante queste imprese non siano ancora pronte ad affrontare questi investimenti, riconoscono l'importanza di adottare pratiche più responsabili.

È importante considerare che, sebbene i progressi possano sembrare modesti, stiamo parlando di colossi multinazionali come *Mondelez* e *The Coca-Cola Company*. Quindi, anche un piccolo miglioramento da parte di queste aziende può avere un impatto significativo sull'economia globale.





Le *alternative*  
ai polimeri  
*tradizionali*

## 2.1 Perché un'alternativa?

---

Oggi pensare di vivere in un mondo senza plastica è praticamente impensabile. Non si tratta solo di eliminare le bottiglie d'acqua o i sacchetti di patatine, ma di qualcosa di molto più complesso. I polimeri sono ovunque: li indossiamo nei vestiti, li tocchiamo in oggetti di tutti i giorni come le pellicole protettive dei nostri telefoni, le copertine di alcuni libri, gli accessori o le maniglie delle automobili, li usiamo nei dispositivi elettronici che ci circondano, come il mouse. Sono diventati così integrati nella nostra vita quotidiana che, volenti o nolenti, li respiriamo e in certi casi persino li ingeriamo.

Tuttavia, la crescente **consapevolezza** dell'impatto ambientale della plastica tradizionale, ha portato a una maggiore attenzione verso alternative un po' più sostenibili, ecologicamente parlando, come le bioplastiche (*o plastiche bio-based*), i materiali derivanti dagli scarti agricoli, dal micelio, dalle alghe, dal fogliame o dalle fibre naturali come il lino e la canapa.

Ma la plastica **non** è un materiale come tanti: è stata e continua ad essere il motore di moltissime innovazioni tecnologiche straordinarie. Dalle apparecchiature mediche di ultimissima generazione ai suoi utilizzi nell'industria aerospaziale, la plastica ha apportato innegabili miglioramenti in ambiti chiave per l'evoluzione

della nostra specie, se vogliamo. Pensiamo agli strumenti usa e getta usati in ambito medico e come hanno migliorato le condizioni di sicurezza e sanità durante le operazioni chirurgiche, o l'utilizzo di componenti leggeri, rigorosamente in plastica, per migliorare molteplici performance di autoveicoli o mezzi aerei.

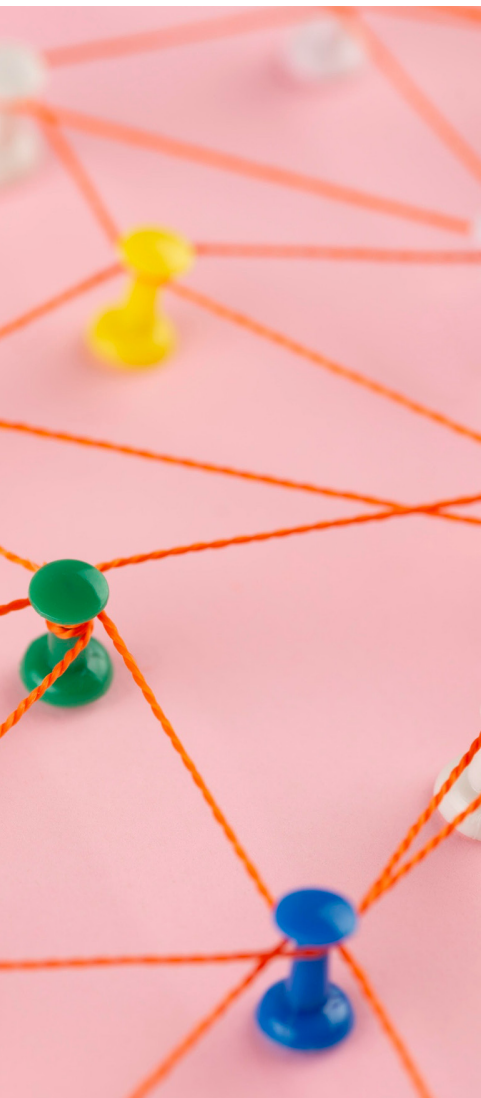
Le alternative citate nel paragrafo precedente, seppur promettenti, devono dimostrare di poter offrire lo stesso livello di prestazioni dei polimeri tradizionali senza compromettere la sostenibilità ambientale ed economica, un fattore che non sempre viene preso in considerazione quando si parla di questi argomenti. Inoltre, la plastica ha reso possibile cose che materiali come il vetro o il metallo non potevano garantire. È effettivamente più leggera, durevole, flessibile e meno costosa, tutti fattori che la rendono indispensabile in una società che privilegia la velocità e l'efficienza. Tutto questo presenta però un enorme problema, come fa un materiale così comune, ampiamente impiegato, facile da realizzare e utile, ad essere sostituito da delle alternative che non ne compromettono l'efficienza senza sacrificare la sostenibilità? Bioplastiche come il PLA o materiali a base d'alga marina sono già disponibili sul mercato, ma le sfide dal punto di vista tecnico, ambientale e finanziario devono ancora essere affrontate.

## 2.2 Come possiamo comportarci?

Purtroppo muoversi in questa direzione, materialmente parlando, non è sufficiente. Noi come società dobbiamo essere pronti a **cambiare** i nostri **stili di vita**, le nostre **abitudini**, i nostri **modelli di consumo e di smaltimento**.

Come recita il proverbio *"Roma non fu costruita in un giorno"*, non possiamo aspettarci che il mondo intero cambi nel giro di pochi anni. Sono richiesti lunghi periodi di transizione e cominciare dalle piccole cose, come spesso accade, può portare a dei grandi risultati. Dopotutto, stiamo parlando di una rivoluzione, non di un cambio di acconciatura. Ed è proprio qui che entra in scena il packaging, uno dei grandi nemici delle foreste, dei mari, di moltissimi ecosistemi e delle città. **Riprogettare** in questo ambito è più fattibile che in altri, è innegabile.

Ciò non toglie che vengano rivisitati processi di raccolta del materiale, processi produttivi, impianti di produzione e processi di smaltimento. Si tratterebbe di un'innovazione di prodotto perché verrebbero cambiati i prodotti fisici e perché, possibilmente, verrebbero cambiate attività e processi. L'outcome di questo cambiamento sarebbe un'**accumulazione creativa**, in quanto si manterrebbero e accrescerebbero le conoscenze delle aziende produttrici e porterebbe queste ultime ad una sana competizione.



Un esempio pioneristico viene dall'industria alimentare, con il lancio nel mercato di imballaggi a base di bioplastiche. Tra i primi grandi brand a fare questo passo è stato **Coca Cola** nel 2009 con **Plant Bottle**, una bottiglietta in PET 100% riciclabile in parte realizzata con materiali di origine vegetale come le canne da zucchero e altre piante.



Possiamo concludere con dire che le sfide rimangono significative: la produzione su larga scala di questi materiali deve ancora dimostrare di poter competere con la plastica tradizionale sia in termini di costo che di prestazioni. Ciò che è chiaro è che non esiste una soluzione unica, la risposta risiede in una combinazione di innovazioni, politiche più stringenti e una sensibilizzazione verso modelli di consumo più responsabili.



## 2.3 Le bioplastiche

Dal momento che la parola “**bio**” oggi viene spesso utilizzata come vetrina per pulirsi la coscienza, è bene spiegare che cosa vuol dire e come ha perso il suo nobile significato in una fitta nebbia di **marketing**.

La parola “*bio*” deriva dal greco “*bíos*” e significa vita, si rifà a qualcosa legato alla natura, connotata da sfumature di autenticità e salute. Con il tempo, questo prefisso è stato applicato a concetti scientifici come la biologia, che studia la vita e i processi vitali, o a biodiversità, la varietà di essere viventi sul nostro pianeta.

Ultimamente le cose hanno preso una direzione ben diversa. Il prefisso “*bio*” acquisisce una **connotazione commerciale svuotata di contenuti**. Molti prodotti approfittano di questa etichetta senza alcun collegamento con la reale sostenibilità. Il termine è diventato un’arma potente nella promozione di prodotti, erroneamente associato a una migliore qualità e maggior rispetto per l’ambiente. Così troviamo “*bio*” su una gamma di articoli che va dai cosmetici, agli alimenti fino ai prodotti per la casa.

Fatta questa seppur breve dovuta introduzione, possiamo ora concentrarci su un argomento anch’esso avvolto dalla nube commerciale: le **bioplastiche**.

Secondo **European Bioplastics**, un’importante associazione che rappresenta gli interessi delle aziende coinvolte nella produzione, ricerca e promozione delle bioplastiche, un determinato materiale si può definire *bioplastica* se risponde ad almeno uno dei seguenti tre criteri:



- I. Proviene da fonti rinnovabili: si definiscono materiali **bio-based** quei materiali che posseggono una parte percentuale della loro composizione derivante dalla biomassa (piante). La parte di biomassa utilizzata per le bioplastiche deriva solitamente da canne da zucchero, granoturco o cellulosa.
- II. È **biodegradabile**: si definiscono materiali biodegradabili quei materiali che possono essere decomposti naturalmente da microrganismi come batteri e funghi, trasformandosi in composti semplici, come acqua, anidride carbonica e biomassa, senza lasciare residui tossici nell’ambiente.
- III. È proveniente sia da fonti rinnovabili (*bio-based*) che biodegradabile.

28

Possiamo quindi suddividere la grande famiglia delle bioplastiche in tre gruppi:

- I. Le plastiche di **origine biologica** (o almeno in parte bio-based), non biodegradabili come il bioPE, il bioPP, il bioPET, note come “drop-in”, ovvero plastiche chimicamente identiche alle corrispettive plastiche tradizionali, derivanti da fonti rinnovabili anziché dal petrolio. A questa categoria appartengono anche polimeri tecnici ad alte prestazioni come diverse poliammidi o il Polietilene-furanoato (PEF), una variante del PET anch'esso impiegato nell'imballaggio di bevande.
- II. Plastiche sia **bio-based** che **biodegradabili** come l'Acido Polilattico (PLA), il Succinato di Polibutilene (PBS) o altri materiali composti a base di amido.

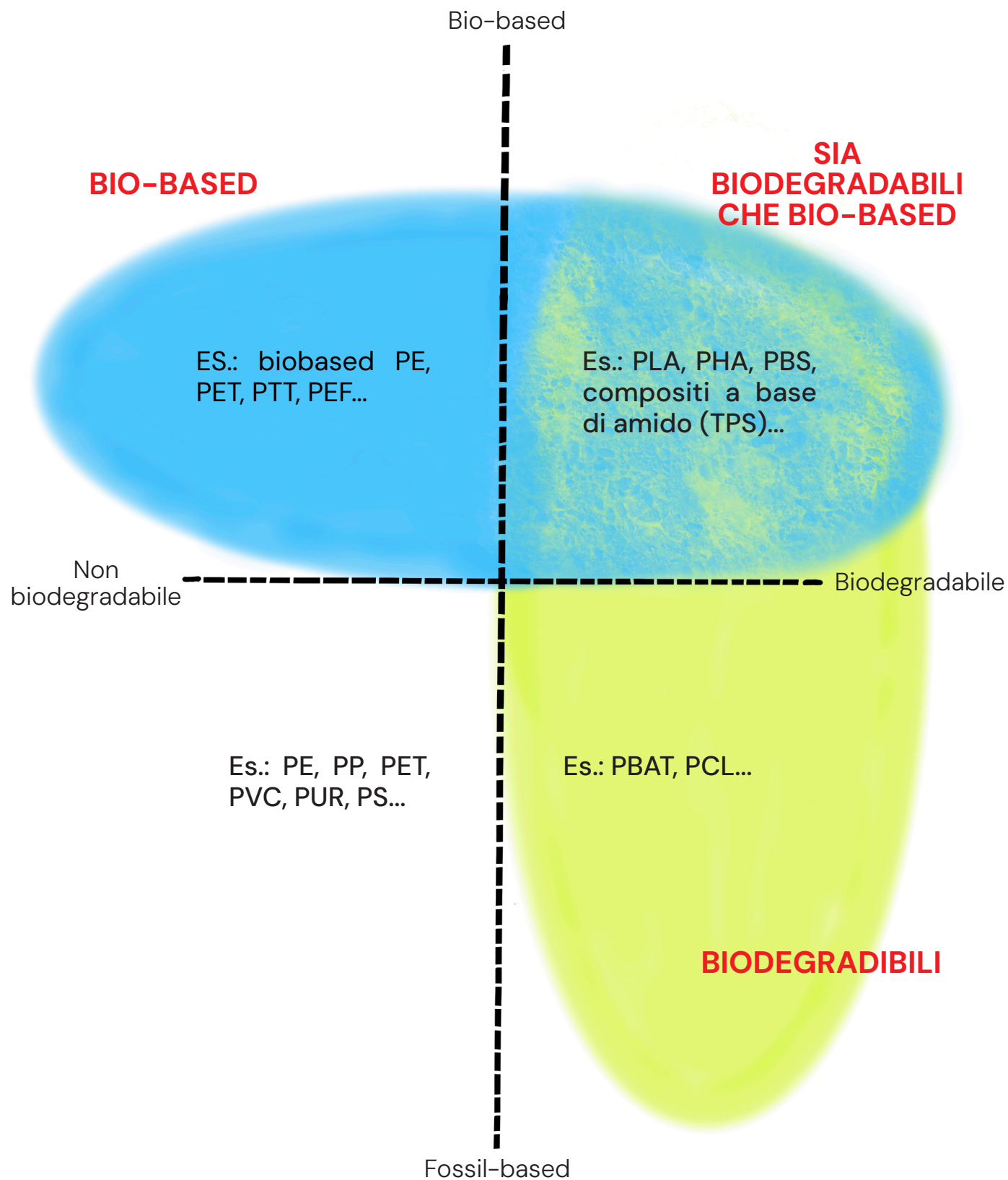
29

- III. Plastiche **fossil-based** ma **biodegradabili**, come il Polibutirato-adipato-tereftalato (PBAT), utilizzato nella produzione di packaging per alimenti, di sacchi e sacchetti compostabili per giardinaggio e per l'agricoltura, di shopper compostabili o come strato impermeabile nella produzione di contenitori in carta come i bicchieri.

Le plastiche comuni come il Polietilene, il Polipropilene e il Polietilentereftalato, come precedentemente esplicitato, possono essere anche realizzate con risorse rinnovabili come la canna da zucchero e quindi aggiudicarsi il prefisso “bio”. Il bioPE (plant-based) viene già prodotto in larga scala e lo possiamo ritrovare in numerosi packaging.



Il bioPP, ad esempio, può essere utilizzato come la controparte di quello ad origine fossile, sottoforma di contenitori rigidi o articoli con caratteristiche tecniche ben precise. Un'altra bioplastica che vede un grande impiego nell'industria alimentare è il bioPET, che nella maggior parte dei casi viene utilizzato nella realizzazione di bottiglie per bibite.



Nella pagina a fianco è riportato un grafico rappresentante la suddivisione delle bioplastiche secondo i criteri descritti a inizio capitolo:



- I. nel primo quadrante sono riportate le bioplastiche che sono sia biodegradabili che *bio-based*: oltre al PLA, appartengono a questo gruppo miscele di amido come l'amido termoplastico (*TPS*) e altri polimeri biodegradabili. Questi materiali sono utilizzati principalmente per la realizzazione di prodotti a vita breve, come i packaging, ma stanno emergendo anche applicazioni a lungo termine: nel campo medico, il PLA viene già oggi impiegato per realizzare impianti o come sostituto di **dispositivi chirurgici temporanei**, come viti per la riparazione ossea, stent o suture riassorbibili.
- II. Il secondo quadrante racchiude la grande porzione di quei materiali che sono *bio-based* ma non biodegradabili, come il *bioPE*, il *bioPET*, il *bioPTT* e il *PEF*. Il loro utilizzo è piuttosto vario: alcune applicazioni tecniche tipiche includono fibre tessili per il rivestimento di sedili o la tessitura di tappeti o impieghi nel



mondo dell'automotive sotto forma di schiume riempitive e rivestimenti. In ambito più generale, vengono usate per la realizzazione di cavi, tubi e coperture. A differenza delle bioplastiche del primo quadrante, vengono scelte per la progettazione a lunga durata, tanto da essere definite "**bioplastiche durevoli**". Proprio per questo motivo la biodegradabilità non è una caratteristica fondamentale.

III. Il terzo quadrante racchiude le plastiche tradizionali, ovvero quei materiali plastici derivati da fonti fossili e non biodegradabili. Questo macro-gruppo include una vasta gamma di polimeri largamente utilizzati in molteplici settori industriali e quotidiani, come il polietilene (PE), il polipropilene (PP), il polietilene tereftalato (PET), il polistirene (PS), il policloruro di vinile (PVC) e il poliuretano (PUR). Sono tutti materiali noti per la loro resistenza, la loro versatilità e il loro vasto impiego. Sono utilizzati per la maggior parte nella produzione di imballaggi, nella produzione di prodotti mono-uso, componenti automobilistici, componenti elettronici e molto altro.

IV. L'ultimo quadrante del grafico rappresenta le bioplastiche *fossil-based* che a differenza di quelle contenute nel terzo quadrante, sono biodegradabili come il PBAT. Vengono principalmente accompagnate al PLA perché migliorano le prestazioni specifiche dell'applicazione grazie a un'intensificazione delle proprietà meccaniche del componente che formano. Tuttavia, esistono da qualche anno versioni di questi materiali che sono in parte *bio-based*, e che quindi si avvicinano sempre più al primo quadrante, rappresentante le bioplastiche biodegradabili e fossil based, ma mantenendo le prestazioni meccaniche ad un livello piuttosto elevato.

## 2.3.1 Applicazioni pratiche

Per concludere questo breve approfondimento sulle bioplastiche, verrà proposta una serie di esempi concreti che dimostrano l'impatto rivoluzionario di questi materiali nel mondo del packaging, dall'iconico e universalmente conosciuto **Tetrapak**, sinonimo di innovazione nel settore degli imballaggi alimentari, fino al meno noto, ma altrettanto significativo e pionieristico, sacchetto biodegradabile di **Ecovio**®. Quest'ultimo, sebbene meno famoso, negli ultimi anni ha guadagnando sempre più attenzione, fino a diventare un prodotto "super-affermato", grazie al suo potenziale nel ridefinire il concetto di sostenibilità nello smaltimento dei rifiuti. Questi esempi rappresentano solo la punta dell'iceberg di un cambiamento epocale che merita di essere esplorato e compreso.

(IMMAGINE 14)  
BE: natural, iniziativa di packaging 100% plant-based per il mercato lanciata da Tetra Pak

31

- I. **Plant-based carton di Tetrapak:** la famosa azienda leader negli imballaggi alimentari ha sostituito diversi componenti dei suoi packaging con materiali provenienti da fonti sostenibili e responsabili. Lo strato di cartone è stato sostituito da cartone *plant-based*, il tappo, la pellicola e gli strati protettivi in plastica sono stati sostituiti da bioplastica derivante dalla canna da zucchero. Tutti i materiali da loro impiegati sono derivanti da fonti certificate.



- II. **Packaging multistrato e multimateriale per Misura (gruppo Colussi),** realizzato da **Novamont:** specializzata nella produzione di bioplastiche e materiali biochimici, Novamont è un'azienda italiana leader nel settore della chimica verde. Nel 2020 diventa una B-Corporation e produce per Misura il primo pacchetto multistrato e multi-materico completamente biodegradabile. Questo risultato è stato reso possibile grazie alle collaborazioni avviate nello stesso anno con *Linea Verde* e *Fileni*, per le quali Novamont ha creato rispettivamente un sacchetto per insalata biodegradabile e compostabile, e una vaschetta per carne compostabile antibiotic-free, esplorando così il mondo del packaging alimentare sostenibile.

32

(IMMAGINE 15)  
packaging realizzato da Novamont per uno snack di Misura (gruppo Colussi)



- III. **Ingeo Coffee Capsules®:** capsule di caffè realizzate in *Ingeo*, una bioplastica a base di PLA realizzata da *NatureWorks*. Ingeo è prevalentemente impiegato nella realizzazione di piccole capsule destinate a contenere prodotti come il caffè o il tè istantaneo. La tecnologia di saldatura a ultrasuoni permette di unire le varie parti delle capsule senza dover ricorrere

33

(IMMAGINE 16)  
capsula di caffè completamente composta da Ingeo, realizzata da NatureWorks



all'impiego di adesivi o sostanze chimiche, garantendo sia la robustezza della struttura che la compostabilità del prodotto finale. Le capsule così prodotte sono completamente compostabili ed inevitabilmente biodegradabili.

34

IV. **Bottiglia d'acqua biodegradabile per Nestlé, realizzata da Danimer Scientific:** nel 2018 Nestlé ha annunciato l'ambizioso obiettivo di rendere tutto il proprio packaging riciclabile e/o riutilizzabile al 100% entro il 2025. Per raggiungere questo traguardo, ha avviato una collaborazione strategica con **Danimer Scientific**, azienda leader nello sviluppo di biopolimeri innovativi. Questa *partnership* ha portato alla progettazione e produzione di resine a base biologica destinate al settore delle acque alimentari di Nestlé, utilizzando il biopolimero PHA Nodax™ sviluppato da Danimer Scientific. Nodax™ è un materiale 100% biodegradabile, derivato da fonti rinnovabili, che si decompone naturalmente senza lasciare tracce tossiche nell'ambiente.

V. **Packaging flessibile compostabile di TIPA:** TIPA è un'azienda innovativa che si concentra

sullo sviluppo di soluzioni di imballaggio flessibili compostabili, capaci di svolgere le stesse funzioni della plastica convenzionale, ma con un'impronta di carbonio molto ridotta. I contenitori TIPA combinano diversi tipi di biopolimeri compostabili, che si decompongono naturalmente in un ambiente di compostaggio nel giro di pochi mesi. Nonostante ciò, sono molto resistenti e, dal punto di vista delle proprietà meccaniche, praticamente equivalenti alle plastiche tradizionali. Tra le aziende che hanno collaborato con TIPA ci sono *Stella McCartney*, che spedisce i suoi prodotti in imballaggi creati da TIPA, e *Waitrose & Partners*, la catena di supermercati britannica che utilizza gli imballaggi TIPA per confezionare prodotti freschi.

(IMMAGINE 17)  
busta da spedizione realizzata con polimeri biocompostabili; la busta presenta la scherzosa scritta "Hey, this bag turns into dirt" proprio per comunicare al consumatore il fine vita della busta se smaltita correttamente




VI. **Film compostabili in Ecovio® realizzati da BASF:** Ecovio® è un nuovo materiale registrato sotto l'azienda **BASF**. Si tratta di una pellicola biodegradabile parzialmente *plant-based* che è frutto dell'unione di un copoliestere (*ecoflex®*) e di PLA. Grazie alle sue notevoli proprietà meccaniche, Ecovio® è un'ottima alternativa alle plastiche tradizionali per tutte quelle


35

(IMMAGINE 18)  
sacchetto 100% compostabile  
per la raccolta differenziata  
dell'organico interamente  
realizzato in Ecovio®. Il sacchetto  
dopo essere stato raccolto  
dagli operatori ecologici  
viene consegnato ai centri di  
compostaggio per essere re-  
inserito nell'ambiente (dopo  
opportuni trattamenti)



 tradotto dal tedesco:  
"azienda di gestione dei rifiuti",  
mbH è l'equivalente di S.r.l.



applicazioni che richiedono uno spessore ridotto, come la realizzazione di film protettivi e sacchetti per la raccolta dell'organico. Proprio per quest'ultima applicazione è stato condotto un esperimento in un distretto della città di Bad Dürkheim, in Germania: per tre mesi sono stati impiegati sacchetti per la raccolta differenziata dell'organico realizzati in Ecovio®. Grazie a un sondaggio impartito ai residenti si è registrato un ottimo riscontro nell'impiego di questi sacchetti, tanto che la decisione è stata quella di allargare l'iniziativa a tutta la città. Un altro ottimo riscontro è stato fornito da *GML Abfallwirtschaftsgesellschaft mbH* , l'impianto per la compostabilità dei rifiuti di Grünstadt: le buste in Ecovio® si sono degradate completamente e non hanno intaccato la qualità del compost, lasciandola invariata. Citando le parole dell'ex primo consigliere distrettuale Erhard Freunsch: *"Per noi era un fattore chiave che le buste producessero un compost di qualità e che facilitassero la suddivisione dei rifiuti per gli abitanti di Bad Dürkheim [...]".* Il progetto ha dimostrato come Ecovio® possa contribuire efficacemente alla gestione sostenibile dei rifiuti senza andare a compromettere la qualità del compost prodotto.

## 2.4 Le alternative e la produzione circolare

Un'ulteriore frontiera di nuovi materiali per il design di prodotti si sta facendo sempre più spazio nelle riviste settoriali e non solo, portando con sé un approccio **radicalmente** diverso e **innovativo**. Sono dei materiali che nell'immaginario collettivo, sono ancora più connessi alla natura, sono **percepiti come intrinsecamente** più **responsabili** e **minimalisti** rispetto alle bioplastiche, nonostante quest'ultime siano già di per sé un ottimo traguardo.

Ovviamente non si tratta semplicemente di innovazioni tecniche, ma di una nuova visione del design, in cui la scelta dei materiali non è più una questione puramente estetica o funzionale (se mai lo è stata), ma una **dichiarazione di valori**. Sono materiali che mettono al centro la sostenibilità senza compromettere la qualità del prodotto finito, anzi, ne esaltano i dettagli facendosi portatori di un nuovo modo per comunicare la loro storia ed eventualmente un messaggio.

Se la produzione industriale di oggi è per la maggior parte *"grigia"*, questi piccoli accorgimenti alla formula finale possono ridefinire che cosa vuol dire "produzione industriale", trasmutando il concetto di industrialità con il termine circolarità, cambiando la coppia *produzione/seriale* in *produzione/circolare*.



Tra questi materiali sempre più emergenti, le **alghe**, il **micelio** e i materiali derivanti da **scarti agricoli** si stanno facendo sempre più strada, diventando gli eco-materiali più affascinanti e innovativi che un designer consapevole di oggi può sfruttare per conservare al meglio il futuro di domani.

Ritornando al tema centrale di questa tesi, esistono già numerosi esempi concreti di packaging realizzati totalmente o solo in parte, con soluzioni innovative come le bioplastiche e altri materiali sostenibili.

Questi casi dimostrano chiaramente che tali materiali possono essere non solo adattabili, ma anche **perfettamente sostitutivi** delle plastiche tradizionali, mantenendo le stesse funzionalità e, in molti casi, riducendone l'impatto ambientale. Tuttavia, prima di addentrarci nell'analisi di questi esempi e delle loro applicazioni, è fondamentale fornire alcune definizioni chiave.



## 2.4.1 Le alghe

Le alghe, principalmente associate agli ecosistemi marini, stanno emergendo come un punto di svolta per le soluzioni di imballaggio sostenibili. Con l'*escalation* della preoccupazione globale per l'inquinamento causato dalla plastica e da tutto ciò che ne concerne e l'urgente necessità di alternative ecologiche, gli imballaggi a base di alghe sono entrati a far parte dell'industria per rivoluzionare il settore e influenzarne altri.

Le alghe sono organismi di struttura vegetale, autotrofi, unicellulari o pluricellulari, che producono energia chimica per fotosintesi, generando ossigeno. Attraverso la luce solare sono in grado di **autoalimentarsi**, non richiedendo ulteriori fonti di energia. Essendo in grado di sopravvivere e rapidamente moltiplicarsi sia in acqua salata che nelle acque sporche, sono un ottimo alleato per la sostenibilità ambientale, non richiedendo acqua pulita riducono ulteriormente gli sprechi di questa preziosa risorsa.

Nonostante i riflettori siano stati puntati su questi materiali solo negli ultimi anni, i primi esempi di soluzioni innovative risalgono a circa dieci anni fa. Nel 2013 una start-up britannica, **Notpla**, portò alla luce il primo caso di pellicola a base d'alga, aprendo la strada a nuove possibilità nel packaging sostenibile.

### 2.4.1.1 Il primo packaging realizzato con le alghe

Il packaging realizzato da Notpla sfrutta in maniera intelligente le proprietà naturalmente intrinseche delle alghe, andando a creare un nuovo materiale biodegradabile e commestibile.

A seguire gli step che portano alla realizzazione e produzione di questo tipo di packaging:

- I. **La selezione:** inizialmente vengono selezionate particolari specie di alghe che sono in grado di fornire la gelatina necessaria per creare il materiale. Le specie vengono quindi raccolte e trattate per estrarne i componenti necessari.
- II. **Estrazione dell'alga:** per creare il film a base d'alga è necessario che dalle alghe selezionate e trattate venga estratta l'algina, un biopolimero in grado di fornire al materiale la sua consistenza e le proprietà di pellicola.
- III. **Formazione del gel:** mescolando l'algina estratta ad acqua e altre sostanze chimiche semplici, si ottiene un gel che dopo una opportuna lavorazione, impartisce la consistenza e le caratteristiche desiderate per l'imballaggio.

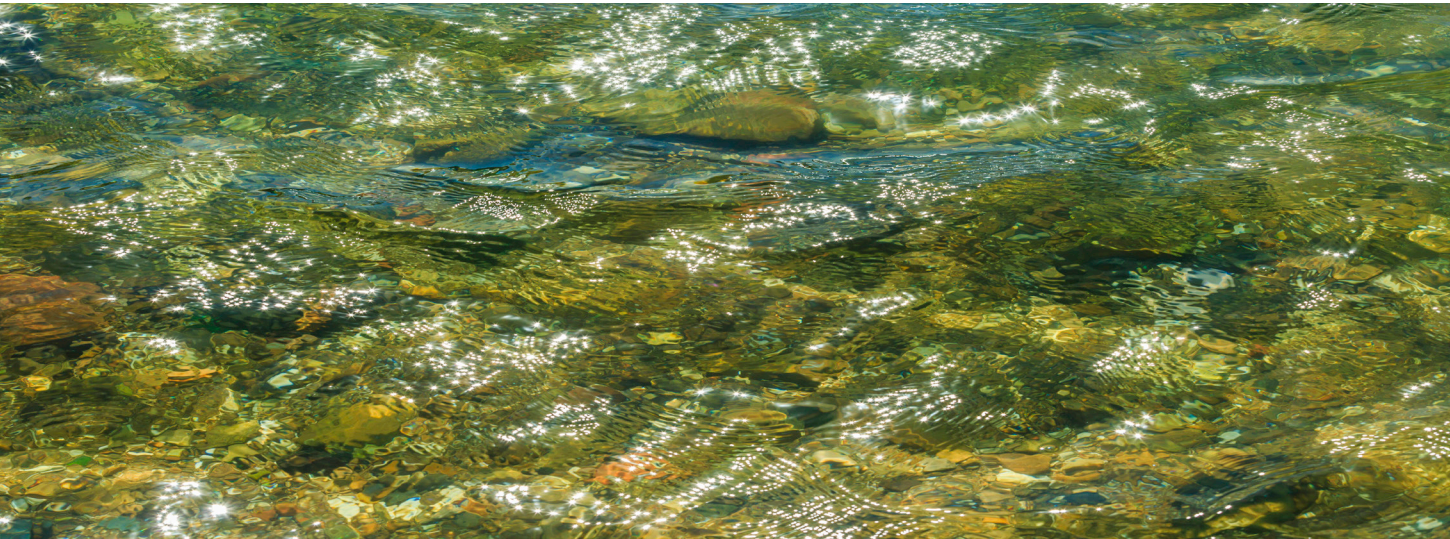
37

38

39

40

IV. **Formatura del materiale:** una volta ottenuto il gel, quest'ultimo viene steso su ripiani e/o su forme opportune. Una volta steso, viene sottoposto a riscaldamento locale fino a essiccazione, ottenendo così il materiale finale.



Notpla è stata tra le prime aziende a fornire soluzioni di packaging a base di alga al mondo, pioniere in un settore che come è facile immaginare, sta ricevendo sempre più attenzioni e che solo nel 2022 ha generato circa 1 miliardo di dollari dalle vendite.

## 2.4.2 Dalla terra alle nostre case: il micelio

Nel vero e proprio "cuore" della natura, esistono delle connessioni invisibili che da secoli continuano ad avvolgere ciò che ci circonda. Queste connessioni possiamo paragonarle al nostro sistema linfatico che fornisce nutrimento e protezione al nostro organismo senza che ce ne accorgiamo. Questa fittissima rete di legami, spesso trascurata, svolge un ruolo essenziale per il **mantenimento dell'equilibrio** del pianeta.

Attraverso questa rete intricata, organismi diversi collaborano in modo sorprendente, scambiandosi risorse vitali e garantendo il reciproco benessere. Questa cooperazione non solo assicura la sopravvivenza di moltissime piante e di organismi unicellulari e pluricellulari, ma ultimamente ha ispirato soluzioni innovative per combattere il grande problema moderno: l'inquinamento atmosferico.

In un mondo che è in continua evoluzione e ricerca di alternative sostenibili, come le alghe, la risposta potrebbe proprio essere rappresentata da questo complesso "*sistema linfatico green*", il **micelio**. Come appena esposto, il micelio è parte importante di quel fitto sistema nutritivo/protettivo del nostro pianeta. Si tratta di una rete articolata di sottili filamenti di colore bianco, chiamati *ife*, che costituiscono la struttura vegetativa dei funghi che tutti conosciamo: ciò che



noi chiamiamo con quel nome è in realtà soltanto il frutto del micelio, che si espande “a macchia d’olio” in determinate condizioni.

Questa risorsa cresce nel terreno e sui materiali organici come il legno e il fogliame, nutrendosi attraverso la decomposizione della materia organica degli stessi.

La rete costituita dalle ife, detta *miceliale*, quando incontra altre tipologie di piante nella sua espansione, mette in atto uno scambio di fosforo e azoto per ricevere zuccheri prodotti dalle piante durante la fotosintesi e così ne ottiene nutrimento.



Negli ultimi anni, il micelio ha catturato l’attenzione per le potenzialità inesprese che possiede. Grazie a diversi anni di studio e lavoro, si è scoperto che è possibile realizzare dei materiali a base di questo elemento, più sostenibili delle plastiche tradizionali in termini ambientali. La scoperta che il micelio potesse essere utilizzata per l’impiego nel mondo dei packaging risale ai primi anni 2000, grazie al continuo progresso fatto da una azienda di nome **Ecovative Design**.



### 2.4.2.1 Il primo packaging realizzato con il micelio



La **Ecovative Design** venne fondata nel 2007 da *Eben Bayer* e *Gavin McIntyre* e fu tra le prime aziende a riconoscere nel micelio le potenzialità come sostituto di materiali plastici per il packaging come il Polistirene Espanso. Il tutto prese vita molti anni prima.

Eben Bayer, cresciuto nel Vermont (USA), fu da sempre impressionato e poi sorpreso da come i funghi crescessero e si legassero assieme alla materia organica presente nel suolo. Questa osservazione, durata anni, lo portò a esplorare il mondo dei miceti e in particolare del micelio come potenziale materiale per diversi impieghi, incluso quello di imballaggio. Nel 2008 Ecovative sviluppò un metodo per far **crescere** il micelio **sugli avanzi** e gli **scarti** della produzione agricola come foglie di granoturco e “macinati” di canapa. Grazie allo studio e allo sviluppo di questo processo l’azienda arrivò a generare un materiale biodegradabile e compostabile che può essere plasmato in diverse forme, rendendolo ideale per la produzione di imballaggi.

I primi packaging a base di micelio vennero immessi sul mercato nel 2010, rendendo Ecovative Design un’azienda d’ispirazione e innovazione per molte altre società impegnate nello sviluppo di soluzioni sostenibili e alternative alla plastica.



### 2.4.3 Materiali che possono rinascere

I rifiuti derivanti dall’industria agricola sono sempre di più e continuano a destare **preoccupazione** tra la società, soprattutto in termini di inquinamento. Scenari drammatici come l’incenerimento e lo smaltimento in discarica di questi rifiuti hanno suscitato riflessioni nei dipartimenti di ricerca e sviluppo di diversi enti, portando a cambiamenti nel settore dell’imballaggio utilizzando queste risorse.

In particolare, diversi **rifiuti e sottoprodotti** agroalimentari come le bagasse (*i residui della macinazione e spremitura della canna da zucchero*), le polpe, le radici, i gusci di rivestimento, il pagliericcio e le acque reflue derivanti dalle coltivazioni (*e non dall’uso domestico*), vengono trasformati, dopo diverse lavorazioni, in materiali per l’imballaggio come bioplastiche, biofilm, carta e cartone. Le bagasse ad esempio, sono trasformate in bioplastiche e biofilm, offrendo un’alternativa rinnovabile e biodegradabile alla plastica fossil-based. Le polpe e i gusci invece, possono essere utilizzati per produrre carta e cartone, riducendo l’impiego delle fibre di legno e contribuendo alla **conservazione delle foreste**. Infine, le radici e il pagliericcio, solitamente considerati scarti, possono essere lavorati per creare nuovi materiali da imballaggio, filamenti, tessuti naturali o additivi per biocompositi.




(IMMAGINE 19)  
mucchio di bagassa, residuo di estrazione proveniente dalla lavorazione per frantumazione e spremitura della canna da zucchero





Questi materiali, se non gestiti correttamente, oltre che diventare una fonte di inquinamento, contribuiscono a sviluppare problemi come la contaminazione del suolo e delle acque, l'emissione di gas serra e il "sovraccollamento" delle discariche.

Le quattro tipologie di colture agricole più diffuse al mondo sono la canna da zucchero, il mais, i cereali e il riso e sono anche le responsabili della più alta quantità di rifiuti agricoli. Si stima che ogni anno vengano coltivati circa 16.500 miliardi di chilogrammi di questi quattro gruppi di coltura, con conseguente decine di migliaia di chilogrammi che si traducono in rifiuti. Riprendendo i dati forniti da **BusinessWaste** , si è stimato che ogni anno vengano prodotte circa due miliardi di tonnellate di rifiuti agricoli, delle quali settecento milioni in Europa.

48 

Un fattore che incoraggia è che al mondo sono presenti diverse aziende molto giovani che stanno operando proprio in questo settore verso una direzione comune, ed Envopap ne è un esempio: questa azienda inglese, pur essendo relativamente giovane, ha già acquisito una notevole dimensione e visibilità nel settore grazie allo sviluppo di un prodotto in particolare: PaperFoam®, un materiale che rappresenta una soluzione ecologica e versatile per il packaging.

49 



*Business Waste è un'azienda che si occupa della gestione dei rifiuti per diversi settori, inclusi i rifiuti agricoli. Offre servizi di raccolta, smaltimento e riciclaggio con un focus sulla sostenibilità. La loro missione è aiutare le imprese a ridurre l'impatto ambientale e garantire una gestione efficiente dei rifiuti, in conformità con le normative ambientali. Per il settore agricolo, forniscono soluzioni per la gestione dei rifiuti organici e non organici.*

50

Come suggerisce la traduzione del nome, è una schiuma che, una volta plasmata e successivamente essiccata, si trasforma in un vero e proprio materiale per imballaggi. Quello che rende questo materiale particolarmente innovativo è la sua composizione, che si basa su una miscela di **amido** e altre fibre naturali. Il processo di produzione coinvolge materie prime provenienti dagli scarti agricoli raccolti nei vasti campi dell'India, trasformando residui non utilizzati in un materiale con una seconda utilità. Questa miscela di componenti naturali rappresenta una soluzione sostenibile per diverse applicazioni industriali.

Il percorso verso una sostenibilità autentica è impegnativo e richiede **convergenza**, nel vero senso della parola, tra diversi settori, pensiero creativo e risorse adeguate, ma i progressi iniziali verso un cambiamento significativo sono già visibili. Con il costante sostegno della ricerca, dell'industria e dei consumatori, sempre più consapevoli, possiamo aspirare a vedere l'affermazione di un'economia rigenerativa basata sull'uso sostenibile dei rifiuti agricoli, offrendo una valida alternativa al modello attuale di produzione e consumo.

## 2.5 Innovazioni nei processi di riciclo e il futuro circolare

Tutte queste alternative alle plastiche tradizionali, come i materiali a base d'alga, a base di micelio o derivanti da scarti agricoli hanno portato alla rivisitazione del concetto di economia circolare: un pensiero introdotto dai *decision makers* dell' EU e dalla Cina per andare contro le sfide ambientali globali letteralmente "chiudendo" il ciclo di vita di un prodotto e distaccandosi dal concetto di **economia lineare**, un modello ormai ritenuto **obsoleto** e **controproducente**.



Analogamente, è emerso il concetto sinergico di **bioeconomia circolare**, che propone un'economia circolare basata sulla sostituzione dell'uso "lineare" di materiali e risorse non rinnovabili con l'applicazione di scarti derivanti da prodotti agricoli e dai loro sottoprodotti come gli scarti da coltura.

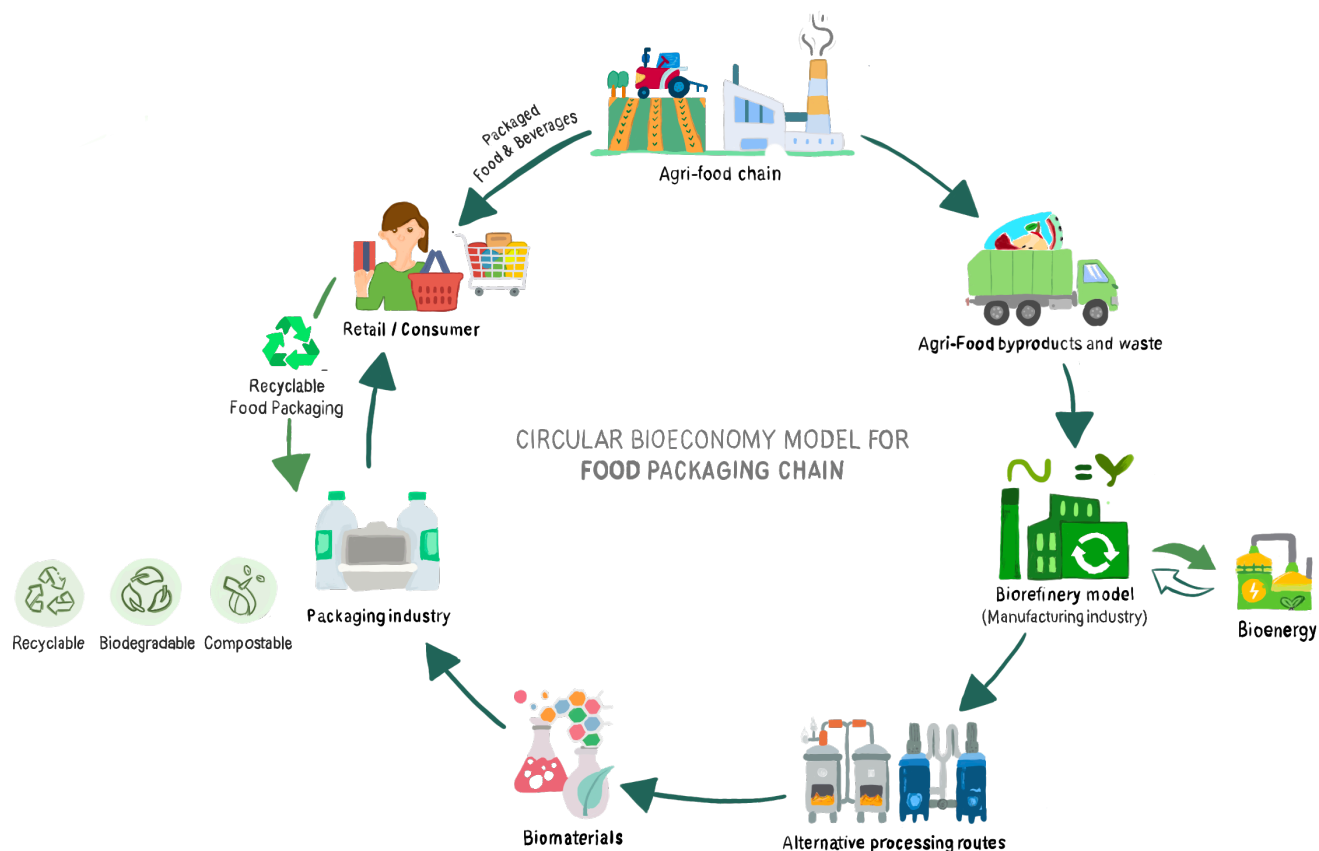
51

💡 Termine usato per indicare il rivestimento esterno dei chicchi di cereali come riso, grano, orzo e avena. Si tratta della parte che viene separata dai chicchi durante il processo di trebbiatura o sbramatura, ed è generalmente considerata uno scarto agricolo. Nel caso del riso, ad esempio, la pula è ricca di silice, il che la rende un materiale interessante per applicazioni industriali e tecniche.

Pensiamo, ad esempio, alla **valorizzazione** delle bucce di banana per estrarre fibre utili nella produzione tessile, o al riutilizzo della pula 💡 del riso per realizzare imballaggi ecologici e sostenibili.



L'immagine sottostante rappresenta il modello di **bioeconomia circolare**, con l'inclusione, dove opportuno, delle bioraffinerie che si occupano direttamente del recupero di questo tipo di risorse per la re-immissione nel mercato come possibile soluzione per il settore degli imballaggi. Questa aggiunta serve a distinguere la BCE (*Bio Circular Economy*) dal modello classico della CE (*Circular Economy*).



Viene rappresentato il modello di bioeconomia circolare per la catena del packaging. È organizzato in un ciclo continuo che descrive il flusso dei materiali e delle risorse lungo le fasi di vita del packaging, dalla produzione, all'uso del consumatore e al suo smaltimento. Il ciclo inizia in alto, con "Agri-food chain", per spostarsi poi in senso orario:

- I. **Agri-food chain** (catena agroalimentare):  
la produzione alimentare è rappresentante del punto di partenza del ciclo, dove le materie prime sono coltivate e trasformate in prodotti alimentari per essere, in questo caso, consumati. Non si tratta sempre di alimenti, nel caso delle alghe e del micelio, si tratta di sola coltivazione e raccolta.
- II. **Agri-food byproducts and waste** (rifiuti e sottoprodotti dell'industria agroalimentare):  
i rifiuti e i sottoprodotti che vengono generati durante la produzione e coltura vengono poi raccolti e inviati a processi successivi per essere eventualmente riutilizzati.

(IMMAGINE 20)  
bioraffineria di Versalis del  
gruppo ENI a Vercelli, Piemonte.  
Produce bioetanolo utilizzando  
biomasse lignocellulosiche  
come paglia, residui agricoli e  
legno non alimentare



III. **Biorefinery model** (modello di bio-raffineria):

i numerosi sottoprodotti agroalimentari vengono trasformati nelle bioraffinerie. In modo analogo a una raffineria convenzionale, una bioraffineria è un impianto che converte materie prime grezze in una varietà di prodotti finali, ma con una fondamentale differenza: le materie prime sono biomasse rinnovabili, come scarti agricoli, residui forestali, alghe, piante coltivate per scopi industriali e perfino rifiuti organici. In Italia sono presenti diverse bioraffinerie che operano proprio in questo settore come quella di Crescentino denominata "Versalis" (ENI, Vercelli, Piemonte), "Biochemtex" (Biochemtex, Bottrighe, Veneto), "Matrica" (Novamont & ENI, Porto Torres, Sardegna)

IV. **Alternative processing routes** (percorsi di lavorazione alternativi): questa fase, non sempre presente, processa ulteriormente i materiali derivanti dalle bioraffinerie per migliorarne l'efficienza o altri fattori.

V. **Biomaterials** (biomateriali):

i prodotti ottenuti dai processi precedenti vengono utilizzati per creare nuovi biomateriali,

i quali, grazie alle loro caratteristiche innovative e alla loro capacità di biodegradarsi, verranno poi impiegati nella produzione di un nuovo packaging sostenibile ed ecocompatibile, contribuendo a ridurre i rifiuti e a favorire una bioeconomia il più efficiente possibile.

VI. **Packaging industry** (industria del packaging):

come precedentemente descritto, i biomateriali così ottenuti vengono trasformati in prodotti per l'industria del packaging, rispondendo in modo alternativo al fine vita tipico del package, venendo riciclati o compostati.

VII. **Retailer/Consumer** (distributore/consumatore):

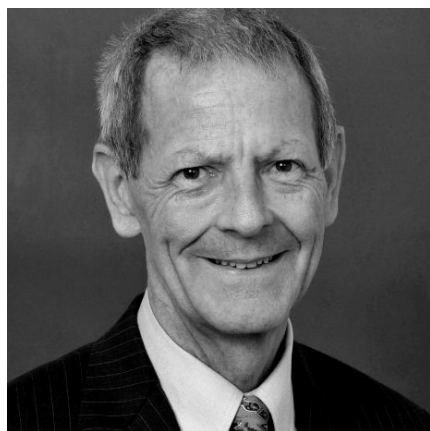
i prodotti confezionati con questi packaging arrivano ai consumatori finali attraverso i grandi canali di distribuzione, come ad esempio i supermercati, i negozi di alimentari o, in alcuni casi, l'e-commerce.

VIII. **Recyclable/Compostable packaging** (packaging compostabile o riciclabile):

quando l'utente finale ha utilizzato e consumato il prodotto contenuto nel packaging, ha la possibilità di smaltirlo in maniera sostenibile



attraverso il riciclo o il compostaggio. Se l'imballaggio è progettato per essere riciclabile, può essere raccolto e lavorato per la produzione di nuovi materiali, contribuendo a ridurre la domanda di materie prime vergini e chiudendo il ciclo della materia. In alternativa, se l'imballaggio è compostabile, può essere smaltito insieme ai rifiuti organici e trasformato in compost, un fertilizzante naturale che arricchisce il terreno.



*“La transizione da un’economia lineare a una circolare non riguarda solo l’efficienza dei processi produttivi, ma un intero cambio di mentalità, dove l’obiettivo principale è eliminare il concetto di rifiuto. Tutto ciò che viene prodotto deve essere concepito per essere riutilizzato, rigenerato o riciclato. Non si tratta di fare meno danni: si tratta di non farne affatto.”*

“Economia circolare per tutti” – Walter R. Stahel



## 2.5.1 I nuovi processi di riciclo

All'inizio del paragrafo si è citata l'innovazione nei processi di riciclo. Al giorno d'oggi, la maggior parte dei materiali plastici viene riciclata meccanicamente, ovvero, determinati macchinari utilizzano il calore e la pressione meccanica per far ritornare la plastica al suo stato di partenza, sotto forma di pellet.

Questo processo, seppur molto sviluppato in tutto il mondo, è limitato nella capacità di riciclare efficacemente **tutti** i tipi di plastica.

L'elemento chiave per l'innovazione di questo settore è l'integrazione di tecnologie avanzate a sistemi già esistenti per migliorare, o in alcuni casi permettere, il riciclo di materiali biologici e sintetici, come precedentemente spiegato.

Tra le tecnologie più promettenti bisogna citare il **riciclo chimico**, che prevede il ritorno alla materia prima base attraverso la trasformazione con metodi chimici o termochimici delle plastiche usate in monomeri di **pari qualità a quelli vergini**, da utilizzare nuovamente nella produzione. Si tratta in pratica di una "produzione al contrario".

Sebbene le tecnologie varino, gli impianti di riciclaggio chimico in genere operano attraverso *pirolisi*, *gassificazione* o *depolimerizzazione*. Quest'ultimo processo sfrutta elementi chimici come glicol

54

tereftalico, metanolo e ammoniaca: tre potenti reagenti che causano la decomposizione dei polimeri immessi nel sistema per essere riciclati, scomponendoli nelle loro componenti di base e rendendoli pronti per essere reimpiegati in nuovi cicli di produzione.

55

56

### 2.5.1.1 La pirolisi (o piroscissione)

La pirolisi, detta anche piroscissione, è un processo che consiste nel portare il materiale sotto vuoto a temperature di 450–500°C nel caso di **pirolisi a basse temperature**, oppure a 650–850°C nel caso di **pirolisi ad alte temperature**.

Da questo processo si ottengono degli idrocarburi e dei gas simili al petrolio che con esso si possono miscelare, dando vita al ciclo per formare nuovi prodotti in plastica riciclata. La parte di polimeri meno pregiata – spesso definita "di bassa qualità" – fornita da questo processo viene solitamente impiegata per realizzare carburanti, come diesel o olio carburante. Inoltre, questi prodotti possono essere raffinati e utilizzati come additivi nei lubrificanti per migliorarne le proprietà o aumentarne il volume.

### 2.5.1.2 La gassificazione

La gassificazione è una tipologia di processo che tipicamente viene effettuato in mancanza di aria, approssimativamente a temperature di 800–1600°C; il risultato presuppone la formazione di una miscela di **syngas** (gas di sintesi) idrogeno + ossido di carbonio, utilizzata come carburante nelle centrali termiche, come additivo nella lavorazione di altre materie prime e secondarie o per la sintesi di prodotti chimici, come il metanolo.

### 2.5.1.3 La depolimerizzazione

Durante la depolimerizzazione le materie polimeriche subiscono una scissione in molecole più piccole (dette *monomeri*) che possono essere utilizzate per produrre più prodotti di valore. La depolimerizzazione include tecnologie di **solvolisi, metanolisi e glicolisi**, sfruttando i tre elementi chimici riportati al paragrafo 2.5.1 (*glicol tereftalico, metanolo e ammoniaca*).

La solvolisi, ad esempio, sfrutta i solventi per scomporre i polimeri senza richiedere alte temperature, riducendo così l'impatto energetico del processo.

Processi come questo, non solo aiutano a riciclare le plastiche, ma servono soprattutto a recuperare preziosi monomeri puri che possono essere utilizzati per la realizzazione di polimeri allo stato vergine, riducendo la "**dipendenza**" dalle **risorse fossili**.

## 2.5.2 Automazione nel riciclo dei rifiuti plastici

Le tecnologie appena descritte permettono il riciclo di materie plastiche miste, moderatamente contaminate o talvolta inadatte al tradizionale riciclaggio meccanico, come pellicole, sacchetti e tubi. È importante notare che il riciclaggio chimico è un **accompagnamento** a quello meccanico, **non un sostitutivo**. Assieme, permettono una circolarità della plastica nel modello presentato in precedenza, piuttosto che la dismissione.

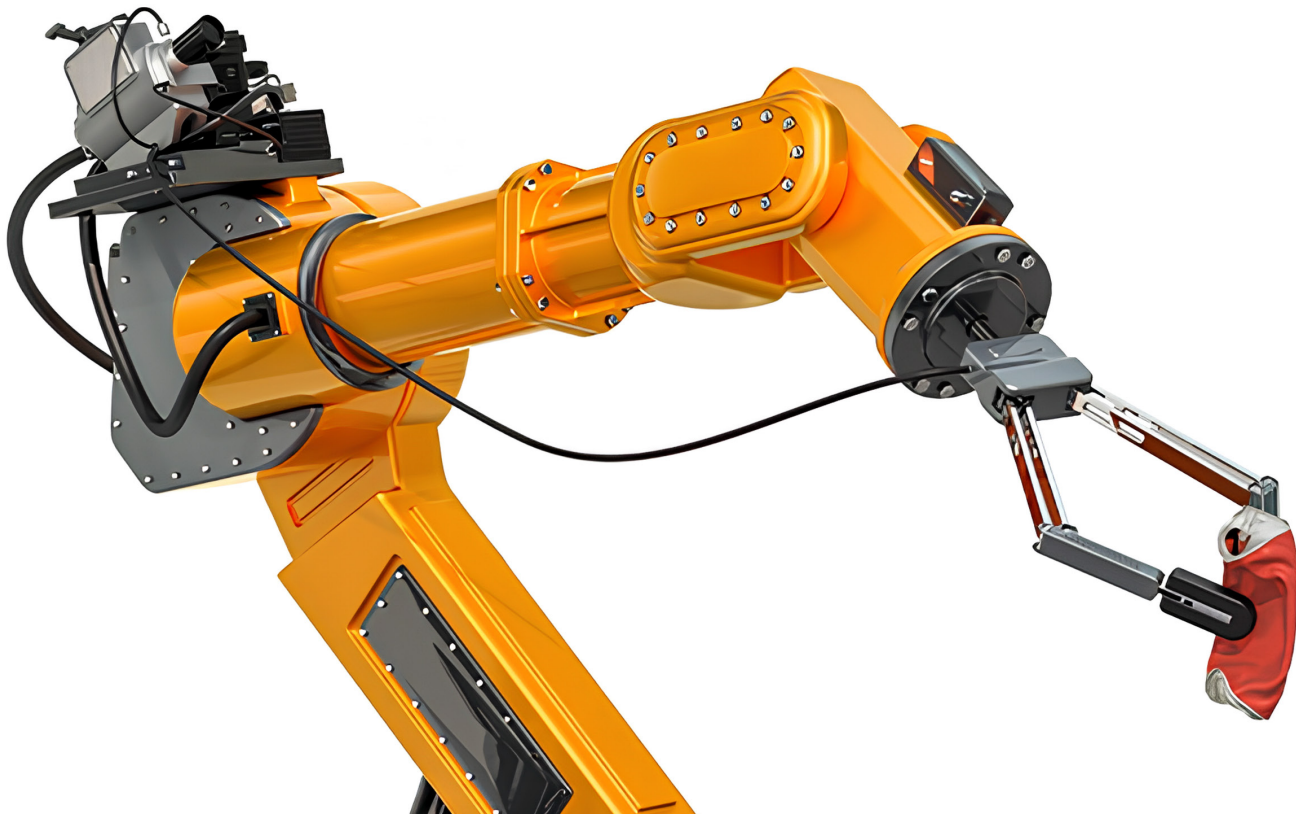
Un'altra direzione che ultimamente viene sempre più considerata nell'ambito del riciclo è quella della digitalizzazione ed **automazione** dei processi. Diversi sistemi di intelligenza artificiale (AI) e di robotica vengono impiegati per identificare, separare e trattare i materiali con maggiore precisione e velocità. Questi strumenti consentono una gestione ottimale delle risorse e contribuiscono a minimizzare gli sprechi lungo tutta la catena di approvvigionamento.

Oltreoceano, negli Stati Uniti, ormai molte aziende stanno impiegando **robot** nella raccolta e suddivisione dei diversi tipi di rifiuto in quanto la situazione che riguarda lo smaltimento e il riciclo dei rifiuti plastici è al limite del collasso: organi di governo e istituzioni sono in crisi e richiedono **misure** sempre più **drastiche** per affrontare la crescente quantità di rifiuti che quotidianamente viene prelevata dai centri urbani ed

57

58

extraurbani. Proprio grazie a questo tipo di tecnologie, sistemi di visione artificiale permettono ai robot di riconoscere autonomamente materiali riciclabili da materiali non recuperabili, velocizzando il processo e permettendo alle risorse "umane" di **impegnarsi in altre mansioni**. A tal proposito, l'automazione rappresenta un vantaggio strategico per il settore del riciclo, non solo in termini di efficienza, ma anche di sicurezza. I lavoratori possono essere liberati da compiti ripetitivi e potenzialmente rischiosi, come la selezione manuale dei rifiuti, per dedicarsi a **mansioni più qualificate** e sicure. Questo consente alle varie ditte di ottimizzare le risorse, migliorare le condizioni di lavoro dei propri dipendenti e ridurre gli errori nel processo di smistamento, che



si traducono in ulteriori costi, spreco di tempi e di personale.

Tra le aziende più importanti in questo settore bisogna citare **Recycleye**, un'azienda inglese nata nel 2019, che sviluppa robot per la selezione dei rifiuti utilizzando l'intelligenza artificiale (AI). Recentemente, grazie a un round di investimenti pari a 17 milioni di dollari, l'azienda punta all'espansione globale e al proprio sviluppo tecnologico per fornire soluzioni avanzate ed affidabili ai propri clienti. Il sistema di robotica che offrono è **retrocompatibile**, scalabile e offre una incomparabile efficienza rispetto alla selezione manuale. Il co-fondatore, Victor Dewulf, ha sottolineato come la missione dell'azienda sia quella di modernizzare il settore del riciclaggio, ancora oggi **troppo dipendente dai metodi tradizionali** e manuali.





L'esperienza in  
Tirocinio:  
il caso *Offmar*

### 3.1 La mia Formazione

---



Nei mesi di maggio, giugno e luglio del 2024, ho avuto l'opportunità di svolgere uno stage aziendale grazie al programma offerto dal Politecnico di Torino. Durante il tirocinio presso **WaveBag™**, ho potuto osservare di persona il funzionamento di un'azienda innovativa, con il potenziale di crescere rapidamente, comprendendo le sfide e le opportunità del settore degli imballaggi ecosostenibili.

Inizialmente, mi sono concentrato sull'osservazione del contesto aziendale, delle mansioni di ciascun membro del team e del funzionamento della macchina brevettata per la produzione di imballaggi. Le mie attività principali includevano la modellazione tridimensionale dei prodotti per supportare la presenza dell'azienda sui canali social, come LinkedIn e Instagram. In particolare, mi è stato affidato il compito di creare il modello 3D di una busta da spedizione con aletta biadesiva. Ho iniziato progettando il modello, ponendo grande attenzione ai dettagli per assicurare una rappresentazione accurata del prodotto reale. Successivamente, ho eseguito vari processi di "rifinitura", come rigging, animazione e rendering su Blender, per rendere la busta visivamente realistica.

Durante questi mesi, ho realizzato numerosi video animati del prodotto, che illustravano diverse funzionalità e modalità d'uso della busta da spedizione, inclusi video

narrativi sul percorso dal mittente al destinatario, esplosi assonometrici e video esplicativi da utilizzare come sottofondo per le loro storie su Instagram. Inoltre, ogni settimana, un acceleratore digitale inviava all'azienda un testo (un copy) da utilizzare come descrizione per i post sui social, insieme a indicazioni specifiche su come strutturare i video o le illustrazioni. Questo mi ha permesso di sperimentare diverse tipologie di contenuti contribuendo in modo significativo alla visibilità online di WaveBag™.

Con queste poche righe di conclusione-paragrafo, desidero ringraziare Virginia, Pietro, Gabriele, Stefania e Guido per il continuo supporto durante il mio periodo di tirocinio e per avermi coinvolto in diverse attività creative, oltre che avermi accolto con favore e gentilezza.

## 3.2 Breve Introduzione all'azienda: la loro Storia

61

62

Offmar S.r.l. è un'azienda nata nel 1973 in un piccolo garage ad Arignano specializzata nella produzione di macchinari industriali, con un focus particolare sulla meccanica di precisione e soluzioni personalizzate. Nel **1976**, sotto la guida di **Domenico Tessera Chiesa**, l'azienda ha sviluppato il primo macchinario per la produzione di buste imbottite in pluriball, denominato Texbol. Questo sviluppo ha segnato l'inizio di una serie di innovazioni che hanno portato alla creazione di prodotti come la macchina Parsifal Lambda, progettata per la produzione di imballaggi personalizzati.

La storia antecedente questo fatto è piuttosto interessante. Grazie ad una intervista con Gabriele A. Marongiu - responsabile ufficio acquisti e coordinatore ricerca e sviluppo dell'azienda - sono riuscito a ottenere importanti informazioni e la storia che ha dato vita a diversi prodotti come la Texbol stessa.

*Domenico Tessera Chiesa, andando a una fiera in Francia vide per la prima volta il pluriball e venne colpito dall'illuminazione, ovvero brevettare e poi produrre le mailer che noi tutti conosciamo, tuttavia gli mancavano i mezzi per farlo. Un giorno del tutto casuale si interfacciò con Offmar, azienda già esperta nella produzione di macchinari, per poi proporre la creazione e lo sviluppo di questo tipo*

*di imballaggio. Da quel giorno si instaurò una lunga collaborazione tra Domenico Tessera Chiesa e Offmar, che è stata quindi la prima azienda al mondo a produrre macchinari per la realizzazione di buste rinforzate in pluriball. Domenico Chiesa, nonché inventore di Texbol, oggi è Amministratore Unico di Sales, importante azienda di famiglia fondata nel 1886 specializzata nel packaging e nelle etichette autoadesive, da loro brevettate negli anni '60. Nel 2018 Sales è diventata una delle cento B-Corp italiane.*

Nel 2017, Guido Matta, figlio di uno dei due amministratori delegati di Offmar S.r.l., si interrogò sulla possibilità di avviare una nuova linea produttiva interna, dato che l'azienda era da anni specializzata nella produzione di macchinari per il packaging destinati a terzi. La riflessione di Guido partiva dalla constatazione che Offmar possedeva le competenze tecniche, le risorse e i macchinari necessari per intraprendere tale iniziativa in autonomia. Fu così che, nello stesso anno, l'azienda decise di dare vita al progetto/prodotto **WaveBag™ S.r.l.**, una divisione dell'azienda madre, affidando la direzione a Guido Matta.

(IMMAGINE 21)  
Esempio di busta Texbol, interno ricoperto da strati di pluriball



### 3.3 Il Processo Produttivo

---

Grazie al solido background maturato in anni di esperienza e innovazione, la giovane azienda è riuscita a **progettare** e successivamente **brevettare**, in tempi sorprendentemente brevi, un macchinario altamente innovativo ed unico nel suo genere, in grado di produrre diversi tipi di imballaggio per l'e-commerce utilizzando la tecnologia "**Wave**", che dà il nome alla società.

La tradizionale **mailer** di WaveBag™ viene realizzata attraverso un processo ben definito, descritto con precisione da Gabriele Marongiu. Per rendere la spiegazione più chiara, suddividerò il procedimento in quattro punti chiave, che sintetizzano gli aspetti più rilevanti:

1. **Creazione della struttura ondulata:**

Il processo inizia con l'imbottitura. Una bobina di carta trattata con un sottilissimo strato di PE viene fatta scorrere su un rullo dotato di scanalature di circa 3 mm. Durante questa fase, il rullo aspira aria dal basso, bloccando saldamente la carta in posizione e conferendole, con estrema precisione, la caratteristica forma "ad onda", fondamentale per la funzionalità dell'imballaggio.

2. **Fissaggio dello strato superiore:**

Un secondo strato di carta viene posizionato sopra quello ondulato e saldato per intrappolare l'aria. La saldatura avviene con un getto d'aria calda a circa 360-380°, sciogliendo il PE senza contatto diretto.

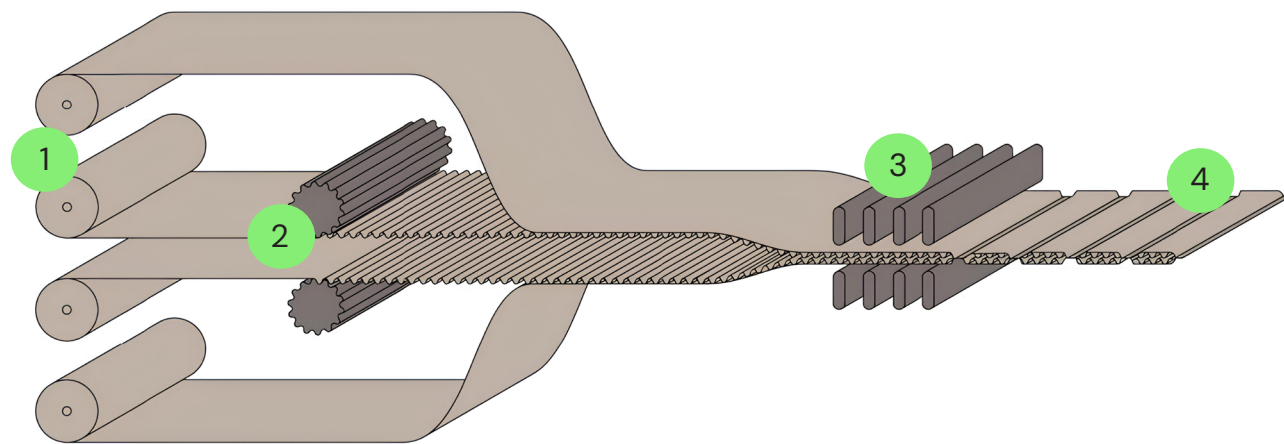
3. **Preparazione delle due metà:**

Lo stesso procedimento viene eseguito per creare un secondo strato identico al primo, seguendo gli stessi parametri di precisione. Entrambi i pezzi, perfettamente identici, sono ora pronti per essere uniti. Questo duplice approccio garantisce la massima uniformità e resistenza del prodotto finito, preparando la base per il passo successivo.

4. **Saldatura perimetrale delle due metà:**

Le due metà vengono sovrapposte e saldate lungo i bordi attraverso presse che applicano simultaneamente una pressione di 5 bar a una temperatura di circa 220°. Questo passaggio garantisce una chiusura ottimale, sigillando con precisione i bordi dell'imballaggio per conferirgli la robustezza e le proprietà protettive richieste.





- 1 Bobine di carta: i rotoli centrali sono trattati con il PE
- 2 Rulli dentellati per impartire la forma ad onda
- 3 Presse riscaldate per la saldatura perimetrale
- 4 Prodotto finito

### 3.4 Il Prodotto

Le buste WaveBag™ mostrate in figura sono ideali per una vasta gamma di articoli, come prodotti di bellezza, gioielli, CD, libri, documenti, prodotti farmaceutici e tecnologici.

Una caratteristica fondamentale per chi lavora nel settore dell'e-commerce è quello dello stoccaggio di grandi quantità di imballaggi nel magazzino e durante le spedizioni. Proprio in queste situazioni i prodotti di WaveBag™ **eccellono**, offrendo una soluzione pratica e salvaspazio. Come evidenziato dall'immagine sottostante i prodotti dell'azienda non richiedono grandi quantitativi di spazio durante l'immagazzinamento, e a differenza delle classiche mailer, sono **sottilissime e leggere**.

L'azienda, nonostante le sue dimensioni contenute, ha già instaurato collaborazioni significative con clienti di rilievo, tra cui **Stellantis** e **Esselunga**, che da oltre un anno continua a richiedere ed utilizzare i prodotti Wavebag™ per le proprie esigenze di imballaggio nelle spedizioni a domicilio dei suoi clienti. Ritroviamo tra i prodotti dell'azienda utilizzati da Esselunga la **WaveBag™ SLEEVE**, spesso contenente fragili bottiglie in vetro contenenti bevande alimentari come il vino.

(IMMAGINE 22) costituzione della WaveBag Light e confronto con le tradizionali buste imbottite con bolle d'aria



### 3.5 Il Portfolio Aziendale “WaveBag™”

Il catalogo dell’azienda non si limita a questi due imballaggi (busta e sleeve), ma è molto più ampio. Per andare incontro alle diverse esigenze del mercato B2B in cui si inserisce, **WaveBag™** propone molteplici packages per differenti situazioni di utilizzo:



- I. **WaveBag™ LIGHT:** busta ecologica per spedizione imbottita con onde di carta. Disponibile in dieci formati e due colorazioni. Completamente riciclabile nella carta.
- II. **WaveBag™ STRONG:** busta rigida da spedizione, ecologica imbottita con onde di carta. Disponibile in dieci formati in colore avana. Completamente riciclabile nella carta.
- III. **WaveBag™ RETURNED:** busta ecologica per e-commerce con doppio adesivo e apertura facilitata. Ideale per resi semplici, veloci e sostenibili. Completamente riciclabile nella carta.
- IV. **WaveBag™ 3D:** busta ecologica imbottita con fondo espandibile e doppio biadesivo. Ideale per la spedizione di oggetti voluminosi. Completamente riciclabile nella carta.

V. **WaveBag™ POUCH:** sacchetto ecologico protettivo imbottito con onde di carta. Senza chiusura, agevola inserimento degli oggetti. Completamente riciclabile nella carta.

VI. **WaveBag™ ROLL:** bobina ecologica protettiva. Può essere utilizzata sia per avvolgere oggetti di varie dimensioni oppure come riempimento ammortizzante per pacchi. Completamente riciclabile nella carta.

VII. **WaveBag™ WRAP:** fogli protettivi in carta ondulata. Possono essere facilmente adattati a diversi utilizzi: da involucro a riempitivo a divisorio. Completamente riciclabile nella carta

VIII. **WaveBag™ SLEEVE:** manica ecologica protettiva realizzabile in molteplici formati, si adatta facilmente a diversi utilizzi. Completamente riciclabile nella carta.



*Voci dal  
campo:  
l'intervista*

## 4.1 Breve chiacchierata con Gabriele Marongiu: l'intervista

---

Per approfondire al meglio l'argomento che ho deciso di trattare nella tesi, ho ritenuto essenziale condurre un'intervista con **Gabriele Marongiu**, una figura di spicco nel campo di riferimento, per esplorare più a fondo aspetti specifici legati al tema in esame. L'intervista si è rivelata uno strumento prezioso per raccogliere informazioni dirette e ottenere una visione più chiara e articolata delle dinamiche coinvolte. Nelle pagine che seguono, sarà possibile trovare una trascrizione accurata di quanto è stato discusso, corredata da alcune note del redattore (ndr) pensate per agevolare la lettura e garantire una maggiore comprensione del contenuto.

Al fine di rendere il testo ulteriormente accessibile e chiaro, ho deciso di adottare una formattazione che distingua nettamente le domande dalle risposte: le domande che ho rivolto a Gabriele sono evidenziate in **grassetto**, mentre le sue risposte sono riportate in *corsivo*. Questo piccolo accorgimento mira a guidare il lettore attraverso il dialogo, permettendo un agevole flusso dell'intervista.

Le domande che ho formulato coprono una varietà di argomenti, selezionati con cura per approfondire gli aspetti più rilevanti del tema trattato.

Tuttavia, è importante precisare che non sono state incluse informazioni relative al processo produttivo delle mailer perché tale argomento è già stato affrontato in modo esaustivo nel paragrafo dedicato, intitolato "Il processo produttivo" nel precedente capitolo, dove ho riportato fedelmente le spiegazioni fornite dallo stesso Gabriele.

L'intervista è iniziata alle ore 10:28 del 5 settembre 2024 e si è tenuta ad Andezeno, nella sede di Wavebag S.r.l..

**TF: Ciao Gabriele, ti chiedo una breve presentazione. Chi sei? Che ruolo hai qui in Wavebag?**

*GM: Mi chiamo Gabriele Marongiu e burocraticamente sono ufficio acquisti ma mi occupo anche di altre cose come di ricerca e sviluppo. Quando mi capita aiuto i macchinisti nella realizzazione delle buste, anche perché sono trentacinque anni che faccio packaging. Per dirla tutta ho fatte anche la parte commerciale per dieci anni in Offmar, mi ritengo pluri-esperienziato.*

**TF: In azienda c'è un dipartimento dedicato alla ricerca e sviluppo di materiali alternativi per la realizzazione dei vostri prodotti? Se sì, puoi parlarmi del lavoro che state facendo in questo ambito?**

*GM: Certo! In Offmar ci stiamo concentrando molto su nuovi materiali, rivestimenti e macchinari. Per quanto riguarda i coating, attualmente utilizziamo l'LD-PE come patina per rivestire le pareti interne e per le saldature. Ma stiamo anche esplorando nuove soluzioni, tra cui una bio-colla sviluppata da HENKEL, un'azienda tedesca leader nel settore degli adesivi.*

**TF: Interessante. E quali sono le differenze tra questo nuovo coating e quello in PE?**

*GM: Dal punto di vista delle prestazioni, la bio-colla non offre vantaggi superiori rispetto al PE; i due materiali funzionano in modo molto simile. La differenza chiave*

*risiede nella sostenibilità: la bio-colla è a base d'acqua, il che le consente di garantire una riciclabilità di grado A. Al momento, secondo gli standard Aticelca, siamo classificati in categoria B, il che significa che il nostro prodotto può essere smaltito con la carta e produce meno del 20% di scarti non riciclabili. È già un buon risultato, ma l'obiettivo è raggiungere il "zero scarti".*

**TF: Quindi è corretto dire che state sempre più puntando a migliorare la vostra classificazione?**

*GM: Esattamente. Con questo nuovo bio-coating speriamo di ottenere una certificazione di grado A o addirittura A+, anche se al momento non abbiamo ancora completato il processo di certificazione. Tuttavia, abbiamo già sviluppato diversi prototipi e stiamo facendo grandi progressi negli ultimi mesi.*

**TF: Ottimo. Parlando dei costi, si sa che in linea generale tutto ciò che è etichettato come "più sostenibile" è anche più costoso. Puoi dirmi di più riguardo ciò che state valutando?**

*A livello di costi (ndr il bio-coating) è più caro, ha un costo maggiore per una giusta causa. Tutto dipende dal mercato, se accoglie questo cambiamento, se lo preferisce.*

**TF: Parlando del mercato, quali sono le principali criticità o feedback negativi che ricevete dai clienti? Che si tratti di costi o di altri aspetti che il mercato non apprezza e vi segnala.**

*Il Polietilene viene molto criticato all'estero, mentre in Italia, purtroppo, sembra che non importi a nessuno. Anche se forniamo spiegazioni dettagliate, mostriamo le certificazioni ottenute e cosa significano, continuiamo a ricevere critiche. Soprattutto in Germania, dove sono particolarmente esigenti.*

**TF: Qual è la differenza principale tra i mercati italiani e quelli esteri, come quello tedesco?**

*In Italia, la questione è principalmente economica: basta abbassare il prezzo di dieci centesimi per una certa quantità di buste, e ti comprano tutto. Non importa se contengono grandi quantità di Polietilene, le comprano comunque. Per il mercato italiano, il prezzo è più importante della sostenibilità. Nel Nord Europa, invece, è l'opposto: sono disposti a pagare di più per un prodotto realmente sostenibile.*

**TF: E per quanto riguarda la percezione della sostenibilità in Italia? È diversa?**

*Sì, in Italia non si tratta tanto di riciclo, ma di percezione. Basta dire che il prodotto è fatto di carta e il problema è risolto. Il consumatore finale non si pone troppe*

*domande: se viene detto che è "riciclabile con la carta", lo accetta senza indagare ulteriormente. In Germania il problema non è solo del consumatore finale, ma anche delle aziende, che spesso hanno certificazioni che riguardano sia i fornitori che i prodotti, e devono rispettare standard molto rigidi. Poi sono tedeschi..*

**TF: Quindi si può tranquillamente affermare che c'è anche un aspetto politico e/o di immagine dietro queste scelte ?**

*Assolutamente. Alla fine, è anche una questione di immagine e marketing: essere in grado di affermare che una busta è fatta interamente di carta e riciclabile suona bene. Ma poi, se per produrla si distruggono ettari di foreste, non è rilevante. Con la carta, si distrugge prima, tagliando gli alberi, mentre con il petrolio i danni arrivano dopo. Dobbiamo anche considerare quanto siano davvero sostenibili questi nuovi materiali: dal modo in cui vengono estratti, elaborati e trasportati. Ad esempio, il riciclo della carta è molto costoso in termini di risorse, specialmente acqua ed energia elettrica. Se la plastica venisse smaltita correttamente, senza finire in natura, sarebbe in realtà più sostenibile della carta, sia a livello di produzione che economico, poiché costa molto meno. Il vero problema è lo smaltimento: la plastica può persistere nell'ambiente per centinaia di anni. Ma se una delle nostre mailer finisce in mare, nel giro di un mese non ci sarebbe più traccia. Questo dimostra ulteriormente quanto è complesso il tema "totalmente sostenibile".*

**All'inizio del mio tirocinio, Virginia mi ha mostrato diversi siti di aziende con cui stavate valutando collaborazioni, come Paptic. Potresti raccontarmi qualcosa di più?**

*Stiamo cercando di avviare collaborazioni con aziende che forniscono materiali sostenibili. Per esempio, abbiamo già alcuni prototipi di mailer realizzati con una carta prodotta da Releaf. Questa azienda ha stretto accordi con diversi enti locali per raccogliere e recuperare le foglie spazzate via dalle strade e dai campi. Da queste foglie, riescono a creare una carta completamente naturale, si può parlare proprio di "carta da fogliame". Ovviamente vi è anche una piccola percentuale di fibra vergine in quanto le fibre della carta riciclata spesso sono molto deteriorate e per questo impiego potrebbero risultare inadatte.*

*Un'altra collaborazione che stiamo considerando per il futuro è con Paptic. Come accennavo, Paptic realizza una carta combinando fibre di legno e tecnologie innovative. È prodotta principalmente da fibre di legno provenienti da foreste certificate FSC, quindi gestite in modo sostenibile. Ciò che ci convince di più è che questa carta è termo-saldante e non richiede l'aggiunta di strati plastici o colla per la chiusura delle buste, cosa che invece dobbiamo fare attualmente, collaborando con enti terzi per ottenere bobine di carta plastificate. Infine, stiamo anche valutando una collaborazione con ENVOPAP, un'azienda britannica che produce carta utilizzando scarti agricoli, come quelli provenienti dalla raccolta di grano, riso e soia, così*

*(ndr ENVOPAP) utilizza ciò che ricopre i chicchi, ossia gli scarti della mietitura, per creare la sua carta.*

**TF: In un settore come il vostro, dedicato quasi esclusivamente all'e-commerce, come vi distinguete dalla competizione, cos'è che fa sì che voi siate WaveBag e non un'altra azienda qualunque?**

*Innanzitutto, siamo stati tra i primi a introdurre una busta principalmente fatta di carta (ndr in Italia), nel 2017 c'era un po' l'idea della sostenibilità ma era molto vaga, era nell'aria, non se ne parlava tanto come se n'è parlato negli ultimi quattro anni. La prima busta che abbiamo realizzato era carta fuori e plastica all'interno. Da lì ci è venuto il: "ma se riusciamo a fare l'interno in plastica perché non proviamo a realizzarlo in carta?" e l'abbiamo subito rivisitato, realizzando entrambi gli strati in carta. Siamo subito ricorsi al brevettare il prodotto, il macchinario non è presente sul mercato (ndr coperto da brevetto), è interamente fatto da noi in Offmar, puoi copiarlo ma non è come il nostro. Una busta come la nostra non la puoi fare, in teoria... poi se fai l'onda a punta o con un'altra forma sei libero di produrla, ma WaveBag è un marchio registrato coperto dalla Proprietà Intellettuale. Quello che ci ha distinto e ci distingue è proprio questo, il nostro prodotto è unico.*

*Noi non siamo nati per andare a sostituire le buste in carta con l'interno in pluriball realizzate da aziende colossali come Sealed Air, non possiamo. Ritornando alla domanda di prima, in Italia quasi nessuno ha abbandonato questo*

tipo di imballaggi per usare i nostri che costano di più, vedono solamente il prezzo, gli basta quello. Infatti, noi in Italia vendiamo "pochissimo", tolto Esselunga il mercato italiano prende l'8% delle nostre vendite. Il nostro mercato è definito principalmente dall'Inghilterra, grazie a un'azienda che fa grandi ordini dei nostri prodotti per spedire CD e DVD. Oltre il Regno Unito, il nord Europa occupa una grande fetta dei nostri ordini: Danimarca, Svezia, Norvegia e Finlandia sono tra i clienti ai quali vendiamo di più. Anche la Germania e la Francia giocano un ruolo abbastanza importante ma non raggiungono gli ordini dell'Inghilterra. Se in Italia non ci fossero gli ordini di Esselunga la percentuale sarebbe molto ridotta. Quest'anno però stiamo vedendo dei miglioramenti, grazie a nuovi clienti come Mondoffice e Luxottica, che ci fanno ordini consistenti. In particolare, Luxottica usa le nostre mailer per spedire montature e lenti.

**TF: Siete riusciti a entrare anche nel settore della GDO. Le vostre buste vengono utilizzate a contatto diretto con il cibo?**

No no, le nostre mailer vengono usate per oggetti fragili come bottiglie di vino, barattoli e uova. Sono perfette per spedire oggetti che potrebbero rompersi durante la consegna a casa. Entrare in questo settore è stato un grande traguardo, specialmente considerando che Esselunga usava prima delle buste di pluriball classiche, che gli costavano un quinto rispetto alle nostre. Però, ti dirò, c'è molto greenwashing nel settore del packaging sostenibile. Molte aziende dicono: "Uso packaging di carta,

quindi sono sostenibile", quando in realtà la consegna a domicilio ha ben poco di sostenibile, a parte il packaging. Viene tanto sfruttato per quello. Molte aziende "si fanno belle" agli occhi dei media e del pubblico.

**TF: Credi che le differenze generazionali influiscano sulla percezione della sostenibilità?**

Moltissimo. I giovani sono molto più sensibili al tema della sostenibilità. Se vedessero ancora mailer in plastica, gli si torcerebbe il naso. Le persone più anziane, invece, non ne fanno nulla, non conoscono nemmeno la differenza tra plastica sostenibile e non. C'è una grande fetta (ndr di persone) che non ha idea di come sia fatta la carta, dicono solo: "È una busta, che me ne frega". Soprattutto al Sud Italia, purtroppo, queste tematiche non sono di gran interesse.

**TF: Pensi che aziende come Esselunga possano avere un ruolo nel cambiare questa mentalità?**

Guardano il prezzo. Giusto ieri ho sentito i responsabili di Stellantis che stanno montando un nuovo estrusore di plastica a bolle d'aria, di pluriball a None, si tratta di un milione di euro di macchinario per fare bolle d'aria di plastica. Per investire un milione per un macchinario del genere vuol dire che il mercato lo richiede ancora, in grandi quantità.

Ne stavo proprio parlando stamattina con Virginia,



*un bilico di plastica a bolle costa dai tre ai cinquemila euro...Un bilico, 100 bobine alte 1 metro circa, 13 metri di bolle d'aria tutte stoccate assieme. Un bilico di buste di un formato medio tipo un D o un C si aggira intorno ai diciassette diciottomila euro. Cinque volte tanto. Capisci qual è il discorso? Se si continuano a costruire impianti per produrre plastica a bolle, significa che la domanda è ancora molto alta. La gente comunque continua ad andare sulla plastica, soprattutto le rubinetterie chiedono ancora la plastica a bolle.*

*Abbiamo avuto un'azienda di rubinetteria che ci ha chiesto di mandargli delle sleeve da provare per il trasporto interno dei semilavorati da un settore all'altro, ma comunque ha scelto la plastica a bolle. È più morbida, è più facile da gestire, è meno rigida ma soprattutto non graffia. Questa (indicando la mailer), dentro o fuori, graffia tantissimo. Se prendi un pezzo di carta e lo sfreggi su un rubinetto cromato come quello che hai a casa, lo graffia. Quindi immagina nella spedizione e nel trasporto, basta poco e si graffia il rubinetto o il sifone che si sta trasportando. La plastica che usano la maggior parte di queste aziende è LD-PE, è l'unica che non graffia.*

**TF: Pensi che aziende come Esselunga possano avere un ruolo nel cambiare questa mentalità?**

*Quello che va molto, anche a livello di marketing e di innovazione sono tutti i prodotti di quelle start-up che utilizzano materiali di scarto o di origine naturale come le alghe, il micelio, l'amido o le foglie di grano per sostituire il più possibile la plastica imitandone*

*le performance e/o l'aspetto. Prendi come esempio Notpla, realizza capsule e involucri per alimenti, integratori o prodotti farmaceutici in materiali del genere, completamente dissolubili e assimilabili dal corpo umano, come le compresse per la lavastoviglie.*

**TF: Mi viene da dire che c'è una costante imitazione della plastica ma senza voler ricorrere a quest'ultima, confermi?**

*Può essere vero, però il problema è che tutte queste alternative hanno dei costi decisamente elevati, quindi magari sono sostenibili a livello ambientale, anche se bisogna verificare se sono sostenibili anche eticamente, però a livello economico non sono assolutamente sostenibili, soprattutto per quei business che li usano soltanto come mezzo, che non ci rincarano sopra.*

*Se sono un'azienda che produco integratori e devo spendere un euro a capsula, non è proprio una opzione che viene presa in considerazione. Bisogna sempre considerare che in termini di costi totali del prodotto, l'imballo non deve mai superare il 5-7% del costo di produzione (ndr del prodotto), se il mio prodotto costa 50 euro a essere realizzato, il packaging non deve assolutamente superare i tre euro e cinquanta centesimi. Per qualsiasi prodotto. Se devo spedire 1000 bicchieri, la scatola che uso per spedire quei bicchieri non deve superare il 5-7% del costo totale. Infatti, chi produce un orologio di lusso - senza fare nomi - può permettersi di realizzare una bella scatola che lo contiene.*

*Ecco perché tutti i brand di lusso generalmente hanno i packaging più costosi e belli, packaging che costano anche 40 euro al pezzo. Dopo che hai aperto la scatola prima di buttarla ci pensi un po', ti ci affezioni e tendenzialmente la riponi da qualche parte. Hai creato un legame con quella scatola...*

**TF: Ma questa proporzione è dettata da una legge di mercato o è una legge non scritta?**

*È una legge di business, non è scritta da nessuna parte ma in generale si fa affidamento a quella percentuale. Riprendendo la sostenibilità economica va a finire che tutti questi materiali innovativi, sostenibili o green vengano utilizzati solamente nel settore di lusso o per brand molto di nicchia che devono soddisfare bisogni ben specifici, perché secondo questa regola il costo viene ammortizzato. È difficile che un brand "normale" utilizzi questi packaging, non gli conviene.*

*Parlando di imitazione della plastica, tra cinque o dieci anni, si accorgeranno che è insostenibile e secondo me ci sarà un ritorno al polimero, con accortezze maggiori. Con la plastica puoi fare tutto, si presta a moltissime lavorazioni, sia che la fondi sia che la usi come foglio, con qualche forma tridimensionale, andrà bene nella maggior parte dei casi. La carta no, non si adegua a moltissime cose: non verranno mai fatti cruscotti di automobili o interruttori della luce in carta. La plastica rimarrà sempre, è negli imballaggi che vorrebbero diminuirne l'uso.*

**TF: E se la soluzione fosse fermarsi a questo stato delle cose? Senza spingersi troppo oltre per provocare un ritorno in toto della plastica, si può fare ancora molto per raggiungere un buon risultato ?**

*Ovviamente la via di mezzo è spesso la soluzione migliore, come dici tu sarebbe un buon risultato. Il fatto è che adesso stiamo vivendo un periodo di demonizzazione della plastica piuttosto lungo, se si può dire così. Come ti dicevo arriverà il momento in cui ci si accorgerà che non la si può eliminare totalmente.*

*A livello di marketing la plastica viene vista come il male assoluto. Andrebbero istruite (ndr le persone), messe a conoscenza delle possibilità. Il grande problema alla fine non è il materiale in sé, è la quantità che viene prodotta e come viene smaltita. Quante bottigliette d'acqua vediamo dove non dovremmo trovarne? Quanti pacchetti di patatine? Quanti pezzi di polistirolo galleggiano sulle coste delle nostre regioni? Io sarò sardo ma non di parte, sia chiaro! Le tipiche immagini che ti vengono in mente quando associ le parole "plastica" e "inquinamento" quali sono? Il mucchio di plastica in mare, la discarica a cielo aperto e la tartaruga incastrata nella rete. Se ti parlo della carta e degli ettari di foreste che vengono abbattute, certo, hai l'immagine ben presente, ma quanto meno è demonizzato come concetto? Eppure, a livello di inquinamento ambientale non è tanto meglio: per produrre questa carta qua (ndr toccando la busta) ci sono anni e anni di crescita della pianta, che poi viene tagliata, trasportata e lavorata.*

**TF: lo ho finito con le domande, è stato molto interessante "scoprire" certe realtà oggettive del mondo della produzione! Ti ringrazio tantissimo.**

*Di nulla, è stato bello parlarne, ogni tanto serve fare un piccolo check sulla situazione. Di cose da dire ce ne sarebbero tante. Io rimango della mia opinione, (ndr la plastica) andrà avanti e non verrà mai eliminata del tutto, è impossibile sostituirla totalmente.*





*IPS*: Indice di  
Performance &  
Sostenibilità

## 5.1 Un intervento consapevole

Con la crescente consapevolezza riguardo l'impatto ambientale della plastica tradizionale, l'immensa industria del packaging e dei beni di consumo si trova a dover far fronte a un'importante sfida: forzatamente **abbracciare soluzioni più sostenibili** oltre che più innovative.


Nell'era di transizione ecologica, come già illustrato nei capitoli precedenti, esiste una vasta gamma di materiali che possono sostituire i polimeri di origine fossile. Tra questi le già citate pellicole a base di alghe, che non solo rendono unico e *naturalissimo* il packaging del contenuto, ma al contempo rispondo in maniera eccellente alla sfida poco fa espressa. L'altro esempio è rappresentato dal micelio che con la sua struttura filiforme precedentemente descritta permetterebbe la rimozione quasi totale dal mercato di polimeri espansi come il Polistirene.

Grazie alla mia esperienza presso Wavebag, ho compreso che il vero problema non risiede nella carenza di materiali disponibili sul mercato, ma in qualcosa di più **sottile e complesso**.

Come osserva Virginia Poeta, Marketing & Communication Designer di Wavebag: "...Le aziende, spesso, sono già a conoscenza dei numerosi materiali alternativi presenti sul mercato. Tuttavia, la vera sfida

sta nell'identificare, tra una vasta gamma di opzioni – sempre più ampia e in continua crescita – quale sia il materiale più adatto per il prodotto che si intende realizzare."

Partendo da questo enorme spunto di riflessione e dal fatto che molte aziende, come Wavebag, non possono permettersi di investire in R&D (*ricerca e sviluppo*), ho compreso che il mio contributo, per quanto piccolo, come **designer consapevole** poteva essere realmente concreto, andando ben oltre il semplice "intervento di facciata". Ho deciso di mettere a disposizione le mie competenze per creare uno strumento, una soluzione capace di offrire un supporto reale, senza richiedere risorse eccessive in termini di tempo o denaro.

**L'obiettivo** era creare una guida pratica, un punto di riferimento per le aziende, capace di aiutarle a **orientarsi tra molteplici percorsi** apparentemente simili. L'idea era supportarle nella scelta della strada più adatta, perfettamente *tailorata*  sui loro specifici bisogni e obiettivi. In questo senso, uno strumento ben concepito diventa una sorta di **mappa strategica**, capace di semplificare decisioni complesse e di **anticipare i rischi**, favorendo una pianificazione che, anche nel lungo termine, può portare benefici tangibili.



Dall'inglese **tailor-made**: espressione inglese che significa "su misura". Viene utilizzata per indicare qualcosa progettato o realizzato appositamente per soddisfare esigenze specifiche di una persona o, come in questo caso, un ente più grande.



Dopo un'attenta analisi del mercato attuale e della sua offerta in termini di prodotti e materiali, ho deciso di concentrare il mio studio per comprendere le principali tendenze verso cui si sta orientando il settore. Questa ricerca è stata supportata da fonti diverse, tra cui articoli specialistici trovati su piattaforme online affidabili come MaterialDistrict, GreenBiz, Matweb, Knowde, riviste di settore fornite da mio fratello - Responsabile Imballi e Packaging alla Battaglio S.p.A - e dalla mia conoscenza personale dei "nuovi materiali per il design".

Come **risultato**, ho stilato una lista di **15 materiali** che considero particolarmente interessanti e meritevoli di **ulteriori approfondimenti**, materiali che stanno pian piano prendendo il posto dei polimeri ai quali siamo abituati, rendendo l'iter *raccolta-produzione-vendita-utilizzo-dismissione* un po' più "leggero".

### 5.1.1 Le basi dietro l'idea

Nell'ambito dello sviluppo dello strumento che intendevo realizzare, ho ripensato a un corso seguito durante il secondo anno, intitolato "**Materiali e loro tecnologie applicati al design**" della professoressa Laura Montanaro. In quell'occasione, ci venne assegnata un'esercitazione stimolante, ovvero ricercare un materiale alternativo a quello utilizzato in un oggetto di design assegnatoci attraverso un paper universitario. L'indagine doveva essere condotta utilizzando il **CES** (*Cambridge Engineering Software*), un potente strumento impiegato da progettisti e ingegneri per reperire dati tecnici e qualitativi sui materiali più utilizzati nei diversi settori industriali.

La particolarità di quell'esercitazione risiedeva nell'apprendimento di un **metodo per la scelta critica** di un materiale, attraverso fasi di **screening** basate su parametri e limiti relativi a proprietà tecniche, economiche e sostenibili. Ho deciso di **applicare questa esperienza** alla mia ricerca personale, così da potermi basare su fonti solide e affidabili per **confrontare i materiali individuati** con quello attualmente più utilizzato: la **carta** tipologia **KRAFT**. Ho scelto questo materiale come termine di paragone perché negli ultimi anni ha acquisito crescente popolarità, diventando la rappresentazione degli imballaggi da spedizione grazie alla sua robustezza e al minore impatto ambientale.

## 5.2 L'IPS: Indice di Performance & Sostenibilità

Nei mesi di ottobre e novembre mi sono concentrato sullo sviluppo di questo progetto, che ho chiamato **IPS**, un acronimo che identifica un **indice** pensato per fornire una valutazione chiara e strutturata delle **performance** e della **sostenibilità** di materiali destinati all'industria degli imballaggi. L'idea nasce dall'esigenza di **creare uno strumento che**, attraverso un approccio numerico e facilmente comprensibile, **supporti le aziende nella selezione di materiali idonei alle loro necessità**. Grazie a questo indice, un'azienda ipotetica può analizzare in modo oggettivo le diverse opzioni sul mercato, sfruttando le informazioni prodotte da quello che potremmo definire un vero e proprio **"calcolatore di sostenibilità e performance"**.

**Per dimostrarne il funzionamento, ho applicato l'IPS per la schedatura delle alternative precedentemente individuate**, sfruttando appieno le potenzialità del sistema.

Il cuore del progetto risiede nella **metodologia di valutazione** che ho sviluppato, basata su un **sistema di analisi** articolato e dettagliato. Per la costruzione dell'IPS, ho utilizzato 17 fogli di calcolo Excel, che mi hanno permesso di raccogliere ed elaborare una grande quantità di dati. Ogni materiale è stato analizzato attraverso **ventitré** parametri specifici, suddivisi in **cinque macro-sezioni**,

progettate per coprire tutti gli aspetti più rilevanti. A seguire, una spiegazione dettagliata del processo di valutazione adottato, con l'obiettivo di chiarire i principi alla base dell'IPS e le fasi operative che ne hanno caratterizzato lo sviluppo:

- I. Ogni materiale è stato analizzato individualmente in un foglio di calcolo dedicato, denominato con il nome commerciale del materiale.
- II. Ogni "scheda" include i ventitré criteri, raggruppati in sezioni tematiche per agevolarne la valutazione e la visualizzazione.
- III. Ogni criterio è valutato con un punteggio tra 1 e 5, tranne in alcuni casi specifici dove il punteggio ha solo due o tre valori possibili o supera 5.
- IV. La somma dei punteggi dei criteri all'interno di una macro-sezione determina un **"voto-sezione"**, anch'esso compreso tra 1 e 5.
- V. Una volta ottenuti i cinque **"voti-sezione"** delle cinque macro-sezioni, questi vengono confrontati con i voti ottenuti dalla carta KRAFT.
- VI. Infine, per rendere il tutto più comprensibile, il confronto viene rappresentato graficamente attraverso l'impiego di un radar chart.

Le immagini seguenti mostrano tre screenshot tratti direttamente dal file Excel in cui ho sviluppato l'IPS, accompagnati da una didascalia. Sono inclusi per facilitare la comprensione del processo.

	PROPRIETÀ	VALORE	NOTE	FONTE	ALTRO (certificazioni...)	PUNTEGGIO INDICE
1	Flessibilità	flessibile		<a href="https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332">https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332</a>		4
2	Resistenza alla trazione (MPa)	37		<a href="https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332">https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332</a>		3
3	Resistenza alla compressione (Mpa)	30	assunzione: valore medio per biopolimeri compostabili simili	compressione dei tipici di materiali a base di PBAT e PLA, la resistenza alla compressione potrebbe aggirarsi tra 20 e 40 MPa, con		4
4	Trasmissione vapore acqueo (g/m <sup>2</sup> /giorno)	120		<a href="https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332">https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332</a>		1
5	Termosaldabilità	SI		<a href="https://www.bio-sourced.com/ecoio/">https://www.bio-sourced.com/ecoio/</a>		6
6	Compatibilità con coating	SI		<a href="https://www.bio-sourced.com/ecoio/">https://www.bio-sourced.com/ecoio/</a>		5
7	Allungamento (strain %)	540		<a href="https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332">https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332</a>		5
8	Materiale da fonte rinnovabile (%)	60	Mix di PLA e PBAT	<a href="https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332">https://download.basf.com/p178a8081c57d4b69017d63c8b8061b/en/ecoio%253Csup%253E%25C2%25AE%253Csup%253E_P2332</a>		4
9	Biodegradabilità	SI		<a href="https://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=80d5413090214f2">https://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=80d5413090214f2</a>		4
10	Riciclabilità	No	Non si adatta ai tipi di riciclo industriale	<a href="https://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=80d5413090214f2">https://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=80d5413090214f2</a>		0
11	Certificazioni ambientali	SI		<a href="https://plastic-rubber.basf.com/global/en/performance_polymer/ecoio/ecoio/en/ecoio/ecoio_basf">https://plastic-rubber.basf.com/global/en/performance_polymer/ecoio/ecoio/en/ecoio/ecoio_basf</a>	EN 13432, ASTM D6400, AS 4736	4

SEZIONE VALUTATIVA	PUNTEGGIO
Proprietà tecniche (1-7)	3
Sostenibilità ambientale (8-11)	4
Impatto ambientale & efficienza energetica (12-15)	4
Efficienza economica (16-18)	3
Sicurezza & Resistenza (18-23)	4
<b>Punteggio Totale:</b>	<b>15</b>

Nella parte superiore è riportata una parte dei ventitré criteri valutativi, accompagnati dal valore corrispondente, da eventuali note, dalla fonte e dal relativo punteggio.

La piccola tabella situata in basso a sinistra include i cinque punteggi delle macro-sezioni, insieme al punteggio totale. Sulla destra è presente un radar chart dei dati della tabella appena descritta che rappresenta i punteggi di macro-sezione ed evidenzia i punti di forza e di debolezza del materiale analizzato, mettendolo a confronto con la carta KRAFT (rappresentata con un tratteggio verde).

Prima di approfondire la spiegazione di ciascuna macro-sezione, desidero sottolineare la presenza di due valori aggiuntivi: il punteggio totale, ottenuto dalla somma dei ventitré criteri (*voto massimo 106*), e il punteggio complessivo delle macro-sezioni, calcolato sommando i cinque voti delle macro-sezioni (*voto massimo 25*). Tuttavia, questi punteggi non devono essere considerati gli unici parametri di valutazione, poiché è altamente improbabile che un materiale raggiunga il massimo in tutte le sezioni.

## 5.2.1 Le macro-sezioni valutative

Le cinque macro-sezioni, che racchiudono i ventitré criteri di valutazione, sono state create, come già menzionato, basandosi sul grado di affinità tra i diversi parametri. Ho scelto questa suddivisione per coprire il maggior numero possibile di aspetti rilevanti: infatti, quando si valutano materiali, è fondamentale considerare non solo le prestazioni meccaniche, ma anche fattori economici, ambientali e di sostenibilità.

Durante il lungo e dettagliato processo di catalogazione, mi sono talvolta imbattuto in **dati mancanti** per alcuni materiali. In queste situazioni, ho stimato i valori, siano essi numerici o alfabetici, basandomi sulle informazioni disponibili per materiali simili.



Questo approccio mi ha permesso di mantenere una coerenza nei dati e di proseguire nell'analisi senza interruzioni significative.

Per **garantire la trasparenza e l'affidabilità** delle informazioni, ho annotato la fonte di ogni dato, sia che provenisse da siti specializzati, banche dati o dal CES.

Di seguito, presento la macro-divisione delle ventitré proprietà considerate, accompagnate dall'unità di misura pertinente. Questa struttura organizzativa offre una visione chiara dei criteri di valutazione, facilitando il confronto tra i diversi materiali analizzati.

**O1. Proprietà tecniche:** flessibilità (poco flessibile/moderatamente/flessibile/abbastanza flessibile/flessibile/molto flessibile), resistenza alla trazione (MPa, numerico), resistenza alla compressione (MPa, numerico), trasmissione vapore acqueo (g/m<sup>2</sup>/giorno, numerico), termosaldabilità (sì/no), compatibilità con coating (sì/no), allungamento (% , numerico).

**O2. Sostenibilità ambientale:** materiale da fonte sostenibile (% , numerico), biodegradabilità (sì/no), riciclabilità (sì,no), presenza certificazioni ambientali (sì, quali/no).

**O3. Impatto & efficienza energetica:** emissioni di CO<sub>2</sub> durante la produzione primaria (KgCO<sub>2</sub>/Kg, numerico), energia incorporata durante la produzione primaria (MJ/Kg, numerico), energia per il riciclo di un chilogrammo di materiale (MJ/Kg, numerico), emissioni di CO<sub>2</sub> per il riciclo di un chilogrammo di materiale (KgCO<sub>2</sub>/Kg, numerico).

**O4. Efficienza economica:** costo del materiale al chilogrammo (€/Kg, numerico), disponibilità sul mercato (poco presente/abbastanza presente/molto presente), Risparmio Costi Operativi rispetto alla carta KRAFT (nessun risparmio/minimo risparmio/basso risparmio/modesto risparmio/buon risparmio/grande risparmio).

**O5. Sicurezza & resistenza:** sicurezza chimica (sicuro per l'uomo/non sicuro per l'uomo), resistenza ai raggi UV (inaccettabile/scarsa/accettabile/buona/eccellente), resistenza all'acqua dolce (inaccettabile/scarsa/accettabile/buona/eccellente), resistenza agli acidi deboli (inaccettabile/scarsa/accettabile/buona/eccellente), rischio di infiammabilità (estremamente alto/alto/moderato/basso/estremamente basso).

Durante l'assegnazione dei punteggi, ho stabilito delle **soglie di riferimento** entro le quali ciascun parametro doveva rientrare per ottenere un certo punteggio, sia numerico che alfabetico. Ad esempio, per quanto riguarda la "resistenza a trazione", l'assegnazione del punteggio da 1 a 5 avveniva secondo la seguente relazione aritmetica:

"se  $x < 15$ , punteggio 1; se  $15 \leq x < 30$ , punteggio 2; se  $30 \leq x < 40$ , punteggio 3; se  $40 \leq x < 70$ , punteggio 4; se  $x \geq 70$  punteggio 5."

Il ragionamento sopra esposto è analogo per il voto dedicato alla macro-sezione di ambito (*con valori differenti*).

Per garantire una valutazione accurata ed equilibrata, i valori soglia sono stati stabiliti considerando il contesto d'uso dei materiali, quindi destinati all'imballaggio (*esistono molti materiali che presentano resistenza a trazione superiore ai 70 MPa, ma non sempre soddisfano le esigenze di questo settore*).

Credo che questo lavoro rappresenti non solo una base per future esplorazioni, ma anche un contributo concreto per chi, come molte piccole aziende, cerca soluzioni accessibili e avanzate per affrontare le sfide del mercato moderno.



## 5.2.2 Schedatura fac-simile

Nelle pagine seguenti è presentata una scheda fac-simile appositamente progettata per agevolare la consultazione dei quindici esempi concreti selezionati per questa ricerca. Questa scheda funge da modello standardizzato, consentendo una presentazione coerente e organizzata di ogni materiale analizzato. Dopo l'introduzione della scheda, segue l'effettiva sezione dedicata ai casi studio, dove ciascun materiale viene esaminato in dettaglio. Ogni sezione della scheda è strutturata per assolvere a una funzione specifica, garantendo così una fruizione agevole e una comprensione approfondita delle informazioni presentate.

Nella **pagina sinistra**, sono riportate le informazioni generali sul materiale analizzato. Questa sezione include diversi elementi chiave:

- I. **Nome commerciale:** nome con cui il materiale è riconosciuto sul mercato, fondamentale per la sua identificazione.
- II. **Azienda produttrice:** entità responsabile della produzione e della distribuzione del materiale.
- III. **Anno di invenzione:** periodo in cui il materiale è stato sviluppato o introdotto sul mercato.

- IV. **Sito web QR code:** un riferimento digitale dove è possibile reperire informazioni aggiuntive o approfondire caratteristiche tecniche.

Segue una descrizione generale del materiale, che comprende una **breve panoramica della storia del materiale**, i **principali ambiti applicativi**, una **sezione dedicata a delle curiosità** denominata "**plastic facts**" (*non sempre presente*) e delle **immagini evocative** che mostrano il materiale stesso o esempi di prodotti realizzati con esso.

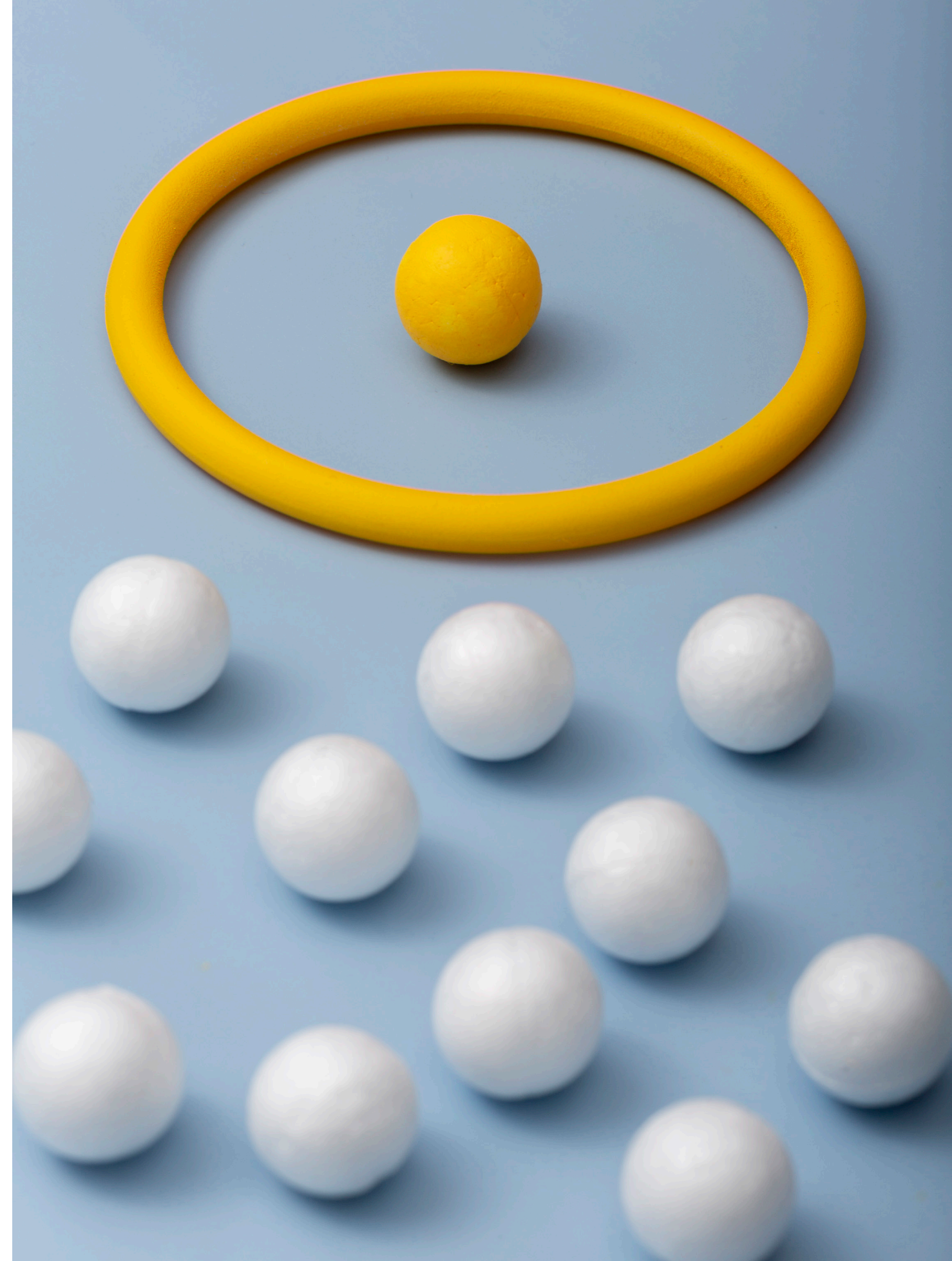
La **pagina destra**, invece, è dedicata alla valutazione comparativa del materiale rispetto alla carta KRAFT. Questa sezione è fondamentale per comprendere come il materiale analizzato si posizioni in relazione a un materiale consolidato.

Al centro della pagina è presente una tabella dettagliata che include una selezione di alcuni dei ventitré parametri della matrice precedentemente descritta. Questi parametri sono stati scelti per rappresentare una panoramica significativa delle proprietà più rilevanti e comprendono: *flessibilità, resistenza alla trazione, resistenza alla compressione, allungamento a rottura, termosaldabilità, compatibilità con coating,*

*biodegradabilità, riciclabilità, emissioni durante la produzione primaria ed infine costo al chilogrammo.*

Sotto la tabella, è collocato un **Radar Chart comparativo** (grafico radar), uno strumento visivo che illustra le prestazioni complessive del materiale rispetto alla carta KRAFT nelle cinque macro-aree generali definite in precedenza: *proprietà meccaniche, proprietà tecnologiche, aspetti economici, impatto ambientale e sostenibilità*. Ogni asse del radar rappresenta una di queste macro-aree, e le linee tracciate mostrano il livello di performance del materiale messo a confronto con la carta (*linea tratteggiata verde*) in ciascuna categoria.

Ho deciso di includere questa tipologia di grafico sia nel file Excel che nella schedatura, poiché consente al lettore di **visualizzare rapidamente** i punti di forza e di debolezza del materiale analizzato rispetto al riferimento. Questo approccio risulta particolarmente utile anche per future comparazioni con altri *"materiali di paragone"*. Inoltre è in grado di **facilitare** il possibile **processo decisionale**, offrendo un supporto visivo che integra, trasformandoli, i dati numerici dell'IPS.



n°	Nome materiale	Data e azienda
----	----------------	----------------

Azienda

Informazioni "anagrafiche"

Descrizione generale

Foto evocativa del materiale

Header tabella di confronto

Tabella di confronto (materiale-caso studio vs carta KRAFT)

Grafico radar del materiale-caso studio, creato con l'IPS, messo a confronto con la carta KRAFT.

# #0 KRAFT paper 1880 by C. F. Dahl

## Carl F. Dahl

**anno:**  
1880

**dove:**  
Svezia

**sito web:**



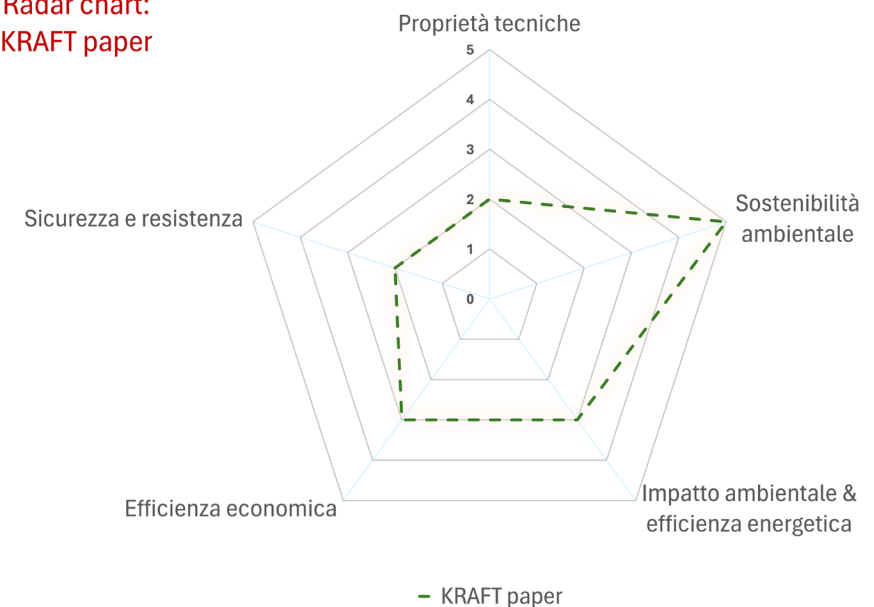
La carta Kraft è un materiale resistente sviluppato nel 1879 da Carl F. Dahl, un ingegnere chimico tedesco, presso i suoi laboratori in Svezia. Utilizza un processo chimico, il "processo Kraft", per trattare la polpa di legno e produrre fibre più robuste rispetto alla carta tradizionale. Conosciuta per la sua elevata resistenza e durabilità, la carta Kraft è utilizzata in molteplici applicazioni, dai sacchetti e buste per alimenti all'imballaggio protettivo, scatole, e confezioni industriali.

Grazie alla sua capacità di resistere a sollecitazioni elevate, è impiegata anche per sacchi destinati al trasporto di materiali edili, agricoli e chimici, garantendo una protezione affidabile.



CRITERIO		KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>		flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>		65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>		6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>		4 %
<b>Termosaldabilità</b>		No
<b>Compatibilità con coating</b>		Sì
<b>Biodegradabilità</b>		Sì
<b>Riciclabilità</b>		Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>		1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>		0,9* €/Kg

Radar chart:  
KRAFT paper



# #1 Ingeo PLA 2003 by NatureWorks

## NatureWorks


**anno:**  
2003

**dove:**  
Stati Uniti

**sito web:**

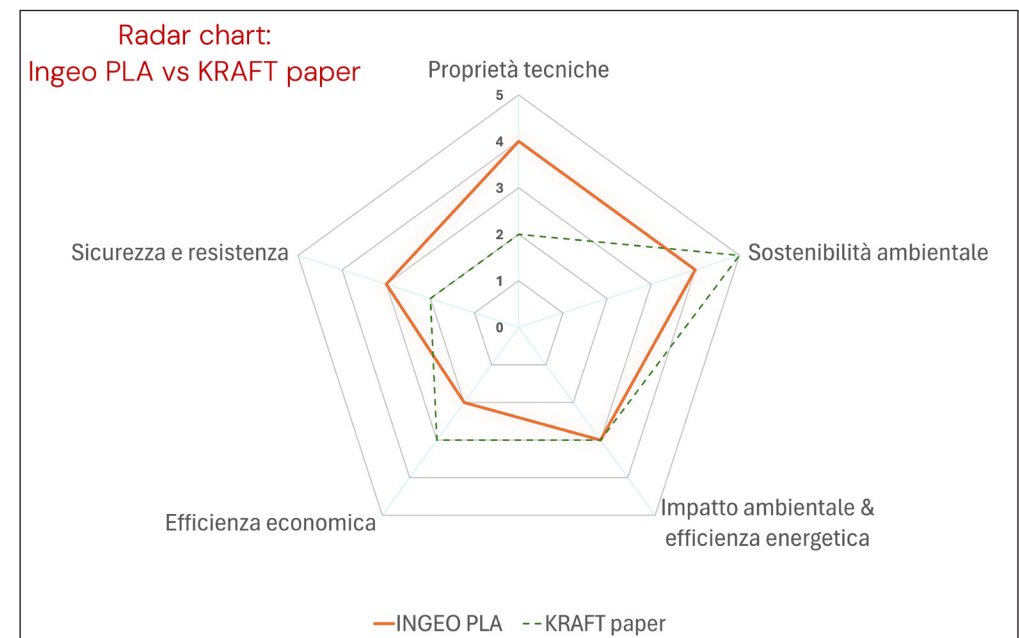


Ingeo PLA è un biopolimero a base di acido polilattico, ottenuto dalla fermentazione di zuccheri da colture vegetali come mais e canna da zucchero. A differenza delle plastiche tradizionali, è compostabile in ambienti industriali e biodegradabile. La sua struttura chimica garantisce una notevole versatilità, rendendolo ideale per imballaggi alimentari (contenitori, bicchieri, pellicole), filamenti per stampanti 3D e prodotti monouso come piatti e posate.

 *Plastic facts:* produrre Ingeo significa ridurre del 60% l'energia richiesta per produrre lo stesso quantitativo di plastica convenzionale.



CRITERIO	Ingeo PLA	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	moder. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	60 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	60 MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	6 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	1,7* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	3* €/Kg	0,9* €/Kg



# #2 Nodax PHA 2017 by Danimer Scientific

**Danimer Scientific**

**anno:**  
2017

**dove:**  
Stati Uniti

**sito web:**

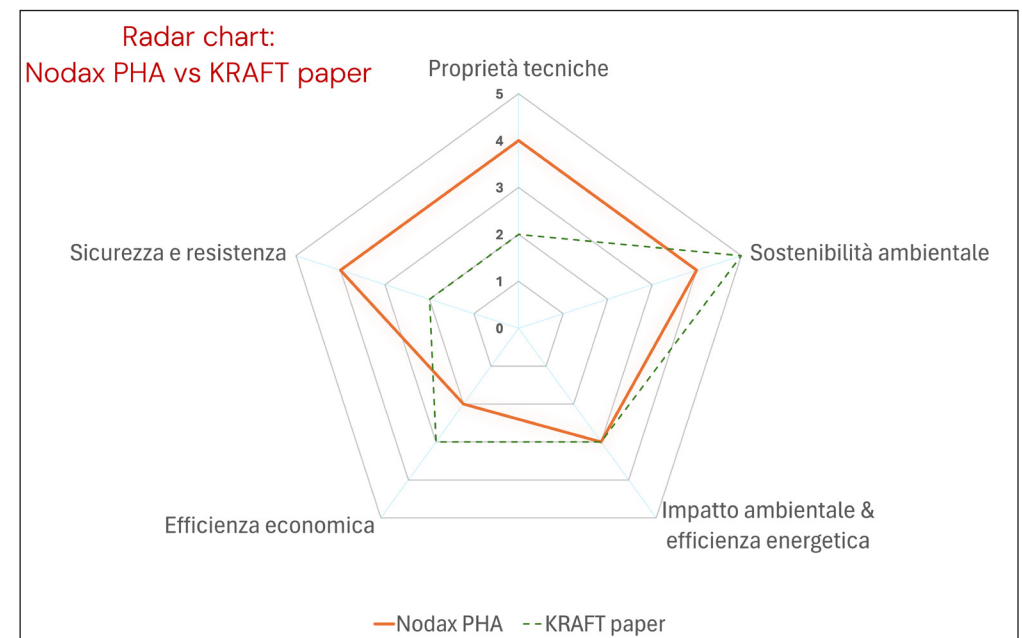


Nodax 2038 PHA, sviluppato da Danimer Scientific nel 2017, è un biopolimero biodegradabile creato negli Stati Uniti da risorse rinnovabili come oli vegetali derivati da palma, soia e canola. Si distingue per elevata flessione e una buona combinazione di elasticità e robustezza. È ampiamente utilizzato nel packaging alimentare per pellicole, contenitori monouso come capsule di caffè e bottiglie di bibite.

*Plastic facts:* a differenza delle plastiche comuni come il PP o il PE, che si frammentano in microplastiche pericolose per l'ecosistema, il PHA si degrada completamente anche in ambienti marini, rendendolo ideale per ridurre l'inquinamento degli oceani.



CRITERIO	Nodax PHA	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	molto flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	22 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	20 MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	404 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	1,8* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	5* €/Kg	0,9* €/Kg





# #3 NatureFlex 2000 by Futamura Group

**Futamura Group**


**anno:**  
2000

**dove:**  
Giappone

**sito web:**



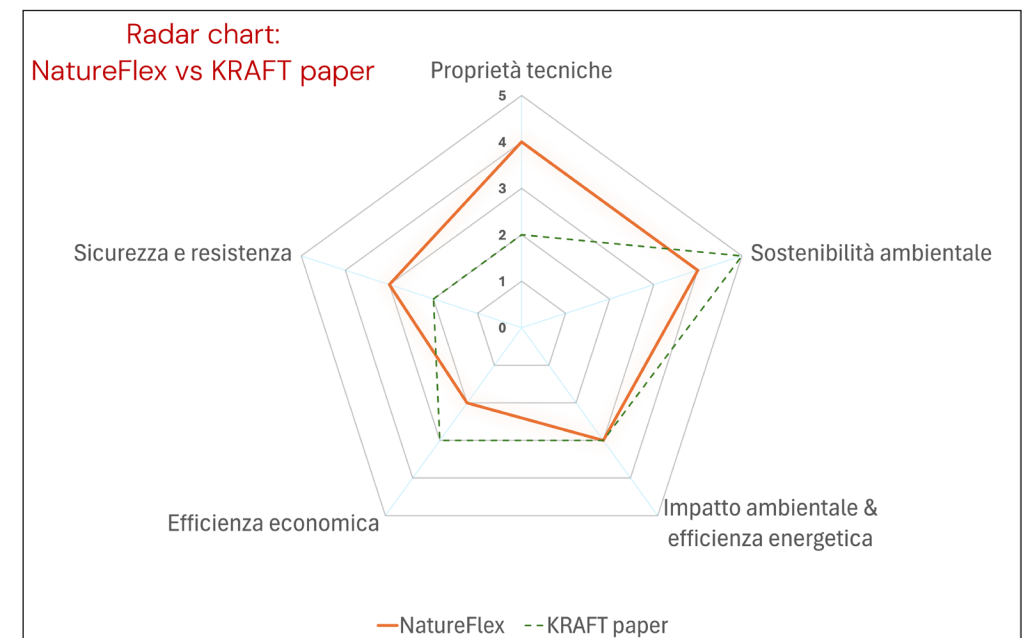
NatureFlex NVS, sviluppato dal Futamura Group in Giappone negli anni 2000, è una bioplastica biodegradabile per il packaging alimentare e industriale. Derivata da cellulosa proveniente da polpa di legno, una risorsa rinnovabile, viene trasformata in film sottili attraverso un processo chimico controllato. NatureFlex è apprezzato per la sua biodegradabilità e l'eccellente barriera contro umidità e ossigeno (WVTR<3 g/m<sup>2</sup>/giorno), ideale per confezionare snack, tè e caffè.

 *Plastic fact:* NatureFlex è uno dei pochi biopolimeri a base di cellulosa che gode sia di compostaggio industriale che domestico.



**NatureFlex**<sup>TM</sup>  
NEXT GENERATION PACKAGING

CRITERIO	NatureFlex	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	96 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	20 MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	22 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	1,5* KgCO <sub>2</sub> /KG	1,1* KgCO <sub>2</sub> /KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	5* €/Kg	0,9* €/Kg



# #4 I'm Green PE 2010 by Braskem

## Braskem

**anno:**  
2010

**dove:**  
Brasile

**sito web:**

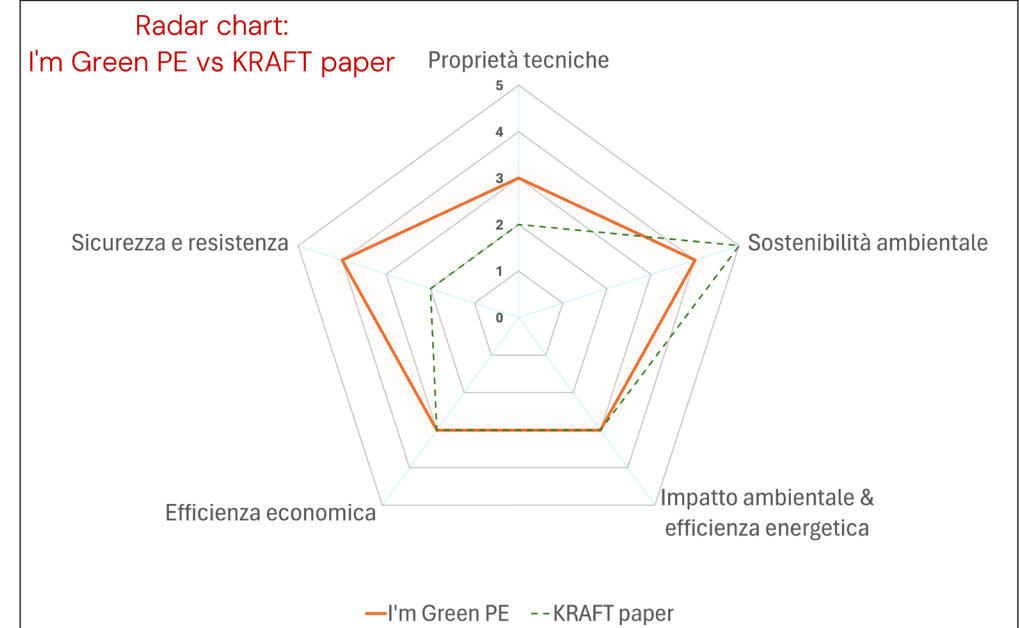


I'm Green PE è un polietilene bio-based (bioPE) sviluppato da Braskem, azienda brasiliana pioniera nel campo dei biopolimeri. Nel 2010, Braskem ha inaugurato il suo impianto di produzione nello stato di Rio Grande do Sul, in Brasile, dove ha iniziato a produrre I'm Green™ PE su scala industriale.

Questo materiale, ottenuto dall'etanolo derivato dalla canna da zucchero, è utilizzato in una vasta gamma di applicazioni, dai packaging flessibili e rigidi ai tappi e contenitori, offrendo le stesse prestazioni del polietilene tradizionale ma con un impatto ambientale ridotto.



CRITERIO	I'm Green PE	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	25 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	10,8 MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	350 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	No	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	No	Sì
<b>Riciclabilità</b>	Sì	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	1,5* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	1,5* €/Kg	0,9* €/Kg



# #5 Solanyl 2005 by Rodenburg Biopolymers

## Rodenburg Biopolymers

anno:  
2005

dove:  
Paesi Bassi

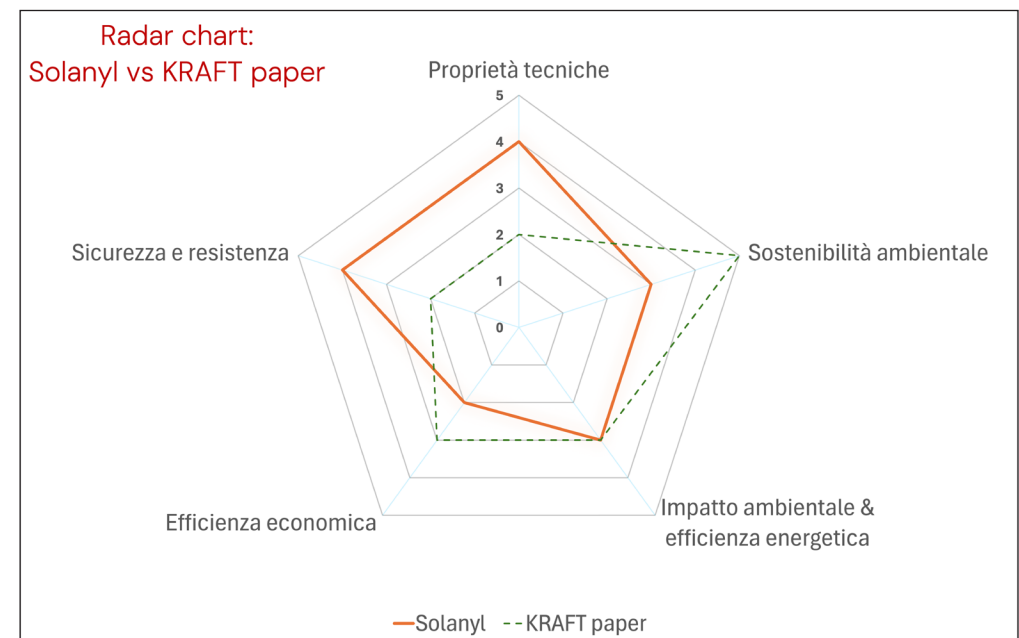
sito web:



Il Solanyl® C2101 è un composto adatto per essere utilizzato su macchinari di estrusione convenzionali, quindi non richiede attrezzature speciali. Questo materiale rappresenta un'alternativa competitiva alle plastiche biodegradabili come l'LDPE (polietilene a bassa densità) e può essere impiegato in molte applicazioni, in particolare per la creazione di packaging flessibili, anche multistrato. Una caratteristica interessante del Solanyl® C2101 è che può essere combinato con altre bioplastiche a base di poliestere o amido, permettendo di ridurre i costi.



CRITERIO	Solanyl	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	moder. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	15* MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	65* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	20 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	0,7* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	3* €/Kg	0,9* €/Kg



# #6 Mater-bi 1992 by Novamont

## Novamont

**anno:**  
1992

**dove:**  
Italia

**sito web:**

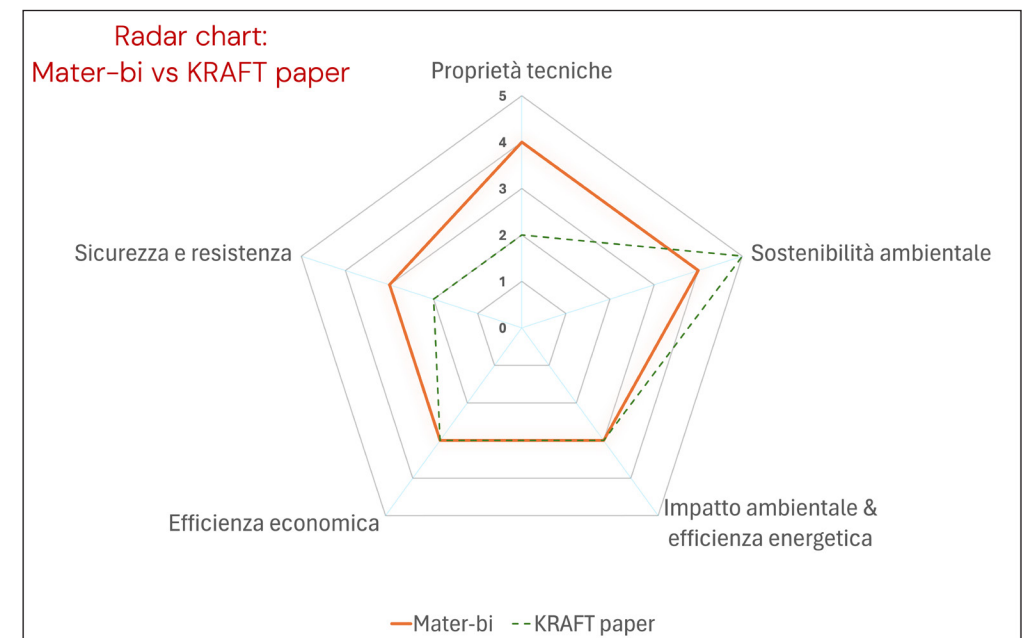


Mater-Bi è un biopolimero innovativo sviluppato da Novamont, azienda italiana pioniera nel settore delle bioplastiche. Ideato nei laboratori di Novara, il primo Mater-Bi è stato introdotto nel 1992. Questo materiale è derivato da fonti rinnovabili come amido di mais e oli vegetali, ed è biodegradabile e compostabile secondo standard internazionali. Mater-Bi trova impiego in molteplici settori: dai sacchetti per la raccolta differenziata dell'umido agli imballaggi alimentari, dai prodotti per l'agricoltura agli articoli monouso.

Grazie alla sua versatilità, viene scelto anche per applicazioni in cui è necessario ridurre l'impatto ambientale, supportando l'economia circolare e sostenendo una gestione più ecologica dei rifiuti.



CRITERIO	Mater-bi	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	moder. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	15* MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	65* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	20 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	0,7* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	3* €/Kg	0,9* €/Kg



# #7 MycoComposite

2007  
by Ecovative  
Design

Ecovative  
Design


anno:  
2007

dove:  
Stati Uniti

sito web:

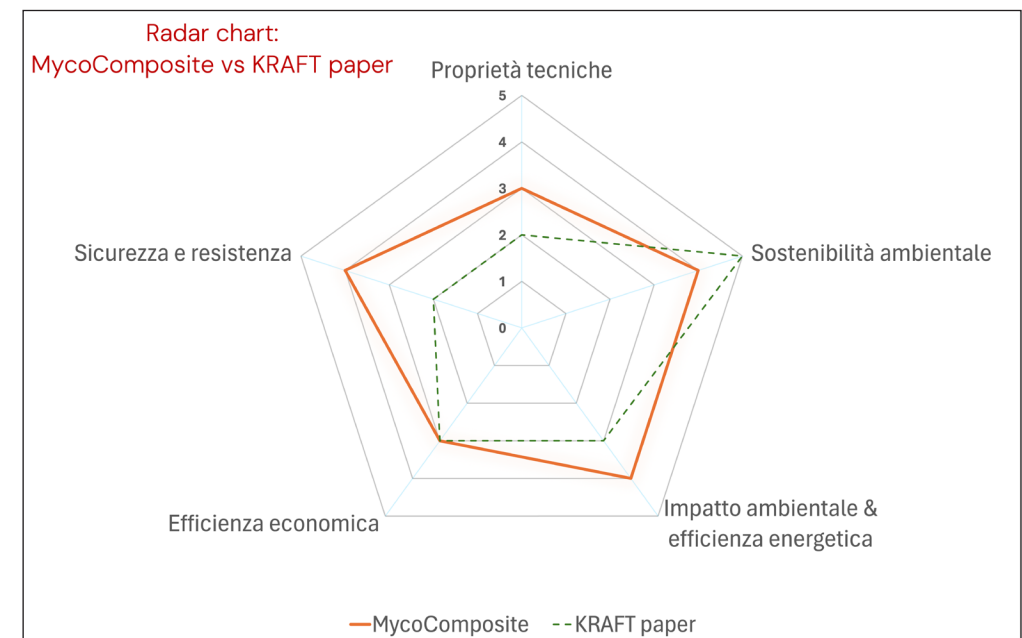


MycoComposite è un biomateriale sviluppato da Ecovative Design, azienda statunitense con sede a Green Island, New York, specializzata in materiali sostenibili. Creato nel 2007, MycoComposite sfrutta il micelio, la struttura radicale dei funghi, combinandolo con scarti agricoli per creare materiali leggeri, resistenti e biodegradabili. Questo materiale trova applicazione come alternativa sostenibile agli imballaggi in polistirolo, pannelli per costruzioni e materiali d'arredo, offrendo una soluzione ecologica e completamente compostabile.

 *Plastic fact:* MycoComposite è resistente al fuoco grazie alle proprietà auto-isolanti del micelio, rendendolo sicuro per applicazioni strutturali e architettoniche come pannelli isolanti, senza dover aggiungere sostanze chimiche ignifughe.



CRITERIO	MycoCom.	KRAFT paper
Flessibilità	poco flessibile	flessibile
Resistenza alla trazione	5* MPa	65 MPa
Resistenza alla compressione	46 MPa	6 MPa
Allungamento a rottura	5 %	4 %
Termosaldabilità	No	No
Compatibilità con coating	Sì	Sì
Biodegradabilità	Sì	Sì
Riciclabilità	No	Sì
Emissioni produzione primaria	0,6* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
Costo del materiale al Kg	5* €/Kg	0,9* €/Kg



# #8 ecovio 2006 by BASF

## BASF


anno:  
2006

dove:  
Germania

sito web:

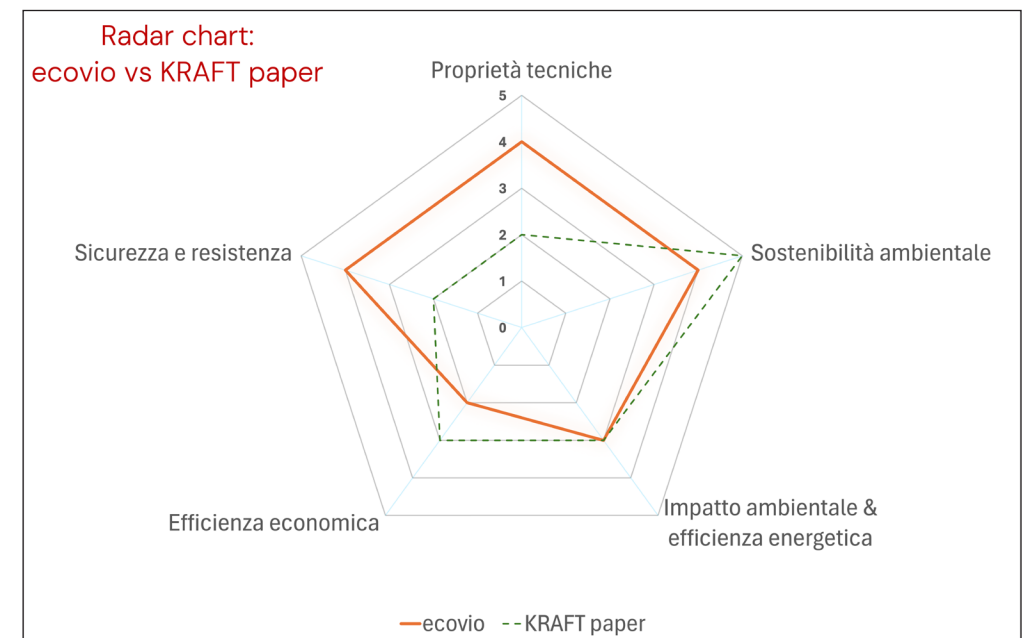


Ecovio è un biopolimero sviluppato da BASF, azienda chimica con sede a Ludwigshafen, Germania, specializzata in materiali innovativi. Introdotto nel 2006, ecovio è costituito da polimeri biodegradabili e compostabili derivati da risorse rinnovabili, come l'acido polilattico (PLA) e il poli(butylene adipato-co-terephthalate) (PBAT). Grazie alla sua resistenza e versatilità, ecovio trova impiego in diversi settori, tra cui imballaggi alimentari, sacchetti per la raccolta dell'umido, pellicole agricole e altri prodotti compostabili.

 *Plastic fact:* ecovio si decompone completamente in poche settimane se sottoposto al compostaggio industriale, mantenendo la durabilità necessaria per l'uso quotidiano.



CRITERIO	ecovio	KRAFT paper
Flessibilità	flessibile	flessibile
Resistenza alla trazione	37 MPa	65 MPa
Resistenza alla compressione	30* MPa	6 MPa
Allungamento a rottura	540 %	4 %
Termosaldabilità	Sì	No
Compatibilità con coating	Sì	Sì
Biodegradabilità	Sì	Sì
Riciclabilità	No	Sì
Emissioni produzione primaria	1,2* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
Costo del materiale al Kg	3* €/Kg	0,9* €/Kg



# #9 BioPBS 2015 by PTT MCC Biochem Co.

**PTT MCC  
Biochem Co.**


**anno:**  
2015

**dove:**  
Thailandia

**sito web:**

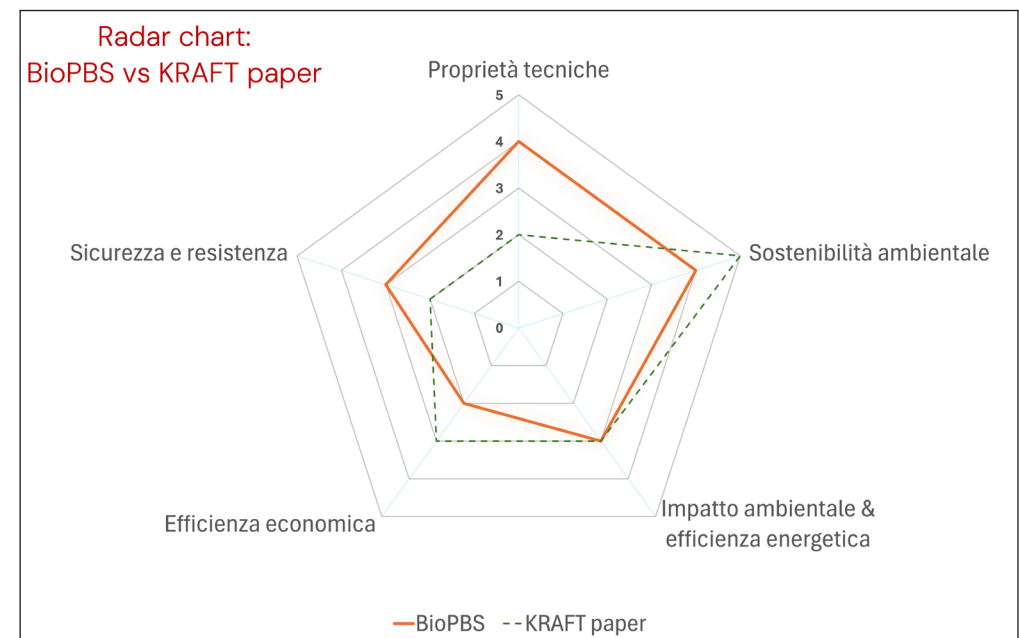


BioPBS è un biopolimero sviluppato dalla PTT MCC Biochem Co., una *joint venture* tra PTT Global Chemical e il gigante giapponese Mitsubishi Chemical, con sede in Thailandia. Lanciato nel 2015, BioPBS è un polimero biodegradabile e compostabile, prodotto principalmente a partire da risorse rinnovabili come zuccheri e amidi vegetali. Il materiale è versatile e trova impiego in applicazioni come gli imballaggi alimentari, posate monouso, film agricoli (pacciamatura) e capsule per caffè compostabili.

 *Plastic fact:* BioPBS si biodegrada sia attraverso compostaggio industriale che nel suolo e nell'acqua.



CRITERIO	BioPbs	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	abbast. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	30 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	30* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	170 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	1,5* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	2,5* €/Kg	0,9* €/Kg



# #10 Sulapac 2016 by Sulapac Ltd.

## Sulapac Ltd.


**anno:**  
2016

**dove:**  
Finlandia

**sito web:**

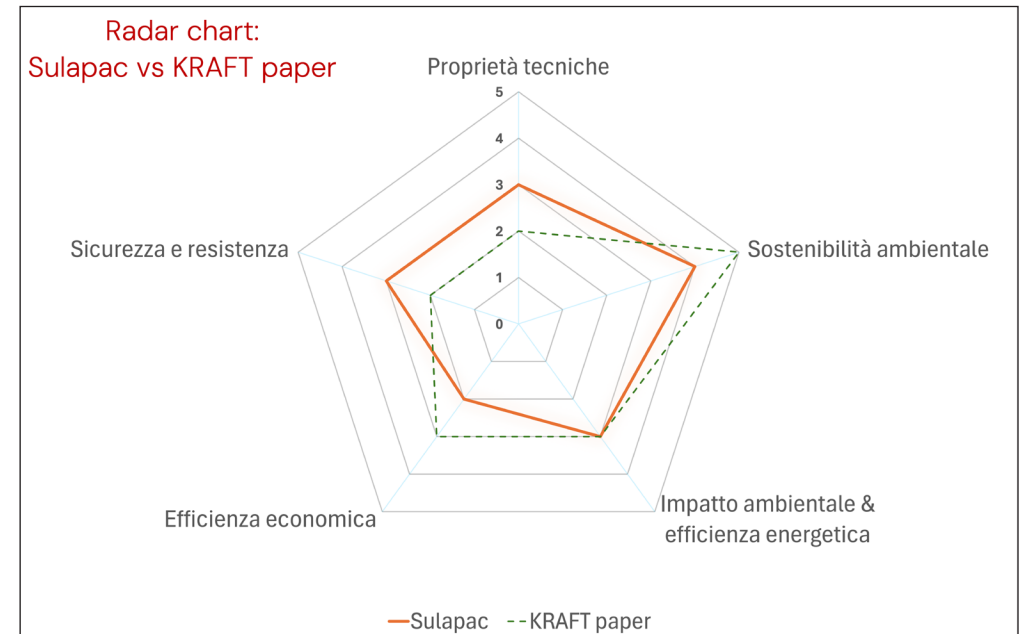


Sulapac è un bio-materiale sviluppato nel 2016 da Sulapac Ltd., azienda finlandese con sede a Helsinki, specializzata in soluzioni sostenibili per sostituire, nel tempo, la plastica tradizionale. Essendo composto principalmente da trucioli di legno provenienti da fonti sostenibili e leganti biodegradabili, Sulapac è completamente biodegradabile e non lascia microplastiche residue. I suoi principali impieghi includono il packaging cosmetico, farmaceutico, posate monouso, cannucce e altri articoli monouso.

 *Plastic fact:* Sulapac può essere lavorato utilizzando le stesse macchine impiegate per la plastica tradizionale



CRITERIO	Sulapac	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	abbast. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	55 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	24,8* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	9 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	No	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	1,9* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	4* €/Kg	0,9* €/Kg





# #11 PEF 2005 by Avantium

## Avantium


**anno:**  
2005

**dove:**  
Paesi Bassi

**sito web:**

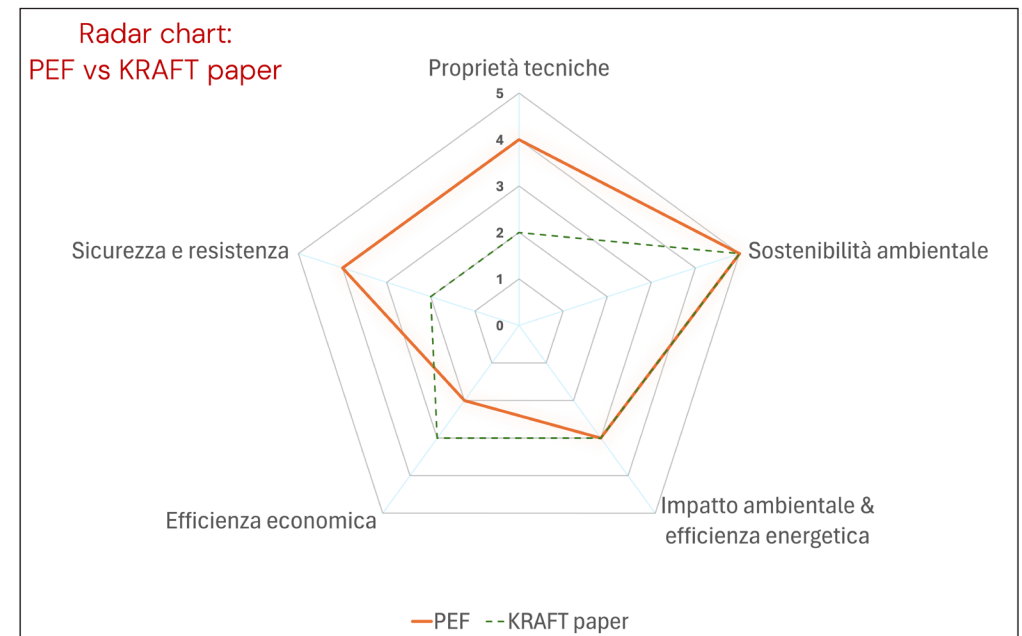


Il PEF (*polietilene furanoato*) è un polimero innovativo sviluppato da Avantium, azienda olandese specializzata in chimica rinnovabile. La ricerca sul PEF è iniziata nei suoi laboratori nel 2005, culminando nella costruzione del primo impianto commerciale a Delfzijl, nei Paesi Bassi, inaugurato nel 2024. Derivato al 100% da fonti vegetali, il PEF è completamente riciclabile e offre proprietà superiori rispetto al PET tradizionale. I principali impieghi del PEF includono bottiglie per bevande, imballaggi alimentari, film e fibre tessili. Il biopolimero in questione è ancora in fase di sviluppo, entro il 2025 dovrebbe venir commercializzato.

 **Plastic fact:** Il PEF presenta una barriera all'ossigeno fino a 10 volte superiore rispetto al PET, prolungando notevolmente la *shelf-life* dei prodotti confezionati.



CRITERIO	PEF	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	moder. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	80* MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	45* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	5* %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	Sì	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	0,9* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	1,6* €/Kg	0,9* €/Kg



# #12 PHBH 2011 by Kaneka Corporation

**Kaneka Corporation**

**anno:**  
2011

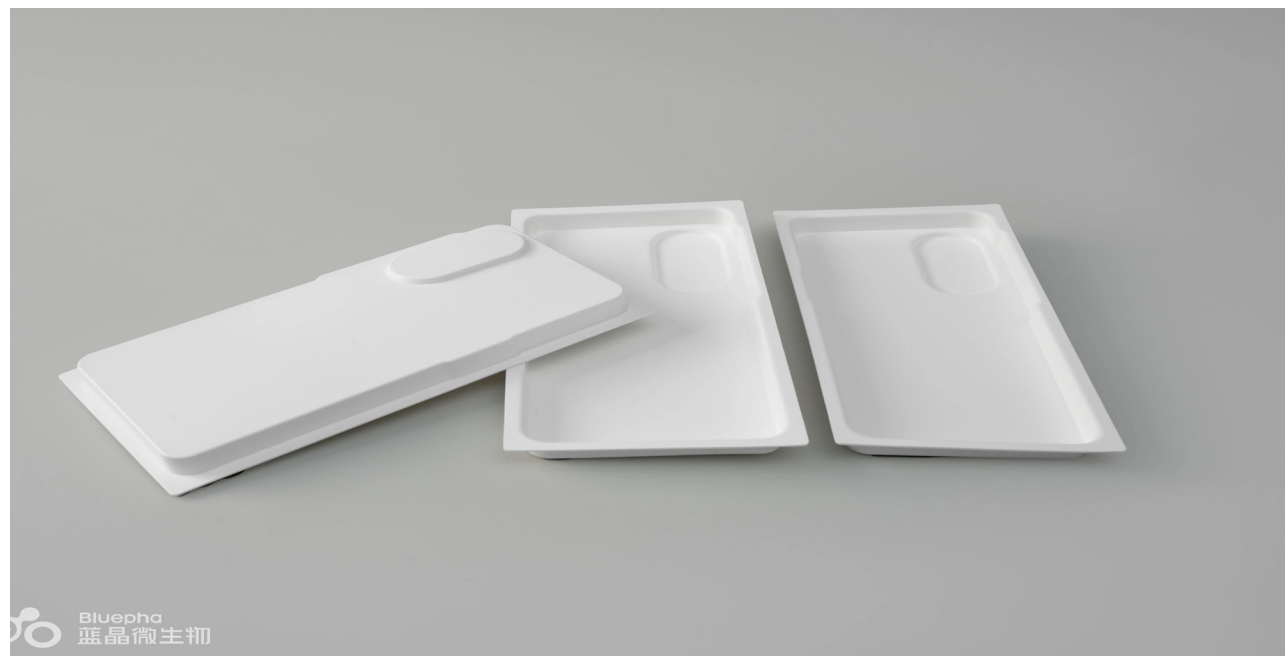
**dove:**  
Giappone

**sito web:**



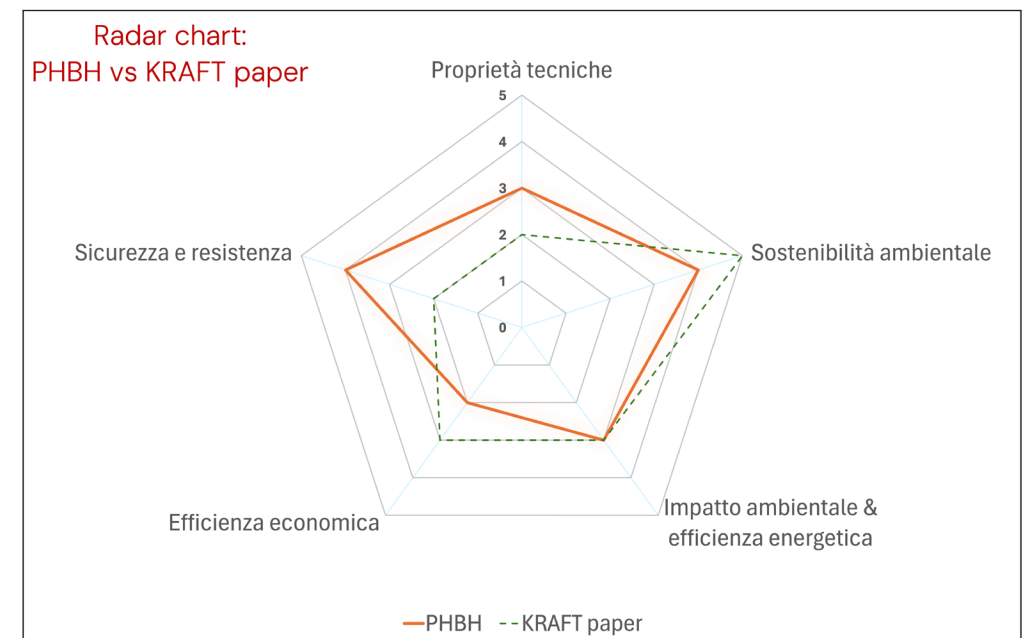
PHBH è un biopolimero innovativo sviluppato da Kaneka Corporation, azienda giapponese con sede a Tokyo, leader nella produzione di materiali sostenibili. Introdotto nel 2011, il PHBH è prodotto tramite fermentazione batterica utilizzando oli vegetali, ed è completamente biodegradabile sia in compostaggio industriale che in ambienti naturali come il suolo e l'acqua. Grazie alla sua resistenza e versatilità, PHBH trova applicazione in prodotti come imballaggi alimentari, stoviglie monouso, pellicole agricole e articoli medicali.

*Plastic fact:* il PHBH è molto resistente alle alte temperature tanto da poter essere utilizzato in ambienti "estremi" come i forni a microonde per scaldare alimenti, senza deformarsi o perdere le sue proprietà.



Bluepha  
蓝晶微生物

CRITERIO	PHBH	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	moder. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	28 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	40* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	26 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	Sì	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	2,1* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	4* €/Kg	0,9* €/Kg



# #13 PaperFoam<sup>1998</sup> by PaperFoam

## PaperFoam

**anno:**  
1998

**dove:**  
Paesi Bassi

**sito web:**



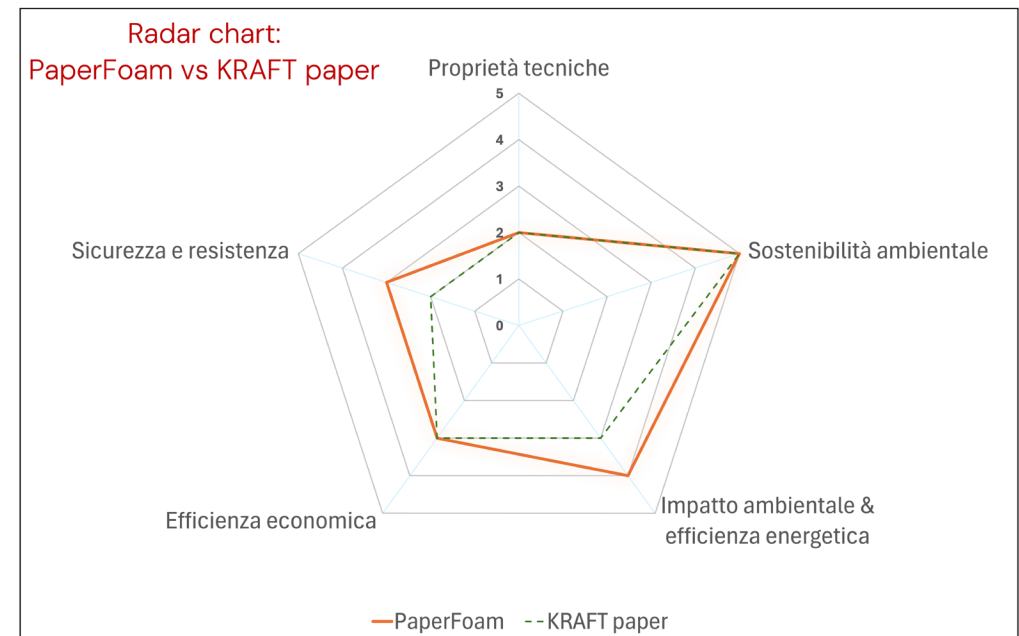
PaperFoam è un materiale ecologico sviluppato dall'omonima azienda con sede a Barneveld, Olanda. La tecnologia di PaperFoam nasce come progetto di ricerca in AVEBE, focalizzandosi sulla produzione di imballaggi tramite stampaggio a iniezione con amido di patate. Nel 1998, PaperFoam è diventata un'entità indipendente, producendo imballaggi per l'elettronica di consumo.

Composto da amido di patate e fibre naturali, è completamente biodegradabile e compostabile. Viene impiegato per inserti protettivi, confezioni per elettronica, cosmetici e alimenti.

A differenza della carta, ha un WVTR più basso, ideale per ambienti umidi o esposti all'acqua (per brevi periodi).



CRITERIO	PaperFoam	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	poco flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	4 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	2* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	5 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	No	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	Sì	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	0,5* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	2,5* €/Kg	0,9* €/Kg



# #14 Paper 2023 by Notpla

## Notpla


**anno:**  
2023

**dove:**  
Regno Unito

**sito web:**

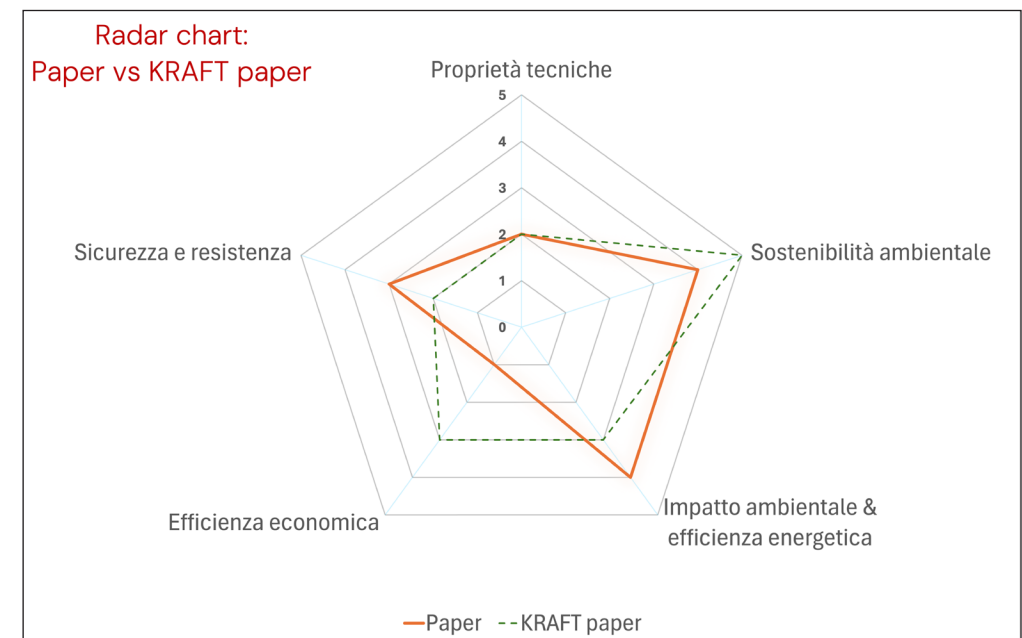


Notpla Paper è un materiale innovativo ideato da Notpla, azienda londinese fondata nel 2014 e nota per alternative sostenibili alla plastica. Realizzato con fibre vegetali e alghe, è interamente biodegradabile e compostabile, concepito per applicazioni nel packaging. Viene utilizzato in scatole per cibo da asporto, bicchieri, cartoni per bevande e imballaggi per piccoli oggetti. Grazie alla sua resistenza e versatilità, è ideale per prodotti freschi o caldi, come insalate, burger e snack, offrendo una soluzione sostenibile per il food delivery senza rivestimenti plastici.

 *Plastic fact:* assorbendo grandi quantità di CO2 durante la crescita, le alghe utilizzate per Notpla Paper contribuiscono a ridurre la quantità di CO2 emessa durante la produzione primaria (più bassa della carta).



CRITERIO	Seaweed paper	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	moder. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	15 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	3* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	5 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	No	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	Sì	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	0,6* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	3,5* €/Kg	0,9* €/Kg



# #15 Algae package 2019 by B'ZEOS

## B'ZEOS


**anno:**  
2019

**dove:**  
Norvegia

**sito web:**

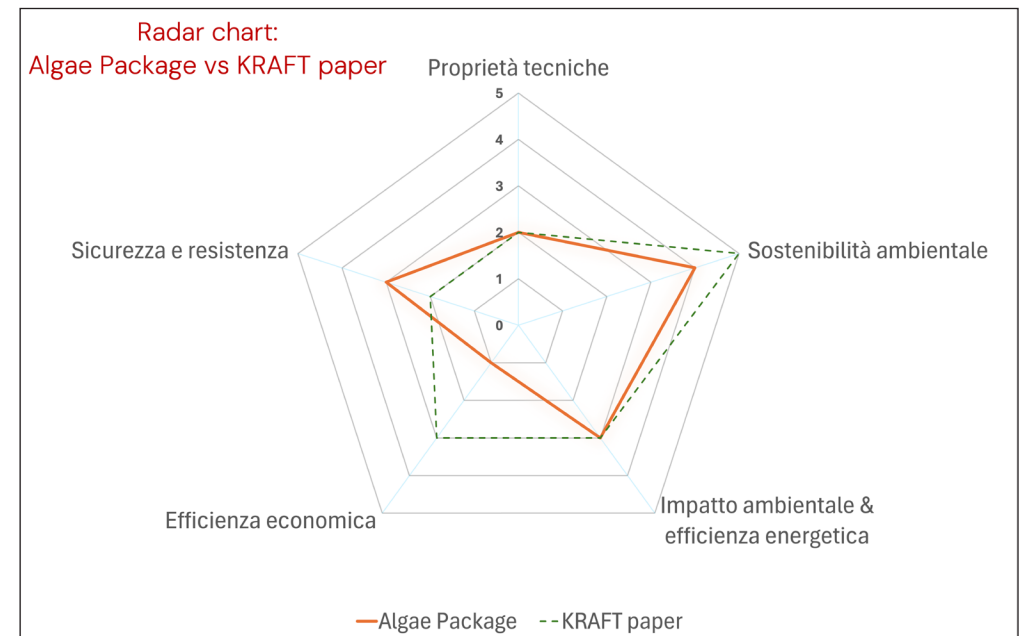


B'ZEOS è un'azienda *green-tech* che sviluppa packaging utilizzando le alghe come materia prima. Fondata nel 2018 a Oslo, l'azienda ha sviluppato un materiale innovativo derivato da estratti di alghe, completamente biodegradabile e compostabile. Questo materiale è impiegato principalmente per imballaggi alimentari, come pellicole flessibili e contenitori monouso (sempre destinati all'uso alimentare).

 *Plastic fact:* le alghe che utilizza B'ZEOS non richiedono terreni agricoli "extra" né acqua dolce per la loro coltivazione, riducendo ulteriormente l'impatto ambientale e contribuendo alla conservazione di preziose risorse come l'acqua.



CRITERIO	Algae package	KRAFT paper
<b>Flessibilità</b>	abbast. flessibile	flessibile
<b>Resistenza alla trazione</b>	25 MPa	65 MPa
<b>Resistenza alla compressione</b>	5* MPa	6 MPa
<b>Allungamento a rottura</b>	5 %	4 %
<b>Termosaldabilità</b>	No	No
<b>Compatibilità con coating</b>	Sì	Sì
<b>Biodegradabilità</b>	Sì	Sì
<b>Riciclabilità</b>	No	Sì
<b>Emissioni produzione primaria</b>	0,5* KgCO2/KG	1,1* KgCO2/KG
<b>Costo del materiale al Kg</b>	4* €/Kg	0,9* €/Kg



## 5.3 Resoconto finale: classifica dei materiali selezionati

Per concludere la fase di schedatura dei casi studio, ritengo importante adottare una prospettiva più ampia rispetto al semplice confronto tra i singoli materiali e la carta di tipo KRAFT. Se organizzassimo i 15 materiali schedati in una classifica basata sul punteggio totale ottenuto sui ventitré criteri considerati, il primo posto sarebbe occupato dal PEF, seguito da materiali come l'm Green PE e Mater-Bi. Questi materiali si dimostrano particolarmente validi nel confronto con la carta KRAFT, tanto che in certe applicazioni la potrebbero sostituire se già non l'hanno fatto.

Tuttavia, è fondamentale **interpretare con cautela i risultati forniti dall'IPS**. Questo strumento tende a privilegiare materiali che raggiungono una performance equilibrata nelle diverse macro-sezioni di analisi, penalizzando invece quelli che, pur essendo ambientalmente più sostenibili della carta KRAFT, presentano alcune debolezze a livello prestazionale.

Ciò sottolinea l'importanza di **considerare i risultati dell'IPS come una base di partenza** e di affiancare a essi ulteriori valutazioni qualitative e quantitative per ottenere una visione più completa e strategica.

Per una questione di correttezza analitica, nelle pagine a seguire verranno elencati i **7 migliori materiali in ogni macro-sezione valutativa**. La classifica sarà in ordine decrescente partendo dal "migliore".

- I. Proprietà tecniche: (1) NatureFlex, (2) Mater-bi, (3) PEF, (4) ecovio, (5) Solanyl, (6) BioPBS, (7) Nodax PHA.

	MATERIALE IN ANALISI	Somma punteggi macro sezione "Proprietà tecniche"
1	Ecovio	32
2	Mater-bi	31
3	PEF (polyethylene furanoate)	30
4	Ecovio	28
5	Solanyl	28
6	BioPBS	27
7	Nodax PHA	26
	KRAFT Paper	18

- II. Sostenibilità ambientale: (1) PEF, (2) Paperfoam, (3) NatureFlex, (4) Nodax PHA, (5) BioPBS, (6) Mater-bi, (7) ecovio.

	MATERIALE IN ANALISI	Somma punteggi macro sezione "Sostenibilità ambientale"
1	PEF (polyethylene furanoate)	16
2	PaperFoam	16
3	NatureFlex	13
4	Nodax PHA	13
5	BioPBS	13
6	Mater-bi	12
7	Ecovio	12
	KRAFT Paper	16

III. **Impatto ed efficienza energetica:** (1) Paperfoam, (2) MycoComposite, (3) Paper, (4) PEF, (5) Mater-bi, (6) ecovio, (7) NatureFlex.

	MATERIALE IN ANALISI	Somma punteggi macro sezione "Impatto ed efficienza energetica"
1	PaperFoam	17
2	MycoComposite	15
3	Seaweed Paper	18
4	PEF (polyethylene furanoate)	14
5	Mater-bi	12
6	Ecovio	12
7	NatureFlex	11
	KRAFT Paper	12

IV. **Efficienza economica:** (1) PaperFoam, (2) Mater-bi, (3) I'm Green PE, (4) MycoComposite, (5) PEF, (6) ecovio, (7) NatureFlex.

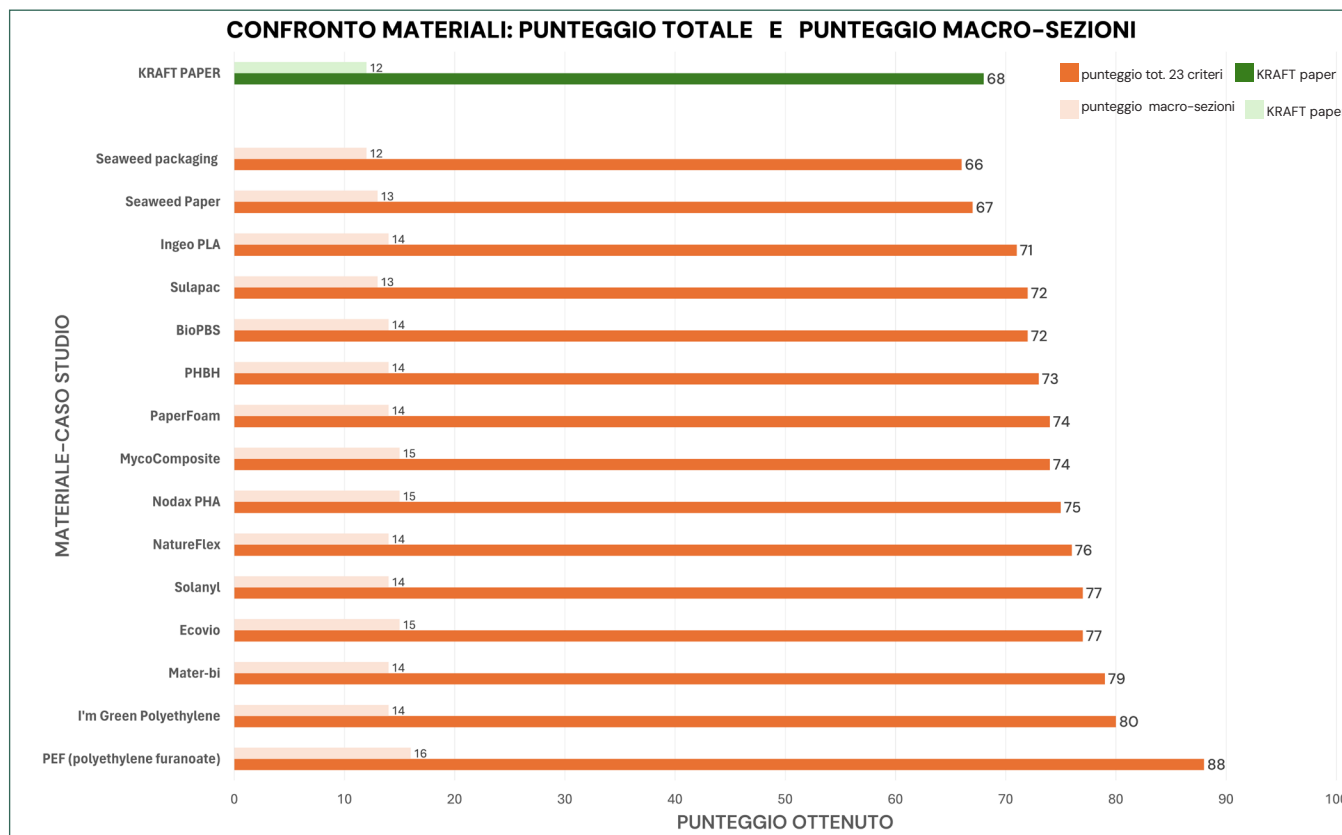
	MATERIALE IN ANALISI	Somma punteggi macro sezione "Efficienza economica"
1	PaperFoam	10
2	Mater-bi	9
3	I'm Green Polyethylene	9
4	MycoComposite	8
5	PEF (polyethylene furanoate)	7
6	Ecovio	6
7	NatureFlex	5
	KRAFT Paper	9

V. **Sicurezza e resistenza:** (1) PEF, (2) I'm Green PE, (3) Nodax PHA, (4) ecovio, (5) MycoComposite, (6) Solanyl, (7) PHBH.

	MATERIALE IN ANALISI	Somma punteggi macro sezione "Sicurezza e resistenza"
1	PEF (polyethylene furanoate)	21
2	I'm Green Polyethylene	21
3	Nodax PHA	20
4	Ecovio	19
5	MycoComposite	19
6	Solanyl	19
7	PHBH	18
	KRAFT Paper	14

È interessante osservare, dalle classifiche precedenti, come materiali a base di alghe e micelio, come **PaperFoam**, **Paper** e **MycoComposite**, pur non occupando le prime posizioni nella classifica complessiva, riescano comunque a **distinguersi per eccellenza in alcune macro-sezioni specifiche**, dove dimostrano un notevole potenziale in ambiti di applicazione mirati. In determinati contesti, infatti, questi materiali riescono a posizionarsi tra i primi sette, evidenziando prestazioni rilevanti e competitive in aspetti particolari del loro profilo.

Di seguito è riportato il **grafico comparativo generale**, che fornisce una panoramica completa dei materiali analizzati nell'ambito di questa ricerca, ordinati in base al punteggio totale ottenuto, in ordine decrescente. Nella parte superiore del grafico è collocata anche la carta KRAFT, per avere un termine di paragone mentre si visualizzano i risultati.



Dall'analisi del grafico e delle cinque classifiche relative alle macro-sezioni, emerge chiaramente che un materiale si distingue nettamente dagli altri: il **PEF** (polietilene furanoato), con un **punteggio totale** dei ventitré criteri pari a **88**. Questo materiale si è rivelato il migliore in termini di prestazioni complessive grazie alla sua combinazione di sostenibilità, efficienza tecnica e sicurezza.

Dal punto di vista ambientale, il PEF è un materiale riciclabile al 100% e derivato da risorse naturali, grazie all'impiego di zuccheri vegetali convertiti attraverso tecnologie innovative come **YXY** di **Avantium**. Questo processo utilizza risorse rinnovabili, riducendo l'impiego di combustibili fossili e garantendo un'impronta di carbonio inferiore rispetto a materiali convenzionali come il PET. Il PEF si distingue non solo per la sostenibilità ambientale, ma anche per straordinarie proprietà tecniche. Tra queste spicca la sua **eccezionale capacità di fungere da barriera** sia all'ossigeno che al vapore acqueo, garantendo prestazioni superiori nella conservazione e protezione dei prodotti (*shelf life del prodotto*). Inoltre, è compatibile con le infrastrutture di riciclaggio esistenti, facilitando la sua integrazione nei sistemi attuali senza richiedere significativi investimenti in nuove tecnologie. La possibilità di **non dover modificare asset** per il riciclaggio di questo materiale – o comunque effettuare piccole modifiche – rappresenta un notevole valore aggiunto.



Mettendo a confronto i quindici materiali-caso studio con la carta KRAFT, è evidente come non tutti forniscano la stessa "overall quality". Come deducibile dai paragoni presenti, molti materiali sarebbero ideali sotto certi aspetti ma inadatti sotto altri. Per esempio, sostituire parte dei packaging realizzati con la carta con il micelio, **ad oggi**, è irrealizzabile: questo materiale, come quasi tutte le alternative affrontate in questa tesi, costa molto di più e richiede ingenti investimenti. Le infrastrutture per la produzione andrebbero in parte cambiate e quelle dedicate al riciclo rivisitate (*il micelio non è riciclabile, ma solo compostabile*). Inoltre, un ostacolo è **la complessità della sua coltivazione e trasformazione** su larga scala. Rispetto alla carta KRAFT, che beneficia di una **filiera industriale consolidata**, il micelio richiede maggiore controllo ambientale durante la crescita e nella standardizzazione delle sue proprietà meccaniche, traducendosi in costi produttivi elevati e una competitività minore rispetto a materiali tradizionali.

Dal momento che la principale debolezza della carta KRAFT è la sua limitata capacità di fungere da barriera a ossigeno e vapore acqueo, fattori critici per la conservazione di prodotti farmaceutici, elettronici, alimenti e bevande, il **PEF** emerge come una **soluzione più performante**. Questo polimero bio-based eccelle

nelle proprietà di barriera intrinseche, **superando qualsiasi miglioramento ottenibile con rivestimenti aggiuntivi** sulla carta KRAFT.

Non si tratta solo di proprietà tecniche: anche gli aspetti economici sono cruciali. Il costo della carta KRAFT, unito alla semplicità delle infrastrutture di produzione e riciclo, la rende una scelta economica per packaging a breve termine o con minori esigenze. Al contrario, il PEF, pur essendo inizialmente più costoso, rappresenta **un investimento sostenibile** grazie alla compatibilità con infrastrutture di riciclo esistenti e alla riduzione del materiale necessario. Tuttavia i *sunk costs*, ossia investimenti già sostenuti, spesso frenano l'innovazione spingendo le aziende a mantenere vecchi modelli invece di cogliere nuove opportunità.

In conclusione, il confronto tra PEF e carta KRAFT mostra come questi materiali siano destinati a settori con esigenze e priorità diverse. Mentre la carta KRAFT è una scelta consolidata per applicazioni economiche e a basso impatto tecnologico, il PEF rappresenta un passo avanti per **settori che richiedono alte prestazioni tecniche**, sostenibilità avanzata e un ciclo di vita prolungato. Inoltre, il PEF potrebbe presto sostituire plastiche come il PET grazie alle sue proprietà e alla **compatibilità con le infrastrutture di riciclo esistenti**.

## 5.4 Riflessioni sull'impiego dell'IPS: aspetti positivi

Concludendo posso affermare che l'IPS rappresenta uno strumento interessante per supportare le decisioni nel settore degli imballaggi sostenibili. Questo sistema, basato su un "semplice" foglio Excel, raccoglie e organizza **informazioni** utili sui materiali, rendendole **accessibili** per analisi preliminari. Tuttavia, come ogni strumento, presenta **punti di forza e limiti** che meritano di essere evidenziati per un uso consapevole ed efficace.

Uno dei principali punti di forza dell'IPS è la sua **immediatezza e praticità**. La struttura a tabella consente di consultare e confrontare rapidamente i dati relativi ai materiali, fornendo un quadro chiaro delle principali caratteristiche. Si inserisce un dato e si leggono i risultati, in modo lineare. In particolare, è adatto a chi opera nel settore degli imballaggi, grazie alla selezione mirata di parametri chiave (i ventitré criteri) che rispondono alle esigenze specifiche. Accedere in un **unico documento** a informazioni sintetiche e rilevanti sui materiali rappresenta **un vantaggio in termini di tempo e semplicità operativa**. Le aziende con risorse aggiuntive, come banche dati interne o portali settoriali, possono sfruttare al massimo le potenzialità dell'IPS, che diventa un **efficace strumento complementare per processi complessi e supporto analitico**.

### 5.4.1 Riflessioni sull'impiego dell'IPS: aspetti negativi

Nonostante i suoi punti di forza, l'IPS presenta alcune limitazioni significative. Innanzitutto, il sistema è attualmente **focalizzato esclusivamente sui materiali per gli imballaggi**. Questa specializzazione, se da un lato ne costituisce un vantaggio per chi opera in questo settore, dall'altro ne limita fortemente l'applicabilità ad altri contesti produttivi. La **mancanza di una visione trasversale** dei materiali rende il sistema meno utile per aziende che necessitano di valutazioni più ampie o per coloro che operano in settori diversi.

Durante l'utilizzo, sono emerse altre limitazioni, soprattutto riguardo alla **disponibilità e al reperimento di dati specifici**. Tra le principali difficoltà, spicca l'accesso ai dati sull'*impatto e l'efficienza energetica*. Questi parametri, cruciali per valutazioni approfondite, sono spesso frammentati, difficili da ottenere o **non sempre coincidenti** tra diverse fonti, richiedendo uno sforzo notevole per integrare le informazioni mancanti. Questo rappresenta un limite per chi si avvicina all'IPS, pur non coinvolgendolo direttamente.

Infine, l'IPS non offre strumenti avanzati per personalizzare analisi o simulare scenari complessi. Le sue capacità forniscono una panoramica generale, senza confronti approfonditi tra materiali, ma questa **semplicità può essere un punto di forza**: fa solo ciò per cui è concepito.

## 5.5 IPS: adattarsi ed evolvere

Nel panorama di un settore in *rapidissima* evoluzione l'IPS si distingue come un sistema **versatile e intuitivo**. Ideato per supportare aziende come Offmar nella transizione verso modelli più responsabili, è tuttavia **adattabile a futuri scenari di innovazione**. Pensato come uno strumento aperto, l'indice non è un database chiuso, ma è stato ideato come una piattaforma in continua evoluzione, progettata per accogliere nuovi materiali e criteri di valutazione man mano che emergono soluzioni più innovative. Ciò lo renderebbe uno strumento sempre attuale, capace di adattarsi alle nuove tendenze e alle esigenze normative di un mercato sotto costante trasformazione.

Ho concepito questo strumento pensando ai progettisti che, come me, possono usarlo per semplificare processi chiave del design, come scegliere i materiali o trovare il giusto compromesso economico per prototipi e modelli finali. È uno strumento intuitivo che non richiede grandi sforzi, se non per la raccolta dei dati. Tuttavia, come accennato in precedenza, grazie a banche dati aggiornate o all'accesso a piattaforme specifiche questo aspetto non rappresenta più un ostacolo significativo. La possibilità di avere su un unico supporto tutti i materiali catalogati, ordinati per punteggio e facilmente confrontabili tra loro è un

vantaggio notevole che non va sottovalutato. Guardando al futuro questo sistema può evolversi ulteriormente attraverso diverse modalità:

- I. Lo sviluppo di una piattaforma digitale interattiva renderebbe l'IPS più accessibile e facilmente aggiornabile, permettendo di condividere dati e best practice in tempo reale.
- II. L'ampliamento dei parametri valutativi come il consumo idrico, il carbon footprint lungo il ciclo di vita o il peso del materiale, potrebbe rendere il sistema più completo.
- III. Infine, l'IPS potrebbe stimolare collaborazioni interdisciplinari tra designer, produttori di materiali e istituzioni, promuovendo un ecosistema innovativo e condiviso per lo sviluppo sostenibile, un sistema open source accessibile a tutti.

Questo indice è nato per esigenze specifiche nella ricerca di alternative ai materiali, ma grazie alla sua architettura può essere effettivamente replicato e adattato ad altri contesti, offrendo nuove opportunità per ottimizzare processi e soluzioni progettuali.



# *Considerazioni finali*

Scrivendo la conclusione di questa tesi volevo riflettere su quanto è stato esplorato e appreso durante questo breve percorso. Il settore analizzato è in continuo sviluppo e, con questo progetto, ho compreso che per fare la differenza c'è bisogno di un impegno collettivo. Non bastano materiali più sostenibili, abitudini di consumo più responsabili, aziende più attente al Pianeta a fare la differenza, ma serve una vera e propria rivoluzione culturale. Qualcosa che coinvolga ognuno di noi, che ci faccia ripensare il modo in cui produciamo, consumiamo e gestiamo le risorse del nostro mondo.

Dal mio punto di vista, quello di un ragazzo che abita a Torino, una città sempre più favorevole al cambiamento, Capitale dell'Innovazione Europea e culla della Cultura d'Impresa, posso dire che si percepisce un certo fermento nell'aria. Mi accorgo sempre di più che tra noi giovani c'è una maggiore consapevolezza delle nostre azioni; c'è sempre una parte di noi, che riflette sulle decisioni prese e sulle loro conseguenze.

*Quante volte quella vaschetta da gastronomia è stato più comodo buttarla nell'indifferenziata anziché sciacquarla e gettarla nella plastica? Quanti scontrini sono finiti nel bidone sbagliato? E quante volte ci siamo chiesti se un prodotto fosse davvero necessario prima di comprarlo?*

Queste domande, spero ci ricordino quanto sia importante agire con maggiore responsabilità e riflettere più a fondo sul peso delle nostre abitudini quotidiane, perché come tutti ben predicano, è dalle piccole cose che si creano progetti ambiziosi...

Porto a termine questa tesi con l'auspicio che le riflessioni e gli strumenti esplorati possano ispirare anche piccoli cambiamenti ma che siano concreti, critici e responsabili.

# BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1 C. GERMAK, C. DE GIORGI, C. ALLIONE, B. LERMA, L. PETRUCCELLI, E. BUIATTI, *Sustainable Packaging ? Packaging sostenibile? Metodo multicriteria di valutazione del packaging alimentare* Poliedro – Pollenzo Index environmental and economics design, Allemandi, Torino 2013, p.14.
- 2 OUR WORLD IN DATA – <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
- 3 PRO FOOD – <https://profooditalia.it/data/>
- 4 PLASTICS EUROPE – <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>
- 5 PLASTICS EUROPE – <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>
- 6 J. E. MARK, *Polymer Data Handbook*, Oxford University Press, Oxford 1999.
- 7 T. O. J. KRESSER, *Polietilene – Manuali delle materie plastiche*, Aldo Martello Editore, Milano 1961, p. 226
- 8 J. E. MARK, *Polymer Data Handbook*, Oxford University Press, Oxford 1999, p. 558
- 9 P. BERGAMASCO, V. CROCI a cura di A. COLONETTI, *design in Italia (l'esperienza del quotidiano)*, Giunti Editore, 2010, p. 188
- 10 J. E. MARK, *Polymer Data Handbook*, Oxford University Press, Oxford 1999, p. 829
- 11 J. E. MARK, *Polymer Data Handbook*, Oxford University Press, Oxford 1999, p. 829
- 12 C. GERMAK, C. DE GIORGI, C. ALLIONE, B. LERMA, L. PETRUCCELLI, E. BUIATTI, *Sustainable Packaging ? Packaging sostenibile? Metodo multicriteria di valutazione del packaging alimentare* Poliedro – Pollenzo Index environmental and economics design, Allemandi, Torino 2013, p.12.
- 13 Statista – <https://www.statista.com/statistics/271601/packaging-materials-in-the-global-packaging-market/>
- 14 Statista – <https://www.statista.com/statistics/271601/packaging-materials-in-the-global-packaging-market/>
- 15 UPS – [UPS\\_SMARTECOMMERCE\\_REPORT\\_2021.PDF](#)
- 16 C. GERMAK, C. DE GIORGI, C. ALLIONE, B. LERMA, L. PETRUCCELLI, E. BUIATTI, *Sustainable Packaging ? Packaging sostenibile? Metodo multicriteria di valutazione del packaging alimentare* Poliedro – Pollenzo Index environmental and economics design, Allemandi, Torino 2013, p.69
- 17 CONAI Sustainability Report 2023
- 18 COMIECO – [comieco.org](http://comieco.org)
- 19 COMUNI VIRTUOSI – <https://comunivirtuosi.org/imbballaggi-poliaccoppiato-le-due-tre-cose-sapere-riciclo/poliaccoppiato-le-due-tre-cose-sapere-riciclo/>
- 20 MEYERS – <https://meyers.com/sustainability/>
- 21 BAIN & COMPANY – <https://www.bain.com>

- 22 BAIN & COMPANY – <https://www.bain.com/insights/>
- 23 BAIN & COMPANY – <https://www.bain.com/insights/>
- 24 ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – <https://www.ellenmacarthurfoundation.>
- 25 ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – <https://www.ellenmacarthurfoundation.>
- 26 F. MONTAGNA M. CANTAMESSA – *Management of Innovation and Product Development: Integrating Business and Technological Perspectives*, Springer-Verlag London Ltd, Italia, 2015.
- 27 EUROPEAN BIOPLASTICS – <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>
- 28 EUROPEAN BIOPLASTICS – <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>
- 29 MASSIMO RIBOLDI – <https://www.massimo-riboldi.it>
- 30 EUROPE BIOPLASTICS – [EuBP\\_FS\\_What\\_are\\_bioplastics.pdf](#)
- 31 TETRA PAK – <https://www.tetrapak.com/campaigns/go-nature-go-carton/sustainable-solutions/packaging/biodiversity>
- 32 NOVAMONT – [https://www.novamont.com/leggi\\_news.php?id\\_news=257](https://www.novamont.com/leggi_news.php?id_news=257)
- 33 NATUREWORKS – <https://www.natureworksllc.com/applications/food-and-beverage-packaging>
- 34 DANIMER SCIENTIFIC – <https://danimerscientific.com/2019/01/15/nestle-and-danimer-scientific-to-develop-biodegradable-water-bottle/>
- 35 UMWELT MAGAZIN – *Special Report 10/2011*
- 36 UMWELT MAGAZIN – *Special Report 10/2011*
- 37 PACKAGING EUROPE – <https://packagingeurope.com>
- 38 NOTPLA – <https://www.notpla.com/impact>
- 39 ALGAEPLANET – <https://algaepplanet.com/notpla-replacing-plastics-with-seaweed/>
- 40 WIKIPEDIA – <https://en.wikipedia.org/wiki/Algin>
- 41 H. Eynard, E. Beaumont, *La foresta*, LARUS, Bergamo, 2003, p.38
- 42 PEVGROW – <https://pevgrow.com/blog/it/cose-il-micelio/>
- 43 ECOVATIVE DESIGN – <https://mushroompackaging.com/pages/about>
- 44 ECOVATIVE DESIGN – <https://mushroompackaging.com/pages/about>
- 45 PLASTICPOLLUTIONCOALITION – <https://www.plasticpollutioncoalition.org/blog/2020/1/13/the-groundbreaking-mycelium-growth-behind-ecovative-design>
- 46 PLANET FORWARD – <https://planetforward.org/story/packaging-mycelium/>
- 47 TRECCANI DIZIONARIO – <https://www.treccani.it/vocabolario/ricerca/bagassa/>
- 48 BUSINESSWASTE – <https://www.businesswaste.co.uk/sectors/agricultural-waste-management/agricultural-waste-facts/>
- 49 ENVOPAP – <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=envopap&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
- 50 ENVOPAP – <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=envopap&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
- 51 N. L. CRISTOFOLI, A.R. LIMA, R. TCHONKOUANG, A. QUINTINO, M.C. VIEIRA, *Advances in the Food Packaging Production from Agri-Food Waste and By-Products: Market Trends for a Sustainable Development*, Universidade do Algarve Portugal, Dario Donno, 2023
- 52 N. L. CRISTOFOLI, A.R. LIMA, R. TCHONKOUANG, A. QUINTINO, M.C. VIEIRA, *Advances in the Food Packaging Production from Agri-Food Waste and By-Products: Market Trends for a Sustainable Development*, Universidade do Algarve Portugal, Dario Donno, 2023
- 53 BIORAFFINERIE IN ITALIA – <https://www.greenlifeblog.>
- 54 APPUNTI ED ELABORAZIONI DEL PROFESSOR A. TONINI – <https://www.andytonini.com>
- 55 THE GLOBAL PARTNERS FOR PLASTICS CIRCULARITY – <https://plasticscircularity.org/?resources=chemical-recycling-technologies>
- 56 COS'È IL RICICLO CHIMICO? – <https://www.youtube.com/watch?v=NKHmTHAZywc>
- 57 RECYCLING PRODUCT NEWS – <https://www.recyclingproductnews.com/article/37211/artificially-intelligent-robotic-sorters-are-the-future-of-data-driven-recycling>
- 58 CIRCULAR TECHNOLOGY – <https://circular-technology.com/en/ai-enabled-robots-enhance-waste-sortation-at-california-material-recovery-facility/>
- 59 PACKAGING INSIGHTS – <https://www.packaginginsights.com/news/recycleye-lands-us17m-for-ai-powered-waste-sorting-robot-developments.html>
- 60 <https://wavebag.it>
- 61 <https://www.offmar.it>
- 62 <https://www.offmar.it/azienda/#mission>
- 63 <https://wavebag.it/#products>
- 64 [materialdistrict.com](https://materialdistrict.com)
- 65 [greenbiz.com](https://greenbiz.com)
- 66 <https://matweb.com/search/MaterialGroupSearch.aspx>
- 67 <https://www.dezeen.com/design/>
- 68 FOOD MAGAZINE – *Top 10 PACKAGING TRENDS 2023*

Con questa pagina finale desidero esprimere la mia gratitudine alla professoressa Doriana Dal Palù per avermi guidato con pazienza e professionalità durante questo lungo percorso. Un ringraziamento speciale va anche al professor Giulio Malucelli, che mi ha supportato nella fase più complessa e delicata della schedatura, permettendomi un confronto professionale e formativo.

Ringrazio inoltre tutto il team di Wavebag per avermi offerto l'opportunità di approfondire questo argomento, con un pensiero particolare a Virginia per la disponibilità e l'entusiasmo dimostrati.

Infine, un sincero grazie a Margherita, Alessandra, Riccardo e Nicolò per il costante sostegno e incoraggiamento, che mi hanno accompagnato in ogni momento di questa esperienza.

Grazie di cuore a tutti.



