

GRUPPO DI LAVORO 4
“Catene di valore sostenibili
e circolari”

**L'economia circolare nelle
filiere industriali: il caso Plastiche**

Rapporto di filiera
Edizione 2021





RAPPORTO DI FILIERA 2021

L'economia circolare nelle filiere industriali: il caso Plastiche
DOI 10.12910/DOC2021-004

GRUPPO DI REDAZIONE

Curatori

Gabriella Fiorentino, Rovena Preka - ENEA

Carlo Ciotti - PVC Forum

Antonio Protopapa - COREPLA

Autori

Antonio Protopapa - COREPLA

Rovena Preka, Gabriella Fiorentino, Daniela Cuna, Valerio Miceli, Massimo Puzone,

Riccardo Tuffi - ENEA

Carlo Ciotti - PVC Forum

Alberto Fragapane - Novamont

Piergiorgio Rosso - Movimento Legge Rifiuti Zero

Andrea La Piccirella - ENI Versalis

**Flaviano Celaschi, Clara Giardina, Ludovica Rosato - Alma Mater Studiorum Università di
Bologna**

Massimo Aiello - ACEA Ambiente

Nico Fontana - Montecolino

Mattia Galipo' - Utilitalia

Marco Piana - AIPE

Alessio Ferluga - Materialscan

Rita Sofi - CNA

Contenuti

Executive summary	5
Introduzione	9
1 L'industria delle materie plastiche in Italia	11
2 Quadro legislativo	15
2.1 Normativa Comunitaria	15
2.2 Normativa Nazionale	18
3 Tipologie di plastiche rappresentate in ICESP	23
3.1 Polietilene	23
3.2 Polipropilene	23
3.3 Polimeri stirenici	23
3.4 Elastomeri	24
3.5 Polivinilcloruro PVC	24
3.6 Bioplastiche	25
4 Le Plastiche e l'Economia Circolare: azioni e priorità	29
4.1 L'Economia circolare ed il ruolo delle plastiche	29
4.2 Prevenzione dei rifiuti	31
4.3 Progettazione ed eco-design	31
4.4 La raccolta dei rifiuti in plastica in Italia	34
4.4.1 <i>ISPRA: riciclo degli imballaggi dal Rapporto sui Rifiuti Urbani//2020</i>	34
4.4.2 <i>IPPR: analisi quantitativa 2019 materie plastiche riciclate utilizzate in Italia</i>	35
4.5 La raccolta organizzata dei rifiuti in plastica	37
4.5.1 <i>La raccolta degli imballaggi</i>	38
4.5.2 <i>La raccolta dei RAEE in Europa ed in Italia</i>	40
4.5.3 <i>L'impegno volontario della filiera del PVC</i>	40
5 Tecnologie per il riciclo delle materie plastiche	43
5.1 Il riciclo meccanico - tecnologie per la valorizzazione dei rifiuti plastici	45
5.1.1 <i>Polivinilcloruro (PVC)</i>	47

5.1.2	<i>Polistirene espanso (EPS)</i>	52
5.1.3	<i>RAEE - produzione di filo per la stampa 3D</i>	55
5.2	Riciclo termo meccanico	58
5.3	Riciclo chimico di rifiuti plastici	60
5.4	Riciclo organico degli imballaggi compostabili	66
5.5	Recupero energetico	67
6	La demolizione selettiva delle costruzioni per il riciclo delle plastiche	70
6.1	Il settore delle costruzioni e l'economia circolare	70
6.2	Le plastiche nelle costruzioni	71
6.3	La Circular Plastic Alliance ed il B&C Working Group	72
6.4	Promozione e regole della demolizione selettiva	73
7	Gli imballaggi in plastica	76
7.1	Il contributo ambientale come leva di prevenzione	76
7.2	Imballaggi in plastica immessi al consumo	77
7.3	Prevenzione ed eco-design degli imballaggi in plastica	78
8	Bioplastiche biodegradabili e compostabili	82
9	Le Buone Pratiche (BP) sulle plastiche presenti in ICESP e ECESP	87
9.1	BP italiane in ICESP e ECESP	87
10	Alcuni esempi di buone pratiche di comunicazione sul riciclo delle plastiche	92
11	Bibliografia	93

Executive summary

Le plastiche rappresentano un importante materiale nella nostra economia e nel nostro modo di vivere. Nell'ambito dell'industria delle materie plastiche, in Europa, l'Italia è seconda per dimensione solo alla Germania, e presenta punte di eccellenza mondiale nel campo delle macchine, nel riciclo, in alcune tecnologie produttive e nelle bioplastiche. In Italia la produzione dei rifiuti in plastica ammonta intorno ai 4,8 milioni di tonnellate. Di queste oltre il 42% viene riciclato, il resto viene o termovalorizzato/incenerito (35%) oppure inviato in discarica (23%). È evidente che, pur presentando percentuali di riciclo soddisfacenti, l'Italia ha bisogno di un grande piano industriale e infrastrutturale per affrontare il problema delle ingenti quantità di rifiuti in plastica che oggi sono sottratte ai percorsi virtuosi dell'economia circolare.

Il presente documento nasce nell'ambito della Piattaforma Italiana degli Stakeholder sull'Economia Circolare (ICESP) e mira a colmare questa lacuna, identificando criticità normative e tecniche del settore, definendo le azioni strategiche da implementare lungo tutta la catena del valore, nel breve, medio e lungo periodo, oltre che a mappare e diffondere le buone pratiche ed i casi di successo relativi alla chiusura dei cicli nella filiera della plastica in Italia. Il rapporto di filiera non si propone di essere esaustivo di tutto il settore della plastica, ma si limita ad approfondire gli aspetti legati alle aree di intervento dei membri della piattaforma ICESP.

La prima parte del documento fornisce una panoramica del quadro legislativo, introducendo la normativa comunitaria e quella nazionale degli ambiti in cui la plastica è coinvolta, compresa la recente Direttiva sulle plastiche monouso (SUP Directive). Segue una descrizione sintetica di polietilene, polipropilene, polimeri stirenici, elastomeri, polivinilcloruro (PVC) e bioplastiche, in quanto tipologie di plastiche rappresentate in ICESP.

Dall'analisi condotta, emerge che in un'ottica di economia circolare, una volta che un prodotto in plastica ha terminato la sua funzione, i materiali che lo costituiscono vengono reintrodotti nel ciclo produttivo, generando ulteriore valore attraverso:

- *il recupero come materia prima (feedstock) per altri settori produttivi*
- *il riciclo nella stessa o in altre applicazioni*
- *il recupero delle bioplastiche biodegradabili e compostabili sotto forma di compost, come ammendante organico utile per la fertilizzazione del suolo*

Quando queste tre strade non sono percorribili, si può considerare anche il recupero dell'energia (termica e/o elettrica) ancora disponibile ed utilizzabile presente nei rifiuti, attraverso un attento esame di costi e benefici (soprattutto ambientali).

L'analisi proposta ha seguito la logica della gerarchia dei rifiuti su cui sono basati la normativa europea sui rifiuti ed il pacchetto per l'economia circolare. Sono state approfondite le varie fasi del ciclo di vita, come segue:

- *Prevenzione dei rifiuti*

La plastica può divenire un rifiuto in breve termine o dopo molti anni. L'obsolescenza in molti casi è veloce ma, ad oggi, solo una parte della plastica viene riciclata e pochissima subisce processi di riciclo in Unione Europea attraverso pratiche e standard di tutela ambientale sostenibili. È quindi indispensabile focalizzare l'attenzione sulla prevenzione, in modo da modificare le abitudini di consumo dei cittadini, ma anche ridurre gli impatti ambientali derivanti dalle operazioni di riciclaggio di questo materiale. L'Agenzia Europea per l'Ambiente ha identificato una serie di misure in grado di prevenire la produzione di rifiuti che riguardano sia la fase di produzione dei prodotti in plastica sia la fase di consumo.

- *Progettazione ed eco-design*

L'eco-design consiste nello sviluppare soluzioni nuove e integrate volte al miglioramento dell'efficienza per un'ottimizzazione delle risorse lungo il ciclo di vita e della riciclabilità dei manufatti, in modo che siano più durevoli, riparabili, più facilmente disassemblabili e agevolmente separabili nelle parti e componenti, e infine siano più facilmente riciclabili. In particolare, è importante il ruolo della progettazione nel settore del packaging plastico, in quanto consente di riprogettare i prodotti in un'ottica di circolarità e sostenibilità ambientale, dalla riduzione del numero di materiali alla possibilità di semplificare e disassemblare per facilitarne il riciclo. Per quanto riguarda la progettazione con la materia prima seconda, è fondamentale caratterizzare un materiale e trovare la sua applicazione in un mercato, in quanto le plastiche sono una famiglia di materiali eterogenea le cui proprietà superficiali, meccaniche e fisiche non sono vincoli ma variabili del progetto da definire. Se invece la scelta del materiale avviene in parallelo alla definizione della tecnologia di produzione, parliamo di progettazione ed uso delle plastiche riciclate con la produzione additiva.

- *Raccolta dei rifiuti in plastica*

L'organizzazione della raccolta dei rifiuti è il primo passo in qualsiasi processo di gestione dei rifiuti e riveste un ruolo fondamentale, poiché determina la composizione dei flussi dei rifiuti e, pertanto, la loro idoneità alle operazioni di pre-trattamento a valle, selezione e recupero. A tale riguardo, un tema sicuramente critico è quello degli scarti della selezione effettuata negli impianti di trattamento, flusso che viene identificato con il termine di "plasmix". Il Plasmix è il residuo dei processi di selezione delle plastiche da raccolta differenziata dei rifiuti urbani: in particolare è lo scarto prodotto dai centri di selezione secondaria (CSS) ed è costituito da (i) frazioni estranee che non sono riconducibili agli imballaggi in plastica (derivanti prevalentemente da errori commessi nell'attività di separazione dei rifiuti da parte dei cittadini), (ii) imballaggi non riciclabili allo stato attuale delle tecnologie e (iii) frazioni estranee (in percentuale trascurabile) presenti a causa di errori di selezione degli impianti che hanno trattato il rifiuto.

Un focus particolare è stato fatto sulla raccolta dei Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE), in quanto una buona percentuale di materiali plastici raccolti in Europa è attribuibile ai RAEE. La gestione di questa frazione è però estremamente complessa a causa delle diverse dimensioni dei rifiuti da trattare (da uno smartphone a un frigorifero), la variabilità dei polimeri impiegati e la presenza di quantità a volte considerevoli di una varietà di additivi diversi, utilizzati per fornire alle plastiche determinate caratteristiche.

- *Riciclo delle plastiche e le relative tecnologie*

L'implementazione sinergica delle diverse tipologie di riciclo, meccanico, fisico e chimico, permettono non solo di valorizzare al massimo tutti i tipi di rifiuti in plastica, ma anche di diminuire la dipendenza dalle fonti tradizionali, in quanto i rifiuti diventano una nuova materia prima.

Ad oggi, la modalità di riciclo largamente predominante è il **riciclo meccanico**, che consiste nel separare le differenti tipologie di plastica al fine di lavorarle meccanicamente, ovvero alterandone solo in minima parte le caratteristiche. Avviare al riciclo significa iniziare a separare le plastiche miste nelle diverse famiglie polimeriche, profondamente differenti l'una dall'altra per natura chimica. Diversi sono gli aspetti critici presentati dall'attuale tecnologia di riciclo meccanico, dalla selezione e degradazione termo-meccanica ai problemi di odore e al contatto con gli alimenti. Il riciclo meccanico dunque necessita di un impulso per migliorare la qualità, che ne limita di fatto l'applicazione ai tassi attuali. Tuttavia, grazie alla sua maggiore semplicità ed economicità, non deve essere abbandonato ma piuttosto considerato complementare alle più sofisticate tecniche di riciclo chimico.

Il riciclo meccanico richiede un elevato grado di efficienza delle tecnologie di separazione dei rifiuti per poter generare dei flussi di materie plastiche omogenei, ognuno dei quali costituito da un unico

polimero. Sfortunatamente questo non sempre corrisponde alla situazione reale, sia a causa della natura stessa dei rifiuti e delle tecnologie di separazione attualmente disponibili, sia a causa di considerazioni sull'opportunità economica di una separazione così spinta. Una valida e promettente alternativa per il trattamento di questi e altri miscugli di rifiuti plastici è rappresentata dalla categoria delle tecnologie di **riciclo chimico**. Questo processo punta a spezzare le lunghe catene molecolari che costituiscono i polimeri per ritornare ai loro componenti base, i monomeri, o ad altri idrocarburi che possano sostituire quelli di origine fossile (la virgin nafta) che sono la materia prima per la produzione dei polimeri. Questo può essere fatto in diversi modi e sono decine le tecnologie in sviluppo a livello mondiale. Il grande vantaggio di riciclare chimicamente i rifiuti in plastica è quello di poter ottenere nuove plastiche identiche a quelle vergini in grado di soddisfare tutte le applicazioni, anche le più complesse come quelle food contact. In questo modo, infatti, si riescono a trattare anche i rifiuti multi-strato, i rifiuti misti non riciclabili meccanicamente e il materiale che, dopo un certo numero di cicli, si è degradato. I principali processi di riciclo chimico sono: la pirolisi; l'idrocracking; la gassificazione, anche associata a reforming; la chemiolisi – glicolisi – metanolisi – ammonolisi, tutti processi di depolimerizzazione che utilizzano particolari reagenti per innescare opportune reazioni chimiche.

Una terza forma di riciclo è il **riciclo organico**, per gli imballaggi realizzati in bioplastica biodegradabile e compostabile. La definizione dei criteri di compostabilità è molto importante, perché materiali non compatibili con il compostaggio (plastiche tradizionali, vetro, materiali contaminati con metalli pesanti, ecc.) diminuiscono la qualità finale del compost fino a renderlo non adatto all'agricoltura e quindi commercialmente non accettabile.

Infine, il **recupero energetico** rappresenta l'attuale soluzione residuale per le frazioni di rifiuti in plastica che non possono essere riciclate in maniera sostenibile. Per queste tipologie di rifiuti, la cui quantità dovrà necessariamente ridursi nel tempo come conseguenza dell'implementazione di tutte le buone pratiche e l'ulteriore miglioramento delle tecnologie precedentemente descritte, il recupero energetico è una soluzione più efficiente, in termini di uso delle risorse, rispetto alla messa in discarica, anche se poco rispondente ai criteri di circolarità. In quest'ottica, il recupero energetico risulta complementare e non in competizione rispetto ai processi di riciclo meccanico e chimico.

La parte finale del documento approfondisce i settori più rilevanti nel recupero delle materie plastiche:

- *Settore delle costruzioni e demolizioni C&D (demolizione selettiva)*

Da una panoramica completa sulla produzione di rifiuti di plastica provenienti dal settore delle costruzioni nell'UE, è evidente che solo una bassa percentuale di tali rifiuti viene inviata a riciclo meccanico, mentre la maggior parte viene destinata al recupero energetico o alla discarica. È stato dimostrato che dalla demolizione di un edificio è possibile ottenere quantità significative di PVC che, se opportunamente raccolto e selezionato, può essere inviato al riciclo invece che allo smaltimento in discarica.

- *Imballaggi in plastica*

L'esistenza stessa di un imballaggio è indissolubilmente legata alle caratteristiche del prodotto a cui è destinato. L'individuazione del migliore imballaggio per uno specifico prodotto è quindi una questione complessa. In una prospettiva di circolarità, un'importante leva di prevenzione si è dimostrata la penalizzazione economica dell'overpacking, cioè la realizzazione di imballaggi sovradimensionati rispetto alle esigenze del prodotto. Nel corso degli anni infatti, le aziende hanno ridotto significativamente il peso di molti imballaggi senza che le prestazioni ne risultino compromesse. Il passo successivo è stato introdurre agevolazioni per alcune tipologie specifiche di imballaggi riutilizzabili, facenti parte di circuiti verificati. L'ultimo e più importante passo è stato

compiuto nel 2018, con l'entrata in vigore della diversificazione contributiva per gli imballaggi in plastica.

L'insieme delle misure tese a limitare l'impatto ambientale della gestione del fine vita degli imballaggi in plastica, passa essenzialmente attraverso le seguenti azioni: 1) la semplificazione dell'imballaggio, attraverso l'eliminazione delle componenti che ostacolano il riciclo del polimero principale, quello costituente il corpo dell'imballaggio; 2) il riutilizzo dell'imballaggio per più cicli di vita, nelle situazioni in cui sia il riutilizzo, sia l'implementazione della logistica inversa per il ritorno degli imballaggi vuoti sono ambientalmente, tecnicamente ed economicamente sostenibili; 3) la realizzazione dell'imballaggio con l'utilizzo di una minor quantità di materia prima, a parità di contenuto e caratteristiche tecniche; 4) la realizzazione di imballaggi primari e secondari che rendano la logistica più efficiente, ad esempio aumentando il numero di confezioni trasportabili sul singolo pallet; 5) il design for recycling o design for circularity, cioè la progettazione *ex novo* di imballaggi che facilitino le operazioni di selezione e riciclo.

- *Bioplastiche*

Le bioplastiche sono presenti da molto tempo nel mercato nazionale e mostrano un trend in crescita negli anni a venire. Non a caso, l'industria italiana rappresenta in questo settore un'eccellenza a livello internazionale con un ruolo importante nell'ambito dell'economia circolare e della bioeconomia. Le bioplastiche possono infatti rappresentare l'esito di un processo di valorizzazione di risorse rinnovabili come rifiuti e scarti dell'agroindustria, possono contribuire a limitare l'impatto ambientale (in termini di prelievo di risorse non rinnovabili e inquinamento) e possono essere a loro volta oggetto di recupero e valorizzazione in cicli chiusi (circolari appunto). Potendo essere smaltite insieme al rifiuto organico, contribuendo ad aumentare la qualità del compost generato dopo lo smaltimento, le bioplastiche compostabili offrono una gestione più semplice dei rifiuti e contemporaneamente una soluzione per la raccolta stessa. Infatti, utilizzando sacchi per la raccolta differenziata, shopper e sacchi frutta e verdura compostabili per la raccolta del rifiuto, è possibile ottimizzare le modalità di raccolta ed aumentarne la quantità e la qualità.

Completa il documento un elenco delle Buone Pratiche relative alla plastica catalogate nelle banche dati di ICESP e della corrispondente piattaforma europea ECESP.

In conclusione, la promozione dei nuovi processi di conversione e riciclo delle plastiche tradizionali e delle bioplastiche biodegradabili, per i settori nei quali rappresentano una reale soluzione, potrebbe quindi essere parte di una strategia nazionale sull'economia circolare, che partendo dal framework europeo - il Green New Deal, la Strategia Farm to Fork, il Circular Economy Action Plan, la Climate Law, la Chemical Strategy, il fondo di ricerca e innovazione Horizon Europe - possa consentire al nostro paese una reale transizione verso un modello di sviluppo sostenibile da un punto di vista economico, sociale e ambientale, nel quale l'Italia possa capitalizzare la propria leadership.

Introduzione

La dispersione e l'accumulo di materie plastiche nell'ambiente è un problema globale, ormai tristemente noto a tutti. La presenza di microparticelle di plastica è stata accertata negli ecosistemi più disparati e in ogni angolo del pianeta, dal Monte Everest alla Fossa delle Marianne fino all'Artico. Di recente scoperta è l'introduzione delle microplastiche nelle catene alimentari, con conseguenze sulla salute degli animali così come sulla salute umana.

Pertanto, d'importanza cruciale per la lotta all'inquinamento diventa l'applicazione dei principi dell'economia circolare alle materie plastiche, con un numero sempre minore di rifiuti prodotti e, al tempo stesso, un numero sempre maggiore di rifiuti plastici recuperati e sottratti alle discariche o all'ambiente.

Questo rapporto relativo alla filiera della plastica nasce nell'ambito della Piattaforma Italiana degli Stakeholder sull'Economia Circolare (ICESP), nata nel 2018 come piattaforma mirror della piattaforma europea ECESP (European Circular Economy Stakeholder Platform), con l'obiettivo di creare un punto di convergenza nazionale sulle iniziative, le esperienze, le criticità, le prospettive che il sistema Italia vuole e può rappresentare in Europa in tema di economia circolare (www.icesp.it). Nel Gruppo di Lavoro "Sistemi di progettazione, produzione, distribuzione e consumo sostenibili e circolari" (GdL4), coordinato da ENEA ed ENEL, la chiusura dei cicli nella catena del valore viene perseguita con un approccio integrato per filiera/settore. Pertanto, le attività del sottogruppo Plastiche, nato nel maggio 2020, sono state finora mirate a promuovere la diffusione delle conoscenze, a mappare le buone pratiche ed i casi di successo relativi alla chiusura dei cicli nella filiera della plastica e ad identificare criticità normative e tecniche del settore, oltre che a definire le azioni strategiche da implementare lungo tutta la catena del valore, nel breve, medio e lungo periodo.

1. L'industria delle materie plastiche in Italia



1 L'industria delle materie plastiche in Italia

L'industria delle materie plastiche in Italia ha una posizione rilevante e non sostituibile nell'ambito del "manifatturiero" italiano. Nella sua totalità (materie prime, trasformazione, macchine e sistemi di produzione, riciclo) occupa più di 150.000 addetti (11% in Europa) e oltre 10.000 imprese, con un fatturato superiore ai 40 miliardi di euro. Per dimensione, in Europa, è seconda solo a quella tedesca e presenta punte di eccellenza mondiale nel campo delle macchine, nel riciclo, in alcune tecnologie produttive, nelle bioplastiche. In Italia, ogni anno, vengono prodotte circa 7 milioni di tonnellate di beni in plastica, con un impiego di materiale riciclato del 10%. Nel 2019 la produzione italiana di manufatti in plastica, legata soprattutto all'andamento generale dell'economia in Italia e in Europa, è scesa del 1,3% rispetto al 2018, nonostante un buon andamento nell'impiego di prodotti riciclati. Per il 2020 si sono fatti sentire gli effetti del COVID-19 con cali stimati attorno al 15%. Fra i settori dell'industria manifatturiera, quella delle materie plastiche presenta i più alti indici di attivazione per la sua capacità di indurre nuovi investimenti e nuova occupazione (ogni 100 euro investiti nelle materie plastiche "producono" direttamente o indirettamente una quota di prodotto interno lordo pari a 240 euro). Tale centralità è riconducibile innanzitutto alla capacità di innovazione, che ha sempre contraddistinto le imprese italiane, multinazionali o di piccole dimensioni.

Le materie plastiche sono state uno dei prodotti dell'industria chimica, che, dal dopoguerra in poi, hanno consentito lo straordinario sviluppo economico e sociale del nostro pianeta, trovando soluzioni alle grandi sfide della crescita demografica, della richiesta di mobilità, di efficienza energetica, della medicina. Le loro peculiari caratteristiche di durabilità e leggerezza, tuttavia, ne fanno un materiale che, quando non gestito adeguatamente nel suo fine vita, e eventualmente disperso nell'ambiente, finisce inevitabilmente in mare, inquinandolo.

In Figura 1 si riporta una suddivisione dell'utilizzo delle materie plastiche nei vari settori.



Figura 1. Distribuzione del mercato della plastica per settori di impiego (fonte: Plastics - The Facts 2019).

Dati aggiornati al 2019 indicano che in Italia la produzione dei rifiuti in plastica sia intorno ai 4,8 milioni di tonnellate. Di queste oltre il 42% viene riciclato, collocando l'Italia ai primi posti in Italia e nel mondo. Il resto viene o termovalorizzato/incenerito (35%) oppure inviato in discarica (23%).

È evidente che, pur presentando percentuali di riciclo meccanico soddisfacenti, l'Italia ha bisogno di un grande piano industriale e infrastrutturale per affrontare il problema delle ingenti quantità di rifiuti in plastica che oggi sono sottratte ai percorsi virtuosi dell'economia circolare.

L'industria e il mondo della ricerca sono fortemente impegnati nella messa a punto delle tecnologie che rientrano nel cosiddetto riciclo chimico e che sono in grado di fornire, partendo dai rifiuti in plastica, molecole dalle quali ottenere nuovamente materie plastiche vergini. L'industria delle bioplastiche biodegradabili e compostabili è in grado di fornire soluzioni per migliorare la gestione di imballaggi e prodotti di plastica a contatto con materiale organico.

Sono necessarie, inoltre, vere e proprie campagne di educazione del cittadino, partendo dalle generazioni più giovani, per massimizzare la raccolta differenziata e quindi il riciclo meccanico e, in chiave futura, quello chimico. Ciò anche alla luce delle nuove problematiche conseguenti all'emergenza COVID-19 che stanno prospettando l'aumento del monouso, in alcuni casi in assenza di alternative "bio". Si pensi, ad esempio, alle mascherine in poliestere-PP.

In generale, l'approccio all'economia circolare del settore della plastica sconta infatti un "gap" culturale dovuto alla persistente presenza di un orientamento quasi esclusivo ad intervenire nella fase finale della vita del prodotto, trascurando le fasi precedenti. Per trovare un'applicazione efficace e davvero innovativa per un settore così importante, i principi dell'economia circolare devono poter avere la possibilità di estrinsecarsi in tutte le fasi di vita del prodotto – in particolare nella fase di progettazione – e in piena coerenza con la gerarchia dei rifiuti definita dalla disciplina generale.

Le iniziative europee legate al settore delle plastiche attese per il 2021-2023 sembrano voler affrontare in parte questa necessità (e.g. Iniziativa Prodotti Sostenibili Ue). L'esigenza di un approccio organico e complessivo al tema della plastica all'interno del più ampio contenitore dell'economia circolare si rende necessario anche alla luce dei recenti interventi normativi europei e nazionali (es. Plastic Strategy, Direttiva sulle plastiche monouso e suo recepimento, New Circular Economy Action Plan, plastic levy ecc.). Oggi più che mai, in un contesto rapidamente mutato a causa della pandemia, il perseguimento delle politiche di contenimento del rischio climatico richiede un intervento concreto in grado di attuare in maniera fattiva le politiche del Green Deal, di cui l'economia circolare è parte integrante insieme alla sua declinazione nel settore della plastica, tale da consentire la fattiva realizzazione della transizione verso la sostenibilità. Tale passaggio cruciale richiede a monte la definizione chiara di politiche strategiche di medio-lungo periodo che fungano da cornice entro cui far muovere i diversi livelli istituzionali e i diversi attori del mercato. Soprattutto, sono necessarie politiche programmatiche certe e misure adeguate in grado di stimolare gli investimenti ed accompagnare le imprese nella revisione dei propri modelli produttivi interni; si tratta di un passaggio fondamentale per evitare che la declinazione dell'economia circolare si trasformi da grande opportunità per l'ambiente e per la crescita economica, in shock per l'ambiente e per gli stessi settori produttivi. Modificare il modo di produrre richiede un investimento importante da parte di una impresa, specialmente se si tratta di una piccola impresa e per affrontare in maniera efficace la transizione è necessario un forte set di strumenti di sostegno in grado di supportare gli investimenti in tecnologia, competenze e formazione, che restano difficili da implementare senza un supporto adeguato per le imprese.

2. Quadro legislativo



2 Quadro legislativo

In linea generale, l'ispirazione complessiva delle vigenti direttive UE su Rifiuti (incluse le materie plastiche) e loro smaltimento (Discariche) è caratterizzata da una puntuale distinzione fra recupero di materia e altri tipi di recupero, come per esempio recupero di energia, che si riflette sia nel posizionare la *preparazione per il riutilizzo* ed il *riciclaggio* in una posizione superiore nella gerarchia dei rifiuti sia nell'esclusione delle quantità di rifiuti usati come combustibili dal computo delle quantità effettivamente riciclate.

Si introducono obiettivi quantitativi di riciclaggio per le diverse frazioni merceologiche, si rende non ammissibile, con eccezioni, l'invio all'incenerimento e alle discariche di frazioni di rifiuti solidi urbani (RSU) riciclabili, si limita al 10% il quantitativo massimo di RSU da smaltire in discarica.

Inoltre, la responsabilità estesa dei produttori di specifiche frazioni, come gli imballaggi, viene rafforzata, stabilendo a loro carico il costo integrale del riciclo, inclusi i costi della raccolta, del trasporto e del trattamento.

È da segnalare altresì in questo contesto che, nell'ambito delle conclusioni raggiunte dal Consiglio Europeo nella riunione straordinaria del 17-21 luglio 2020, è stato deciso che: *“come primo passo, una nuova risorsa propria sarà introdotta e applicata dal 1° gennaio 2021, composta da una quota delle entrate provenienti da un contributo nazionale calcolata sul peso dei rifiuti di imballaggi in plastica non riciclata con un tasso di chiamata di 0,80 € per chilogrammo con un meccanismo per evitare un impatto eccessivamente regressivo sui contributi nazionali”*. Tale decisione ha trovato applicazione retroattiva dal 1° gennaio 2021.

2.1 Normativa Comunitaria

La Direttiva Quadro sui rifiuti (UE/2018/851 che modifica la 2008/98/CE) stabilisce una serie di norme in riferimento alla plastica. L'Articolo 10 richiede che gli Stati membri adottino misure intese a garantire che i rifiuti che siano stati raccolti separatamente per la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio a norma dell'articolo 11, paragrafo 1, e dell'articolo 22, **non siano inceneriti**, ad eccezione dei rifiuti derivanti da successive operazioni di trattamento dei rifiuti raccolti separatamente per i quali l'incenerimento produca il miglior risultato ambientale conformemente all'articolo 4. L'Art.11 inoltre stabilisce che gli Stati membri istituiscano la raccolta differenziata per la plastica (ed altri materiali) fissando dei traguardi concreti come segue: entro il **2020** la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti quali, come minimo, carta, metalli, **plastica** e vetro provenienti dai nuclei domestici, e possibilmente di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti sono simili a quelli domestici, sarà aumentata complessivamente **almeno al 50% in termini di peso**; entro il **2025** la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dei **rifiuti urbani** sarà aumentata **almeno al 55% in peso**; entro il **2030** aumentati **almeno al 60% in peso** ed entro il **2035, almeno al 65% in peso**. L'Art 11 bis stabilisce anche che i materiali di cui è cessata la qualifica di rifiuti **da utilizzare come combustibili o altri mezzi per produrre energia, o da incenerire**, da utilizzare in riempimenti o smaltiti in discarica, **non sono computati** ai fini del conseguimento degli obiettivi di riciclaggio...”

Per quanto riguarda i costi invece, l'Art 14 fa riferimento al principio di «chi inquina paga», e richiede che i costi della gestione dei rifiuti, compresi quelli per la necessaria infrastruttura e il relativo funzionamento, sono sostenuti dal produttore iniziale o dai detentori del momento o dai detentori

precedenti dei rifiuti. Gli Stati membri possono anche decidere che i costi della gestione dei rifiuti siano sostenuti parzialmente o interamente dal produttore del prodotto dal quale provengono i rifiuti e che i distributori di tale prodotto possano contribuire alla copertura di tali costi.

La direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio - modificata da UE/2018/852 conformemente alla gerarchia dei rifiuti stabilita all'articolo 4 della direttiva 2008/98/CE adotta particolari misure volte ad incoraggiare il rispetto della gerarchia dei rifiuti: la prevenzione, il riutilizzo, il riciclaggio, ed infine il recupero e lo smaltimento. Nello specifico, richiede che si adottino misure volte a **incoraggiare l'aumento della percentuale di imballaggi riutilizzabili immessi sul mercato**, nonché dei sistemi per il riutilizzo degli imballaggi in modo ecologicamente corretto. Queste misure possono includere, tra l'altro:

- a) *l'utilizzo di sistemi di restituzione con cauzione;*
- b) *la fissazione di obiettivi qualitativi o quantitativi;*
- c) *l'impiego di incentivi economici;*
- d) *la fissazione di una percentuale minima di imballaggi riutilizzabili immessi sul mercato ogni anno per ciascun flusso di imballaggi.*

Per quanto riguarda il riciclaggio invece, la Direttiva stabilisce obiettivi progressivi sia per gli imballaggi nel loro insieme, sia per alcuni materiali specifici, fra cui plastica, carta e cartone, legno vetro e metalli ferrosi. Secondo l'Articolo 6, entro il 31 dicembre 2025 almeno il 65% in peso di tutti i rifiuti di imballaggio sia riciclato, di cui la plastica almeno al 50%; entro il 31 dicembre 2030 almeno il 70% in peso di tutti i rifiuti di imballaggio sarà riciclato, di cui la plastica almeno al 55%. In conformità con i principi dell'Economia Circolare, tuttavia, i materiali che hanno cessato di essere rifiuti e che devono essere utilizzati come combustibili o altri mezzi per produrre energia o devono essere inceneriti, usati per operazioni di riempimento o smaltiti in discarica **non possono essere considerati** ai fini del conseguimento degli obiettivi di riciclaggio.

La Direttiva (UE) 2018/850 che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti stabilisce quali sono i rifiuti da conferire nelle discariche, permettendo quindi solo gli scarti derivanti da successive operazioni di trattamento dei rifiuti da raccolta differenziata per i quali il collocamento in discarica produca il miglior risultato ambientale. Inoltre, si richiede che entro il 2035 la quantità di rifiuti urbani collocati in discarica sia ridotta al 10% del totale dei rifiuti urbani prodotti. Nello specifico, **l'Art.6bis/par4** spiega come gli imballaggi compostabili riciclati organicamente contribuiscono a target di riciclo sulle plastiche: **Regole per calcolare il conseguimento degli obiettivi**. Per calcolare se gli obiettivi di cui all'articolo 6, paragrafo 1, lettere da f) a i), siano stati raggiunti, **la quantità di rifiuti di imballaggio biodegradabili in ingresso al trattamento aerobico o anaerobico può essere considerata come riciclata se il trattamento produce compost, digestato o altro prodotto in uscita con analoga quantità di contenuto riciclato rispetto ai rifiuti immessi, destinato a essere utilizzato come prodotto, materiale o sostanza riciclati**. Quando il prodotto in uscita è utilizzato sul terreno, gli Stati membri possono considerarlo come riciclato solo se il suo utilizzo comporta benefici per l'agricoltura o un miglioramento sul piano ecologico.

La Direttiva UE/2019/904 - **Plastiche Monouso (Single Use Plastic – SUP)** che è entrata in vigore ufficialmente il 3 luglio 2021 vieta l'immissione sul mercato dei prodotti di plastica monouso e dei prodotti di plastica oxo-degradabile, cioè in particolare piatti, posate, cannucce ed altri prodotti monouso. La Commissione Europea il 31 maggio 2021 ha fornito le linee guida sull'interpretazione e implementazione della direttiva, chiarendo che la plastica biodegradabile a base organica è considerata plastica, non essendoci norme tecniche ampiamente condivise per certificare che sia adeguatamente biodegradabile nell'ambiente marino in un breve lasso di tempo e senza causare

danni all'ambiente. Secondo la Commissione inoltre, sono soggetti alla direttiva i prodotti monouso fatti di plastica in tutto o in parte, compresi quindi i prodotti a base di carta con rivestimenti o strati di plastica. La normativa è stata recepita dal Governo nel novembre 2021 (Decreto legislativo n. 196/2021, in vigore dal 14/1/2022), riconoscendo le peculiarità del sistema italiano legato alla gestione e al trattamento delle bioplastiche compostabili in connessione con la raccolta del rifiuto organico. All'articolo 5 il decreto di recepimento specifica infatti la possibilità di vendere ed utilizzare i prodotti monouso in bioplastica compostabile – con contenuto di materia prima rinnovabile uguali o superiori al 40% e, dal 1° gennaio 2024, superiori almeno al 60% - in talune ipotesi: ove l'uso di alternative riutilizzabili non sia possibile o non dia garanzie da un punto di vista igienico-sanitario; qualora l'impiego sia previsto in circuiti controllati (i.e. mense); in circostanze che vedano la presenza di elevato numero di persone; qualora le alternative riutilizzabili non garantiscano un impatto ambientale minore. Il decreto consente inoltre l'utilizzo della carta laminata con plastica tradizionale (fino ad un massimo del 10% in peso).

La direttiva SUP stabilisce anche altri requisiti e tempi per prodotti quali le bottiglie in PET che: a) a partire dal 2025, dovranno contenere almeno il 25% di plastica riciclata, calcolato come media per tutte le bottiglie in PET immesse sul mercato nel territorio dello Stato membro in questione e b) a partire dal 2030, dovranno contenere almeno il 30% di plastica riciclata. In materia di responsabilità estesa del produttore, la direttiva stabilisce che i produttori coprano: a) i costi delle misure di sensibilizzazione; b) i costi della raccolta dei rifiuti per tali prodotti conferiti nei sistemi pubblici di raccolta, inclusa l'infrastruttura e il suo funzionamento, e il successivo trasporto e trattamento di tali rifiuti; e c) i costi di rimozione dei rifiuti da tali prodotti dispersi e il successivo trasporto e trattamento di tali rifiuti.

La Direttiva UE 2015/720 che modifica la direttiva 94/62/CE per quanto riguarda **la riduzione dell'utilizzo di borse di plastica in materiale leggero** recita: Articolo 1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie per conseguire sul loro territorio una riduzione sostenuta dell'utilizzo di borse di plastica in materiale leggero. Tali misure possono comprendere il ricorso a obiettivi di riduzione a livello nazionale, il mantenimento o l'introduzione di strumenti economici nonché restrizioni alla commercializzazione in deroga all'articolo 18, purché dette restrizioni siano proporzionate e non discriminatorie. Tali misure possono variare in funzione dell'impatto ambientale che le borse di plastica in materiale leggero hanno quando sono recuperate o smaltite, delle loro proprietà di compostabilità, della loro durata o dell'uso specifico previsto. Le misure adottate dagli Stati membri includono l'una o l'altra delle seguenti opzioni o entrambe:

- a) adozione di misure atte ad assicurare che il livello di utilizzo annuale non superi 90 borse di plastica di materiale leggero pro capite entro il 31 dicembre 2019 e 40 borse di plastica di materiale leggero pro capite entro il 31 dicembre 2025 o obiettivi equivalenti in peso. Le borse di plastica in materiale ultraleggero possono essere escluse dagli obiettivi di utilizzo nazionali;
- b) adozione di strumenti atti ad assicurare che, entro il 31 dicembre 2018, le borse di plastica in materiale leggero non siano fornite gratuitamente nei punti vendita di merci o prodotti, salvo che siano attuati altri strumenti di pari efficacia. Le borse di plastica in materiale ultraleggero possono essere escluse da tali misure.

Misure specifiche per le borse di plastica biodegradabili e compostabili

Entro il 27 maggio 2017 la Commissione adotta un atto di esecuzione che stabilisce il disciplinare delle etichette o dei marchi per garantire il riconoscimento a livello di Unione delle borse di plastica biodegradabili e compostabili e per fornire ai consumatori le informazioni corrette sulle proprietà di compostaggio di tali borse. Tale atto di esecuzione è adottato secondo la procedura di regolamentazione di cui all'articolo 21, paragrafo 2. Al più tardi 18 mesi dopo l'adozione di tale atto

di esecuzione, gli Stati membri assicurano che le borse di plastica biodegradabili e compostabili siano etichettate conformemente al disciplinare di cui a tale atto di esecuzione.

2.2 Normativa Nazionale

Di seguito si riportano i riferimenti alla principale normativa nazionale che coinvolge il settore del riciclo e recupero di materia delle plastiche a fine consumo.

- 1) **Decreto 5 febbraio 1998** - Individuazione dei **rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero** stabilisce che le attività di riciclaggio e recupero materia: “ ... *devono garantire l'ottenimento di prodotti o di materie prime o di materie prime secondarie con caratteristiche merceologiche conformi alla normativa tecnica di settore o, comunque, nelle forme usualmente commercializzate ...*” Il decreto è stato aggiornato con DM 5 aprile 2006, n. 186 che ha definito le specifiche tecniche cui devono rispondere le materie prime seconde prodotte dall'attività di trattamento e recupero di rifiuti plastici (UNIPLAST-UNI 10667). [<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1998/04/16/098A3052/sq>]
- 2) **Decreto ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n. 203 stabilisce** norme affinché **gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico** coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura **non inferiore al 30%** del fabbisogno medesimo – [<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2003/08/05/180/sg/pdf>]
- 3) **Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale (cd Testo Unico Ambientale – TUA)** [<https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/materiaAmbientale>] - che tratta in particolare:
 - **Criteri di Priorità nella Gestione dei Rifiuti/Art.179:** “ ... *La gestione dei rifiuti avviene nel rispetto della seguente gerarchia:*
 - a) *prevenzione;*
 - b) *preparazione per il riutilizzo;*
 - c) *riciclaggio;*
 - d) *recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;*
 - e) *smaltimento ...*”
 - **Riciclaggio e Recupero dei Rifiuti/Art.181:** Le Regioni ed i Comuni: “ ...*adottano le misure necessarie per conseguire i seguenti obiettivi: a) entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti quali, come minimo, carta, metalli, plastica e vetro provenienti dai nuclei domestici, e possibilmente di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti sono simili a quelli domestici, sarà aumentata complessivamente almeno al 50% in termini di peso ...*”;
 - **Cessazione della qualifica di rifiuto comunemente identificata come “End of Waste”/Art.184-ter:** “ ...*Un rifiuto cessa di essere tale, quando è stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:*
 - a) *la sostanza o l'oggetto sono destinati a essere utilizzati per scopi specifici;*
 - b) *esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;*
 - c) *la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;*
 - d) *l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.*

La norma è stata modificata dall'art. 14-bis della legge 128/2019 il quale dispone che:

- in mancanza di Regolamenti UE o Decreti nazionali “EoW”, le autorità locali riprendano il potere/dovere di **autorizzare caso per caso** in procedura ordinaria (ex art. 208 TUA o AIA);
- ISPRA o le ARPA effettuino “**controlli a campione** *circa la conformità delle modalità operative e gestionali dell’impianto ...*”;
- si costituisca un **gruppo di lavoro** presso il MATTM per assicurare lo svolgimento delle attività istruttorie
- siano fatte salve le autorizzazioni in essere.

In attuazione dell’ Art. 184-ter sono stati adottati alcuni decreto EoW relativi al settore delle plastiche:

a) **Decreto 31 marzo 2020, n. 78** *Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto della gomma vulcanizzata derivante da pneumatici fuori uso, ai sensi dell’articolo 184-ter del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.* [<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/07/21/20G00094/sq>]

b) **Decreto 15 maggio 2019, n. 62** *Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto da prodotti assorbenti per la persona (PAP), ai sensi dell’articolo 184-ter, comma 2, del D. Lgs.3 aprile 2006, n. 152.* [<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2019/07/08/19G00071/sq>]

- **Modifiche al TUA ex Legge del 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali.** Nello specifico il Capo V della legge 221 introduce misure coerenti con l’economia circolare e pone obiettivi di riduzione degli scarti conferiti in discarica:
 - i. Accordi e contratti di programma per incentivare l’acquisto di prodotti derivanti da materiali post consumo o dal recupero degli scarti e dei materiali rivenienti dal disassemblaggio dei prodotti complessi/Art. 206-ter TUA
 - ii. Incentivi per i prodotti derivanti da materiali post consumo o dal recupero degli scarti e dei materiali rivenienti dal disassemblaggio dei prodotti complessi /Art. 206-quater TUA
 - iii. Incentivi per l’acquisto e la commercializzazione di prodotti che impiegano materiali post consumo o derivanti dal recupero degli scarti e dei materiali rivenienti dal disassemblaggio dei prodotti complessi/Art. 206-quinquies TUA
 - iv. Azioni premianti l’utilizzo di prodotti che impiegano materiali post consumo o derivanti dal recupero degli scarti e dei materiali rivenienti dal disassemblaggio dei prodotti complessi negli interventi concernenti gli edifici scolastici, le pavimentazioni stradali e le barriere acustiche/Art. 206-sexies TUA.
- **Riduzione dell’utilizzo delle borse in plastica/Artt. 226-bis e 226-ter.** L’art. 226-bis vieta la commercializzazione delle borse di plastica in materiale leggero, nonché delle altre borse di plastica non rispondenti a specifiche caratteristiche di spessore. È fatta salva la commercializzazione delle borse di plastica biodegradabili e compostabili. L’art. 226-ter dispone che le buste di plastica “ultraleggere”, comunemente in uso nei reparti di ortofrutta dei supermercati, siano biodegradabili e compostabili secondo la norma UNI EN 13432:2002 e con percentuali crescenti di materia prima rinnovabile (minimo 60% dal 1° gennaio 2021). In entrambi i casi opera il divieto di distribuzione a titolo gratuito. Articolo inserito dall’[art. 9-bis, comma 1, lett. g\), D.L. 20 giugno 2017, n. 91](#), convertito, con modificazioni, dalla [L. 3 agosto 2017, n. 123](#) che ha recepito la direttiva europea relativa UE 2015/720 e modificato le disposizioni contenute sul tema nella legge 28/2012 .

- **Plastiche monouso/Art. 226-quater.** Invito rivolto ai produttori di **stoviglie in plastica monouso** a sperimentare l'utilizzo di **biopolimeri per la produzione di stoviglie monouso**" nell'arco temporale 1 gennaio 2019 - 31 dicembre 2023. Articolo inserito dall'[art. 1, comma 802, L. 30 dicembre 2018, n. 145](#).
- 4) **D.lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 relativo alle discariche di rifiuti come aggiornato dal [DLgs 3 settembre 2020, n. 121](#)** di attuazione della direttiva (UE) 2018/850. La direttiva prevede la progressiva riduzione del ricorso alla discarica, fino a raggiungere l'obiettivo di un conferimento non superiore al 10% dei rifiuti urbani al 2035, nuovi e uniformi metodi di calcolo per misurare il raggiungimento degli obiettivi, nonché il divieto di collocare in discarica rifiuti provenienti da raccolta differenziata e destinati al riciclaggio o alla preparazione per il riutilizzo, o comunque (a partire dal 2030) idonei al riciclaggio o al recupero di altro tipo. Con l'aggiornamento è stato tra l'altro riformato il sistema dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica e adeguati al progresso tecnologico i criteri di realizzazione e di chiusura delle discariche.
 - 5) **Decreto del Ministro dell'Ambiente 11 aprile 2008**
Approvazione del Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione - aggiornato con DM 10 aprile 2010 Piano nazionale di azione sul Green Public Procurement (PAN GPP). Il Piano ha l'obiettivo di massimizzare la diffusione del GPP presso gli enti pubblici in modo da farne dispiegare in pieno le sue potenzialità in termini di miglioramento ambientale, economico ed industriale. *(vedasi anche tutti i criteri minimi vigenti sul sito del [Ministero dell'Ambiente](#)).*
 - 6) **Decreto Ministeriale 22 febbraio 2011** prevede il marchio **"Plastica Seconda Vita"**, un sistema di certificazione ambientale di prodotto dedicata ai materiali e ai manufatti ottenuti dalla valorizzazione dei rifiuti plastici. È il primo marchio italiano ed europeo dedicato alla plastica riciclata e introduce il concetto di "qualità" nelle plastiche di riciclo e il concetto di "rintracciabilità" dei materiali riciclati. Fa riferimento alle percentuali di riciclato riportate nella circolare 4 agosto 2004, attuativa del DM 203/2003 sul Green Public Procurement, e alla norma UNI EN ISO 14021. Riguarda l'adozione dei CAM da inserire nei bandi gara della PA per l'acquisto di tessuti, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche con riferimento ai requisiti degli imballaggi (primario, secondario e terziario).
 - 7) **Legge di Bilancio per il 2018** per quanto concerne i **cotton fioc e cosmetici contenenti microplastiche** i commi 543-548 dettano disposizioni finalizzate alla promozione della produzione e della commercializzazione dei cotton fioc, **in materiale biodegradabile e compostabile**, nonché dei prodotti cosmetici da risciacquo ad azione esfoliante o detergente che non contengono microplastiche. Vengono inoltre introdotti divieti di commercializzazione con decorrenze differenziate (1° gennaio 2019 per i cotton fioc, 1° gennaio 2020 per i cosmetici), nonché sanzioni da applicare ai trasgressori del divieto relativo ai cosmetici.
 - 8) **Atto del Governo 291 - Schema di decreto legislativo di attuazione della direttiva (UE) 2019/904 sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente (cd SUP)**. I contenuti ripercorrono le previsioni della direttiva sopra citate con alcuni distinguo riguardo alle restrizioni all'immissione sul mercato relative a determinati prodotti monouso. In alcune ipotesi specifiche non rientrano infatti nel divieto i prodotti realizzati in materiale biodegradabile e compostabile (UNI EN 13432 o UNI EN 14995), con percentuali di materia prima rinnovabile uguali o superiori al 40% e, dal 1° gennaio 2024, superiori almeno al 60%.
 - 9) **Misure per la riduzione di rifiuti con impatto sul settore:**
 - **Legge Clima 2019** (DL 11 convertito con L 141) prevede un contributo economico a fondo perduto a favore degli esercenti commerciali per incentivare la vendita

prodotti sfusi/alla spina (risorse previste: 20 mln/€ per ciascuno degli anni 2020 e 2021).

- **la bozza della Legge di Bilancio per il 2021 prevede:**

- i. ai commi dal 760 al 764, incentivi economici-fiscali per la promozione del vuoto a rendere su cauzione per gli imballaggi riutilizzabili contenenti liquidi alimentari. Gli incentivi sono tuttavia limitati ai soggetti (commercianti, distributori, addetti al riempimento, utenti di imballaggi e importatori di imballaggi pieni) con sede operativa all'interno del territorio di uno dei parchi nazionali italiani.
- ii. ai commi da 1087 a 1089, un credito d'imposta per gli anni 2021 e 2022 nella misura del 50% delle spese sostenute per l'acquisto e l'installazione di sistemi di filtraggio, mineralizzazione, raffreddamento e addizione di anidride carbonica alimentare per l'acqua potabile per favorire l'utilizzo dell'acqua di rubinetto in sostituzione dell'acqua minerale in bottiglia.

3. Tipologie di plastiche rappresentate in ICESP



3 Tipologie di plastiche rappresentate in ICESP

3.1 Polietilene

Il Polietilene è uno dei materiali più diffusi nella nostra vita quotidiana e costituisce il 30% del volume totale della produzione mondiale di materie plastiche. Un oggetto di plastica su tre è, infatti, realizzato in Polietilene. Da un punto di vista chimico, il Polietilene è un materiale plastico di base, ovvero un semilavorato industriale usato come materia prima dalle aziende trasformatrici per realizzare un ampio ventaglio di prodotti finiti; dai più semplici come pellicole per imballaggio, flaconi, contenitori industriali, ai più sofisticati come serbatoi automobilistici, pannelli solari, protesi mediche, packaging intelligente. Sotto il profilo strutturale, il Polietilene è un derivato dell'etilene, che a sua volta è un prodotto derivato dal processo di lavorazione del petrolio e/o del gas naturale. Il processo di raffinazione del petrolio, dal quale si ottengono benzine, gasolio e GPL, dà origine a nafta pesanti. Attraverso un procedimento chiamato cracking, queste nafta vengono trasformate in etilene, che, dopo una serie di processi e lavorazioni, dà vita al polietilene. Produrre il Polietilene è anche un modo economicamente efficace ed ecologicamente intelligente di ottimizzare un componente del petrolio, la risorsa energetica più importante.

Le principali tipologie di prodotti sono: LDPE, LLDPE, HDPE, EVA

3.2 Polipropilene

Il Polipropilene nasce in Italia grazie ad una scoperta dell'Ing. Giulio Natta che per questo motivo fu insignito del premio Nobel per la chimica nel 1963. Il PP deriva dal propilene tramite cracking di raffineria, un processo di rottura delle catene molecolari. Fino alla scoperta di Natta questa frazione costituiva un prodotto di scarto dell'industria petrolchimica. Si può quindi affermare che il polipropilene sia una risposta ecologica ad un problema di raffinazione dei combustibili fossili. Tra i vari prodotti plastici il polipropilene ha un grado di sostenibilità migliore: grazie alle sue caratteristiche fisico-chimiche, la sua produzione richiede temperature inferiori rispetto agli altri polimeri sintetici e ha quindi un minore impatto in termini di consumi energetici e di emissioni di CO₂. Inoltre, può essere facilmente riciclato, caratteristica che permette la rigenerazione degli scarti in materiale stampabile (plastica) nuovamente riciclabile. È un termoplastico con peso specifico inferiore dell'acqua, ha buone caratteristiche dinamometriche, idrofobo, resistente all'abrasione alle sostanze chimiche e alla sporcizia. Queste caratteristiche lo rendono particolarmente vantaggioso per la realizzazione di manufatti leggeri. Trova largo uso nelle parti plastiche delle automobili, zerbini, moquette, recipienti, cassette, tubi corrugati da interro e geotessili (ha una buonissima resistenza sottoterra), fino all'impiego nel tessuto filtrante (meltblown) per mascherine, nel settore igienico sanitario (pannolini) e proprio per la sua leggerezza è utilizzato per esempio come super-assorbente per oli nel mare in caso di fuori uscita di petrolio.

Grazie a queste caratteristiche rappresenta il 19,2% dei consumi di plastica nel mondo (<https://www.polimerica.it/articolo.asp?id=15454>).

Le poliolefine in generale (polietilene, polipropilene, ecc) costituiscono assieme oltre il 60% del consumo mondiale di plastiche.

3.3 Polimeri stirenici

I polimeri stirenici sono un'importante famiglia di materiali plastici estremamente versatili caratterizzati da elevata leggerezza, buone caratteristiche meccaniche, alto potere isolante e facile

riciclabilità. Sono impiegati in molti settori grazie alla possibilità di lavorarli con le più svariate tecnologie.

Le principali applicazioni riguardano imballaggi industriali e per alimenti, piccoli e grandi elettrodomestici, isolanti per edilizia, apparecchiature elettriche ed elettroniche, casalinghi, componenti per auto, giocattoli.

Le principali tipologie di prodotti sono: GPPS, HIPS, EPS, ABS, SAN

3.4 Elastomeri

Gli Elastomeri sono polimeri che possiedono elasticità, ossia la capacità di riprendere la propria forma originaria dopo aver subito deformazioni anche di grande entità. Sono impiegati nei seguenti settori: pneumatici, calzature, adesivi, componenti per edilizia, tubi, cavi elettrici, componenti e guarnizioni per auto, elettrodomestici; modificanti materie plastiche e bitumi, additivi per oli lubrificanti (elastomeri solidi); sottofondo tappeti, patinatura della carta, schiuma stampata (lattici sintetici).

Le principali tipologie di prodotti sono: ESBR, SSBR, BR, TPR, EP(D)M, NBR, LATEX

3.5 Polivinilcloruro PVC

Il policloruro di vinile (PVC) è una delle materie plastiche più diffuse e utilizzate al mondo in migliaia di applicazioni, dall'edilizia all'imballaggio alimentare e farmaceutico, dai presidi medico-chirurgici ai materiali per la protezione civile, dalla cartotecnica alla moda e al design. Il consumo mondiale di PVC ha superato nel 2018 oltre 44 ml di tonnellate, mentre il consumo in Europa si è attestato sui 6 ml di tonnellate. In Italia sono state trasformate nel 2019 circa 635.000 tonnellate di PVC.

Scoperto a metà dell'800, è una polvere bianca e si ottiene dalla polimerizzazione del cloruro di vinile monomero. Il polimero che è formato per il 57% di cloro, proveniente dal cloruro di sodio, e per il restante 43% da carbonio ed idrogeno, viene additivato con altre sostanze, come stabilizzanti e lubrificanti, per conferirgli specifiche caratteristiche fisico-meccaniche allo scopo di dare le idonee performance prestazionali necessarie ai molti tipi di manufatti per la cui produzione il PVC può essere usato.

Negli ultimi anni, grazie ai miglioramenti tecnici e scientifici, all'innovazione industriale, nonché alle mutate condizioni di mercato, stanno iniziando a diventare disponibili additivi, compound e applicazioni in PVC di origine non fossile. A ottobre 2019 e febbraio 2020, due aziende associate all'European Council of Vinyl Manufacturers (ECVM) hanno lanciato sul mercato resine di PVC "bio-attributed" certificate e commercialmente valide.

In Tabella 1 sono elencati i principali settori applicativi del PVC in Italia.

Tabella 1. Principali settori applicativi del PVC in Italia.

Anno 2019	Valore %
Edilizia/costruzioni	32,7
Imballaggio	11,1
Elettricità	9,2
Cartotecnica	4,2
Mobile/arredamento	4,6
Tempo libero	3,5
Agricoltura	2,3
Calzature/abbigliamento	1,3
Elettrodomestici	1,1
Trasporto	2,8
Telecomunicazioni	2,0
Diversi*	12,5
Export compound	12,8
Totale	100%

*Articoli medicali, usi tecnici, altri (valigeria/pelletteria, lastre espanse, nastri trasportatori, etc).

Proprio le capacità di innovazione tecnico-prestazionale e di sostenibilità delle produzioni e dei prodotti, fanno del PVC un materiale sempre nuovo e sempre più aderente ai tempi e alle necessità del momento della società e del mondo. A questo proposito si rimanda al programma di sostenibilità della filiera del PVC europea VinylPlus e, per quanto riguarda i risultati ottenuti, al Progress Report emesso ogni anno in cui sono ufficializzati i risultati raggiunti.

È importante sottolineare infatti il contributo che la filiera del PVC sta dando:

- a) all'ottenimento di prodotti ad elevata prestazione ma a costi accessibili a tutti, anche in momenti di crisi economica (a tale proposito segnaliamo anche i risultati positivi per il PVC evidenziati dallo studio sul Total Cost of Ownership su alcune applicazioni in PVC riportato nel capitolo 11);
- b) alla riduzione delle emissioni di gas serra;
- c) alla riduzione dei consumi di energia e materie prime non rinnovabili attraverso le nuove tecnologie di riciclo meccanico;
- d) all'utilizzo di sostanze sempre più compatibili con l'ambiente e la salute, in alcuni casi anche in anticipo rispetto a quanto è stato e verrà ancora richiesto nel futuro dal Regolamento REACH;
- e) al Made in Italy;
- f) all'economia nazionale con le sue aziende di produzione e trasformazione (a cui devono essere aggiunti gli assemblatori e i distributori).

3.6 Bioplastiche

Un esempio concreto di prodotti realizzati a partire da fonte rinnovabile sono le bioplastiche biodegradabili e compostabili certificate secondo la norma EN13432, un settore che in Italia è in continua crescita con un tessuto industriale ampio e integrato che le consente un buon posizionamento anche a livello europeo, come dimostrato ampiamente dai numeri. La filiera dei

prodotti biodegradabili compostabili rappresenta un settore in forte evoluzione, che oggi consta di 280 operatori, 815 milioni di Euro di fatturato in crescita a due cifre con 2780 addetti dedicati. La produzione nazionale di polimeri compostabili nel 2020 è stata pari a 110mila tonnellate, in crescita del 182% rispetto al 2012 e del 9,6% rispetto al 2019 (Plastic Consult, 2021).

Si precisa che, secondo lo standard europeo EN 13432:2002, un materiale può considerarsi biodegradabile se si degrada per il 90%, entro 6 mesi, sotto determinate condizioni di laboratorio (Laboratory test method EN14046, anche pubblicato come ISO 14855: biodegradabilità in condizioni di compostaggio controllato), mentre si considera compostabile se è in grado di disintegrarsi e non essere più visibile nel compost finale, in meno di 3 mesi, durante un processo di compostaggio industriale o domestico, senza creare problemi all'impianto di trattamento, né influire negativamente sulla qualità del compost finale con l'eventuale presenza di sostanze tossiche e/o nocive.

I requisiti di biodegradabilità e compostabilità sono descritti in una serie di norme tecniche europee e internazionali: la più diffusa è la "EN 13432. Packaging – Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging". Le norme, oltre a definire le caratteristiche che dovrebbe avere il prodotto, indicano anche i valori soglia che contraddistinguono i manufatti compostabili da quelli che non lo sono, nonché i test da applicare per verificare i requisiti (<https://www.innovhubs.it/media/articoli/biodegradabilita-e-compostabilita-dei-prodotti-alcune-indicazioni-utili.kl>).

Le **bioplastiche compostabili** certificate rappresentano una soluzione in particolare per le applicazioni a breve ciclo di vita, a contatto con materia organica, consentendo una raccolta più efficace e di maggiore qualità dell'umido, che può essere trasformato in compost, ammendante per restituire nutrimento e fertilità ai suoli. L'utilizzo di bioplastiche compostabili, riducendo il rischio di contaminazione, riduce contemporaneamente anche la probabilità di conferimento in discarica della frazione organica, pratica che sarà vietata in Europa a partire dal 2024, per effetto della ratifica del pacchetto sull'economia circolare.

Al fine di raggiungere questo ambizioso obiettivo, sarà necessario inoltre ampliare il numero di impianti di compostaggio, al fine di garantire la produzione e la commercializzazione di compost di qualità.

Le bioplastiche compostabili offrono una gestione più semplice dei rifiuti e contemporaneamente una soluzione per la raccolta stessa. Infatti, utilizzando sacchi per la raccolta differenziata, shopper e sacchi frutta e verdura compostabili per la raccolta del rifiuto, è possibile ottimizzare le modalità di raccolta ed aumentarne la quantità e la qualità. Le bioplastiche compostabili sono una soluzione anche per altre applicazioni a contatto con materia organica, come le stoviglie monouso, che se utilizzate nella ristorazione collettiva (mense, sagre, ecc.) possono permettere di ottimizzare la raccolta finale, consentendo il conferimento di tutti i materiali nello stesso contenitore dell'organico e garantendo contemporaneamente la comodità di utilizzare prodotti "usa e getta", che in questi contesti risultano maggiormente igienici e funzionali, date le grandi quantità.

Un altro campo di applicazione delle bioplastiche (certificate per la degradazione in suolo) è quello legato a prodotti ad elevato rischio di dispersione nell'ambiente, come ad esempio i teli per pacciamatura biodegradabili in suolo, certificati secondo la norma EN17033. Tali prodotti al termine del ciclo colturale possono essere incorporati nel terreno, operazione grazie alla quale i teli vengono quindi completamente biodegradati senza rilasciare residui ad opera dei microrganismi, presenti nel suolo che li utilizzano come fonte di materia prima o come fonte di energia. I teli per pacciamatura biodegradabili in suolo sono quindi un mezzo tecnico che consente di ridurre la produzione di un rifiuto plastico difficile da riciclare.

Il settore delle bioplastiche biodegradabili e compostabili ha già dimostrato di dare effetti importanti

anche in relazione all'integrazione con il comparto agricolo e con i sistemi di trattamento del rifiuto organico a livello locale.

A partire dalla filiera italiana delle bioplastiche, è nata infatti una piattaforma di cooperazione che coinvolge i compostatori e alcune municipalità per la raccolta del rifiuto organico attraverso l'utilizzo di bioplastiche, dando vita ad un modello che oggi vede l'Italia al primo posto in Europa per il riciclo del rifiuto alimentare e che permette di prefigurare ulteriori grandi passi avanti in termini di adeguamento dell'impiantistica a tutto il Paese.

La ricerca e l'innovazione sono al centro del settore delle bioplastiche, caratterizzato da forte interdisciplinarietà, che ha generato significativa proprietà intellettuale utilizzata per reindustrializzare siti dismessi o non più competitivi, costruendo impianti primi al mondo, ovvero bioraffinerie integrate che utilizzano materie prime provenienti da risorse vegetali, nonché da rifiuti organici e sottoprodotti. Le opportunità offerte dalla filiera delle bioplastiche hanno consentito anche di ottimizzare al meglio l'applicazione di normative in campo ambientale. Facciamo riferimento alla legge italiana n° 28/2012, che ha anticipato la direttiva europea 2015/720 "Reducing the consumption of lightweight plastic carrier bags", formalmente ratificata in Italia tramite l'approvazione del decreto Mezzogiorno (G.U. n° 141 del 20 giugno 2017).

Tale normativa prevede il divieto nell'utilizzo di sacchi asporto merci monouso e sacchi per frutta e verdura in plastica tradizionale, prevedendo l'esenzione per i prodotti realizzati in bioplastica biodegradabile e compostabile certificata a norma EN 13432. Come effetto della normativa, il volume degli shopper si è ridotto da circa 210000 ton prima della legge del 2010 a 78000 ton del 2019 (Plastic Consult, 2020), a fronte di un aumento del valore aggiunto dei prodotti, della disponibilità per i cittadini di uno strumento idoneo alla raccolta differenziata del rifiuto organico e della riqualificazione della filiera di trasformazione che ha iniziato ad innovare sviluppando nuovi prodotti. Lo sviluppo di nuovi bioprodotti sta inoltre alimentando le tante e diversificate filiere di grande valore presenti nel Paese.

Un ulteriore settore dagli sviluppi molto promettenti è quello degli imballaggi alimentari, come testimoniato dal recente lancio da parte di alcuni brand di imballaggi compostabili per prodotti alimentari a lunga conservazione e ad elevata barriera all'ossigeno e all'acqua. Si tratta di un'alternativa per quegli imballaggi multistrato e multimateriale, ad oggi impossibili da recuperare, il cui sviluppo, tutto italiano, mette insieme dai produttori di materie prime e dei film agli esperti di trattamenti superficiali ai produttori di multistrati e di macchine.

4. Le Plastiche e l'Economia Circolare: azioni e priorità



4 Le Plastiche e l'Economia Circolare: azioni e priorità

4.1 L'Economia circolare ed il ruolo delle plastiche

L'economia circolare è un modello di produzione e consumo concepito a beneficio delle imprese, della società e dell'ambiente e che mira a superare il modello lineare del "make-take-dispose". Si tratta di un approccio sistemico rispetto a tutto il ciclo di vita dei prodotti. In particolare, l'economia circolare implica una modifica dei nostri comportamenti legati all'utilizzo stesso del prodotto, applicando i concetti di condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, e alla gestione del suo fine vita, attraverso il recupero e riciclo di materiali e prodotti. Applicando quest'ultimo concetto, si vuole estendere il ciclo di vita delle materie prime (minor consumo), contribuendo a ridurre al minimo la produzione di rifiuti da smaltire.

Con l'applicazione del recupero e riciclo dei materiali, una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali che lo costituiscono vengono reintrodotti nel ciclo produttivo, generando ulteriore valore attraverso:

- il recupero come materia prima (feedstock) per altri settori produttivi;
- il riciclo nella stessa o in altre applicazioni;
- il recupero sotto forma di compost: le bioplastiche biodegradabili e compostabili sono progettate per essere riciclate insieme alla frazione organica presso gli impianti di compostaggio. L'output di questo processo è il compost, un ammendante organico utile per la fertilizzazione del suolo.

Quando queste tre strade non sono più percorribili, si può considerare anche il recupero dell'energia (termica e/o elettrica) ancora disponibile ed utilizzabile presente nei rifiuti, attraverso un attento esame di costi e benefici (soprattutto ambientali).

Le plastiche rappresentano un importante materiale nella nostra economia e il nostro modo di vivere oggi è fortemente legato ad esse; allo stesso tempo, il loro utilizzo ha un forte impatto sull'ambiente e sulla salute. Ad oggi, su una produzione mondiale di plastica che supera i 359 Mt/anno (Plastics - The Facts 2019), la metà è utilizzata solamente una volta e riciclata con un tasso inferiore al 5% (Commissione Europea 2019). Il settore degli imballaggi ricopre la quota maggiore della produzione e, diventando rifiuto nel giro di un anno da quando sono messi in commercio o dopo un singolo uso (nel caso di prodotti "usa e getta"), risulta il principale responsabile di rifiuti generati. In Europa il tasso di riciclo della plastica da rifiuto ha raggiunto per la prima volta nel 2016 una percentuale pari al 31%, superando la quota di smaltimento in discarica (27%) (Plastics - The Facts 2019). Tuttavia, è importante evidenziare che non tutta la plastica raccolta allo scopo viene reintrodotta sul mercato. Infatti, i polimeri con un mercato del riciclo consolidato sono pochi e tra questi si ricordano in particolare il polietilen-tereftalato (PET) e il polietilene ad alta densità (HDPE) per il settore imballaggi, il polimetil-metacrilato (PMMA) tra i rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE), il polivinilcloruro (PVC) per il settore delle costruzioni. La domanda di plastica riciclata è, per la natura stessa del materiale, strettamente dipendente dal prezzo del petrolio che influenza il costo della materia prima vergine. Si stima, che nel 2014 in Europa circa il 13% del volume totale di plastica da imballaggio destinata al riciclaggio (44%) sia arrivato al mercato degli *European Converter*, mentre un 30% è stato esportato, senza informazioni sul destino finale. Oggi inoltre, la recente messa al bando sull'importazione dei rifiuti plastici da parte del Governo Cinese ha profondamente colpito il mercato del riciclo, soprattutto per quelle frazioni con una bassa qualità e con un mercato non stabile come il polipropilene (PP), i film plastici, le miscele poliolefiniche da imballaggio o l'acrilonitrile butadiene stirene (ABS) e i polimeri stirenici da RAEE. Per fare un esempio, nel 2017 in Italia il prezzo dei film

di piccole dimensioni è crollato al prezzo simbolico di 2 €/ton (Fondazione per lo sviluppo sostenibile 2019). Oltretutto, la simultanea saturazione degli impianti di incenerimento sta causando un preoccupante aumento di rifiuti plastici che rimangono stoccati in depositi non sempre autorizzati. In Italia c'è stata una emergenza dovuta a più di 300 incendi nel biennio 2017-2018 avvenuti proprio in questi depositi di plastica senza mercato (Gilberto 2018). Poiché il ricorso alla discarica risulta essere una soluzione non sostenibile a causa della mancanza di terra disponibile e lo spreco di risorse, la ricerca di una alternativa idonea e complementare ai metodi di riciclo tradizionale sembra essere obbligatoria.

Quindi, ai fini della transizione verso l'Economia Circolare, la gestione della filiera della plastica è di centrale importanza. Il piano di azione per l'economia circolare dell'Unione Europea ha individuato come prioritarie per lo sviluppo economico europeo le azioni volte ad aiutare i consumatori ad utilizzare le risorse finite in una maniera più sostenibile.

Nel gennaio 2018 è stata adottata a livello europeo la prima **“Strategia Europea per le plastiche nell'Economia Circolare”**, una risoluzione per trasformare il modo con cui i prodotti in plastica sono ideati, realizzati, utilizzati e riciclati in Europa. Secondo questo documento, un miglior design dei prodotti in plastica, un maggior tasso di riciclaggio dei rifiuti plastici ed una migliore qualità dei prodotti derivanti dal riciclo svilupperanno un mercato per tale filiera e sarà di grande contributo allo sviluppo di un comparto industriale della plastica più competitivo e resiliente.

La strategia permetterà, inoltre, di raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030, gli impegni europei in materia di lotta ai cambiamenti climatici e gli obiettivi della politica industriale europea; inoltre contribuirà a proteggere l'ambiente, ridurre il marine litter, le emissioni climalteranti e la nostra dipendenza dalle fonti fossili, oltre a supportare modelli produttivi più sostenibili e salubri per il consumatore.

Va promosso un uso razionale della plastica e la sua riciclabilità, evitando contrapposizioni ideologiche, poiché è evidente che le plastiche trovano importantissime applicazioni in settori ad alto valore tecnologico e sempre più stanno andando a sostituire i metalli, che per definizione sono risorse finite, costose e nella disponibilità di pochi.

Il recupero energetico dei beni in plastica ancora non riciclabili - allo stato delle migliori tecnologie disponibili - e con riferimento ai processi destinati a produrre idrocarburi liquidi e gassosi in sostituzione degli equivalenti di origine direttamente fossile (come descritto più avanti nel capitolo Riciclo Chimico) va considerato come elemento di mitigazione ambientale nel lungo processo per il raggiungimento degli obiettivi della Strategia Europea per le plastiche sull'Economia Circolare. Tuttavia, il recupero energetico dei beni in plastica ancora non riciclabili, inteso come processo destinato alla combustione diretta in caldaia o in cementificio, va considerato come progressivamente residuale alla luce degli obiettivi mandatori di riciclo conformi alle vigenti Direttive UE.

Inoltre occorre individuare e promuovere la domanda di mercato di quelle applicazioni per le quali l'utilizzo di bioplastiche biodegradabili e compostabili possa rappresentare una soluzione alle problematiche relative al recupero di materiali, in particolare quelli a contatto con rifiuto organico, che possono così essere avviati a compostaggio.

È importante infine richiamare il ruolo chiave che la ricerca e lo sviluppo tecnologico rivestono nell'incrementare con maggiore efficacia la capacità di riciclo della materia; tale aspetto, insieme alle politiche di prevenzione da parte delle imprese, resta un tassello fondamentale per l'affermazione dell'economia circolare nel settore della plastica.

4.2 Prevenzione dei rifiuti

Il tema della prevenzione è al centro delle politiche europee in materia di gestione dei rifiuti: **prevenire è la prima misura da attuare per ridurre la quantità di rifiuti che produciamo**. La prevenzione è fondamentale in qualsiasi flusso di rifiuti, ma particolarmente importante se parliamo di rifiuti in plastica usa e getta, che, purtroppo, sono aumentati in maniera esponenziale nel corso degli ultimi anni.

La plastica può divenire un rifiuto in breve termine o dopo molti anni, questo dipende dal suo uso; se consideriamo gli imballaggi in plastica, questi divengono rifiuti, per lo più, in un breve periodo, poco dopo il loro acquisto; se, invece, facciamo riferimento alla plastica utilizzata in edilizia, ci accorgiamo facilmente che il ciclo di vita ha una durata maggiore nel tempo.

L'obsolescenza in molti casi è veloce ma, ad oggi, solo una parte della plastica prodotta ed utilizzata viene riciclata (si tratta di circa il 30%) e pochissima subisce processi di riciclo in Europa (la maggior parte viene destinata a paesi extra-europei), dove le pratiche e gli standard di tutela ambientale possono essere molto diversi.

Anche per questi motivi si ritiene che prima del riciclaggio sia necessario focalizzare l'attenzione sulla prevenzione, in modo da modificare le abitudini di consumo dei cittadini ma anche ridurre gli impatti ambientali derivanti dalle operazioni di riciclaggio di questo materiale. Oggi, quindi, è necessario introdurre specifici obiettivi per la prevenzione dei diversi rifiuti plastici, che, purtroppo, non sono ancora molto diffusi.

Il rapporto dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA 2019), pubblicato nel giugno 2019, fotografa lo stato dell'arte in materia di prevenzione dei rifiuti plastici, mappando ed analizzando il posizionamento dei diversi Paesi membri dell'UE sul tema della prevenzione, con l'obiettivo primario di raggiungere il disaccoppiamento tra crescita dei rifiuti e crescita economica. Il rapporto pubblicato nel 2021 invece, esamina la produzione, il consumo ed il commercio di materie plastiche, l'impatto ambientale e climatico della plastica durante il ciclo di vita ed esplora la transizione verso un'economia circolare delle materie plastiche attraverso tre percorsi: un uso più intelligente della plastica, una maggiore circolarità e l'uso di materie prime rinnovabili per la produzione. Tre percorsi che, secondo EEA, insieme possono contribuire a garantire il raggiungimento di un sistema di plastica sostenibile e circolare.

L'EEA ha identificato 173 misure in grado di prevenire la produzione di rifiuti che potrebbero essere sia implementate nei singoli paesi che pianificate per la loro implementazione. Di queste, 105 riguardano la fase di produzione dei prodotti in plastica, mentre 69 sono riferite alla fase di consumo. È molto probabile che il consumo e la produzione di rifiuti di plastica rimangano costanti o addirittura si intensifichino nel prossimo futuro, dato che i prodotti in plastica sono sempre più presenti nei nostri consumi e considerata anche la recente crisi dovuta al Covid-19. È quindi importante, quanto prima, adottare misure efficaci di prevenzione in modo da ridurre la mole di rifiuti plastici ma anche attenuare alcuni degli impatti ambientali e climatici prodotti da quest'ultimi.

4.3 Progettazione ed eco-design

Per evitare di generare rifiuti e diminuirne così il volume, è importante considerare il ciclo di vita del prodotto nella sua interezza, a partire dalla sua progettazione fino a al fine vita. L'eco-design consiste nello sviluppare soluzioni nuove e integrate volte al miglioramento dell'efficienza per una ottimizzazione delle risorse lungo il ciclo di vita e della riciclabilità dei manufatti, in modo che sia-no

più durevoli, riparabili, più facilmente disassemblabili e agevolmente separabili nelle parti e componenti, e infine siano più facilmente riciclabili.

Anche a livello europeo le strategie legate alla gestione dei rifiuti richiamano la necessità di adottare una prospettiva di eco-design nella progettazione di prodotti innovativi, al fine di incrementarne la durata e di apportare ulteriori miglioramenti alle fasi finali del ciclo di utilizzo dei prodotti in plastica. L'eco-design può trovare inoltre applicazione non solo nei prodotti, ma anche nei processi.

1. Eco-design dei prodotti significa sviluppare prodotti funzionali con crescente risparmio di risorse e più facilmente riciclabili a fine vita, anche mediante il coinvolgimento e la collaborazione con l'intera supply chain.

2. Eco-design dei processi significa applicare il principio finalizzato all'obiettivo di aumentare l'efficienza dei processi stessi, ossia ottenendo di più con meno risorse e/o effort.

L'applicazione del principio dell'eco-design alla catena del valore delle plastiche può contribuire a costruire schemi virtuosi e circolari in grado di estenderne il ciclo di vita.

Il ruolo del design nel settore degli imballaggi in plastica

Il sistema packaging, e quindi anche il settore degli imballaggi in plastica, mette insieme diverse competenze e funzioni, una pluralità di attori con ruoli specifici e relazioni complesse che operano in maniera integrata, e attuano scelte che impattano sul prodotto finale. Per questo il settore non può fare a meno, per tenerle insieme, delle culture del progetto e in particolare del Design, una disciplina aggregante e mediatore tra gli interessi del sistema produttivo e quelli del consumo, tra i saperi e le discipline (Celaschi, 2008), tra l'uomo e l'ambiente.

Il Design infatti, inteso come progettazione avanzata per l'innovazione continua capace di anticipare i bisogni e mettere al centro l'utente, svolge un ruolo cruciale in questa articolata struttura dedicata all'imballaggio, soprattutto da quando la questione ambientale è diventata centrale.

In particolare, è importante il ruolo del Design nel settore packaging plastico in quanto:

- è un fattore abilitante per riprogettare i prodotti in un'ottica di Circolarità e Sostenibilità ambientale: dalla riduzione del numero di materiali alla possibilità di semplificare e disassemblare per facilitarne il riciclo, tutto può e deve essere progettato. Nel 2010 la Ellen MacArthur Foundation parla di Circolarità come un modello che, superando quello industriale estrattivo e di consumo lineare ("usa e getta"), è riparativo e rigenerativo "by Design". La Direttiva SUP (Direttiva UE/2019/904) ha acceso i riflettori sul problema del monouso, mentre il Green Deal Europeo indica di "mobilitare l'industria per un'economia pulita e circolare" (Commissione Europea 2019). Nel Circular Economy Action Plan si definisce chiaramente che "fino all'80% dell'impatto ambientale dei prodotti è determinato nella fase di progettazione" (Commissione Europea 2020) e che bisogna abbandonare un modello di produzione lineare.

- è uno strumento di valorizzazione per una industria del Packaging innovativa. L'imballaggio può essere funzionalizzato integrando tecnologie digitali e IoT, al fine di ottenere servizi di tracciabilità, intelligenza e interattività, a servizio sia dell'azienda, sia del consumatore, sia dell'ambiente. Le confezioni diventano parlanti, e se progettate come 'native digitali', ci permettono di prevedere cosa vogliamo monitorare, quale tipo di esperienza vogliamo fornire, ma anche quanto sarà facile intercettare la confezione in fase di selezione nelle infrastrutture di riciclo.

- È un mezzo per migliorare le potenzialità del packaging come mezzo di comunicazione per una cultura sostenibile. Per un reale cambiamento è necessario fare appello alla responsabilità dei singoli (governi, industrie, società civile), ma perché questa responsabilità sia possibile è necessaria una corretta informazione e una adeguata conoscenza. Riducendo la scala della complessità, il design può aiutare a diffondere una adeguata consapevolezza su un tema articolato.

Il design nella progettazione di processi sostenibili con la materia prima seconda

Inoltre, il designer ha un ruolo chiave nella caratterizzazione del materiale plastico in termini prestazionali. È in grado di leggere le qualità che il materiale possiede e, a partire da queste, plasmare sistemi-prodotto. Le plastiche sono una famiglia di materiali eterogenea le cui proprietà superficiali, meccaniche e fisiche non sono vincoli ma variabili del progetto da definire che influenzano le caratteristiche estetico-sensoriali, tecniche e funzionali del prodotto. Pertanto, la selezione del materiale guida il processo di progettazione del designer che, con la sua capacità di mediare fra saperi, è in grado di interfacciarsi con conoscenze tecniche proprie della scienza dei materiali e delle tecnologie di trasformazione. A tale scopo il designer si serve di strumenti di supporto come, ad esempio, le mappe per la selezione dei materiali per il progetto (Ashby, 2010) e i servizi offerti dalle materiotecche, osservatori sui nuovi materiali.

La capacità del designer di caratterizzare un materiale e trovare la sua applicazione in un mercato è un processo chiave nella progettazione con la materia prima seconda. Il designer, lavorando a scala sistemica e di processo, può individuare proprietà inesprese di scarti di un settore e valorizzarli reintroducendoli come input in un altro (De Giorgi et al., 2020). Anomalie e imperfezioni formali o funzionali per una filiera diventano qualità e vantaggio per un altro settore, mercato, prodotto. La comunicazione di una cultura sostenibile può avvenire anche tramite lo storytelling del processo progettuale circolare del materiale dell'imballaggio.

Progettazione e uso delle plastiche riciclate con la produzione additiva

La scelta del materiale avviene in parallelo alla definizione della tecnologia di produzione. I processi produttivi influenzano le proprietà e l'aspetto del materiale e del prodotto in cui è integrato; il designer è in grado di individuare la tecnologia adatta ai bisogni funzionali e formali richiesti.

I polimeri sono il materiale d'elezione per le tecnologie additive, strumento adoperato nelle imprese sia per lo sviluppo di prototipi sia di prodotti finiti. La tecnologia additiva promuove processi produttivi sostenibili; ad esempio, riduce i materiali di scarto lavorando per addizione di materia non per sottrazione, ottimizza la forma del prodotto riducendo anche eventuali impatti sul ciclo di vita, converte gli scarti in materia prima, permette di produrre on demand e di creare di conseguenza archivi digitali diminuendo impatto di magazzino e trasporto (Stratasys, 2019).

Il designer che progetta con i materiali circolari attraverso la produzione additiva è in grado di adoperare tale tecnologia per creare prodotti e sistemi-prodotto che prevedano un processo circolare e sostenibile dall'ideazione allo sviluppo. Il designer interviene nell'ottimizzazione della forma dell'artefatto in funzione delle prestazioni del materiale riciclato utilizzato e dei compiti che il bene deve sopperire per rispondere ai bisogni degli utenti. Al tempo stesso progetta processi virtuosi sapendo mettere in rete gli interlocutori della filiera circolare.

Ad oggi esistono numerose buone pratiche di realtà che sfruttano la tecnologia additiva per esprimere le qualità prestazionali dei materiali riciclati attraverso il design. Ad esempio, WASP, azienda leader nel settore della stampa 3D che progetta, produce ed effettua la vendita di stampanti interamente Made in Italy, mette al centro dei suoi progetti la componente sostenibile. In occasione della Maker Faire del 2019 a Roma ha realizzato il progetto Rigenera, un processo di economia circolare per cui da rifiuti plastici hanno realizzato attraverso le tecnologie additive delle turbine eoliche. In occasione della Fiera, Wasp ha mostrato ai visitatori tutto il processo di generazione delle turbine, dal recupero del polipropilene riciclato al 100% alla produzione del prodotto.

4.4 La raccolta dei rifiuti in plastica in Italia

Di seguito vengono riportate le conclusioni di tre studi che analizzano le quantità di materie plastiche riciclate in Italia negli ultimi anni:

ISPRA: riciclo degli imballaggi dal Rapporto sui Rifiuti Urbani//2020

IPPR: analisi quantitativa 2019 materie plastiche riciclate utilizzate in Italia

4.4.1 ISPRA: riciclo degli imballaggi dal Rapporto sui Rifiuti Urbani//2020

Il Rapporto Rifiuti Urbani//2020 di ISPRA riporta che nel 2019 la percentuale di imballaggi e rifiuti di imballaggi complessivamente riciclati è stata pari al 70% sull'immesso al consumo, quindi coincidente con l'obiettivo del 70% al 2030. Tutte le categorie merceologiche hanno superato i rispettivi obiettivi previsti dalle direttive UE al 2025, tranne la plastica che si è fermata al 45,5% rispetto all'obiettivo del 50% (vedi Tabella 2).

Tabella 2. Percentuali di riciclaggio dei rifiuti di imballaggio per frazione merceologica rispetto agli obiettivi di riciclaggio al 2025, anni 2018-2019.

Materiale	2018	2019	Obiettivi al 2025
Acciaio	77,5	82,2	70%
Alluminio	78,2	70,0	50%
Carta	80,0	80,8	75%
Legno	61,9	63,1	25%
Plastica	43,8	45,5	50%
Vetro	73,4	77,3	70%
TOTALE	68,3	70,0	65%

Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati CONAI e Consorzi di filiera

ISPRA riporta inoltre che la quantità di rifiuti di imballaggi avviata all'incenerimento nel 2019 proveniente dalla sola superficie pubblica, è stata pari a oltre 1,5 milioni di tonnellate, facendo rilevare un aumento del 2,5%, corrispondente a circa 36 mila tonnellate, in linea con l'andamento del biennio 2017-2018.

Il dato si riferisce sia alle quantità di scarti del trattamento dei rifiuti di imballaggio gestiti direttamente dai Consorzi di filiera sia ai quantitativi di rifiuti di imballaggio presenti nei rifiuti urbani indifferenziati o nel CSS avviati ad impianti di incenerimento con recupero di energia. Le frazioni maggiormente presenti sono la plastica (69,6%) e la carta (25,5%) [vedi ISPRA/Rapporto Rifiuti Urbani//2020 - pag.199].

La medesima criticità, per quanto riguarda la quantità di scarti del trattamento della plastica, si evince anche in Figura 2 (Corepla 2019).

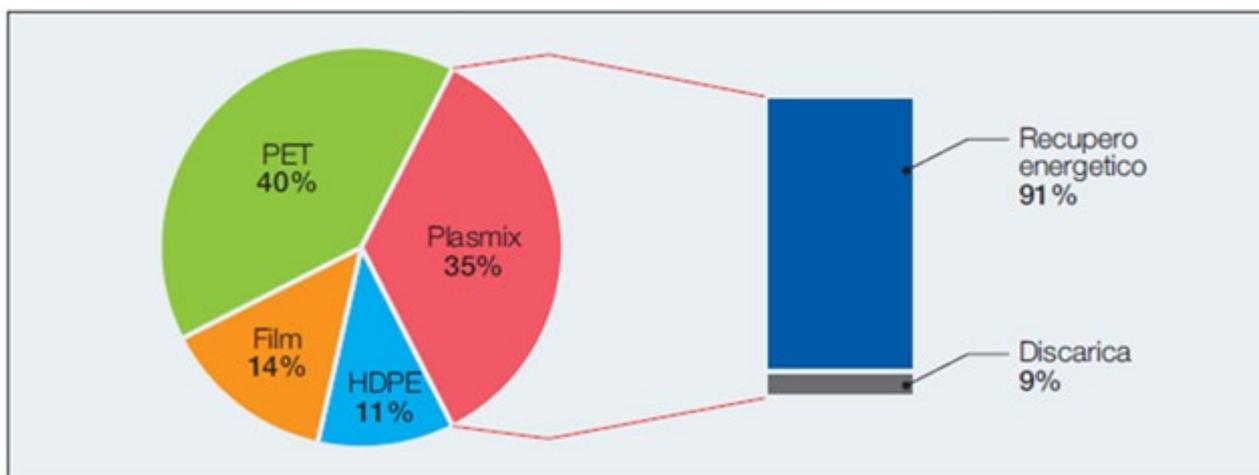


Figura 2. Quota percentuale del riciclo degli imballaggi e gestione del plasmix, 2018 (Corepla 2019).

4.4.2 IPPR: analisi quantitativa 2019 materie plastiche riciclate utilizzate in Italia

“Materie plastiche riciclate in Italia – Analisi quantitativa 2019” è la ricerca realizzata da Plastic Consult (Plastic Consult 2019) per conto di IPPR (Istituto per la Promozione delle Plastiche da Riciclo) con l’obiettivo di aggiornare al 2019:

- i volumi di materie plastiche riciclate provenienti sia da scarti industriali che da post-consumo;
- la ripartizione per polimero e per le principali applicazioni;
- le prospettive future, potenzialità e limiti.

I polimeri oggetto di indagine sono stati tutti i principali polimeri: LD/LLDPE, HDPE, PP, PVC, PS/EPS, PET, Plastiche miste.

La ricerca offre una fotografia al 2019 della filiera delle plastiche riciclate impiegate dall’industria italiana di trasformazione. I dati sono stati raccolti da 178 operatori, 108 aziende di trasformazione, 60 compoundatori/riciclatori e 10 stakeholder.

Nel 2019 sono stati utilizzati dall’industria di trasformazione nazionale circa 1,175 milioni di tonnellate di plastiche rigenerate con un incremento del 4,4% rispetto all’anno precedente (+14,6% sul 2015) e in controtendenza rispetto ai polimeri vergini che hanno registrato invece una contrazione. Come mostrato in Figura 3, 835.000 tonnellate (71%) provengono dal post-consumo, mentre le rimanenti 340.000 (29%) dal pre-consumo in ulteriore diminuzione (in termini percentuali) a causa del miglioramento tecnologico in ambito produttivo con conseguente riduzione degli sfridi di produzione.



Figura 3. Trend della quantità di plastiche rigenerate.

La principale materia plastica rigenerata è il polietilene sia ad alta che a bassa densità, anche se con una quota marginalmente ridotta rispetto al 2018 e pari a poco più del 30% dei volumi complessivi. Segue il polipropilene al 27% con quota in riduzione, mentre si registra una crescita per il PET che sale al 20%. Mantengono la propria quota il PVC (7%), le stireniche (PS ed EPS) con il 6% e le plastiche miste (9%) (Figura 4).

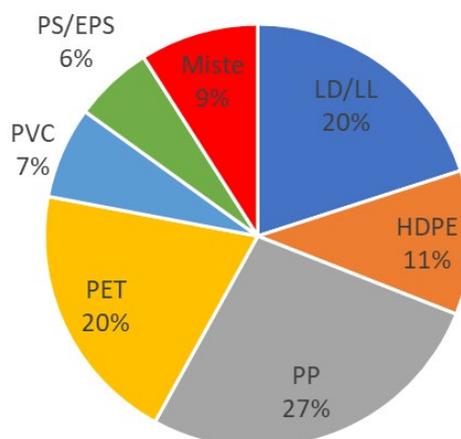


Figura 4. Impiego di riciclati: ripartizione per polimero.

A livello di applicazioni d'uso, come mostrato in Figura 5, aumenta nettamente la quota dell'imballaggio che si attesta intorno al 31% con un forte incremento del 16% (+ 50.000 tonnellate) rispetto al 2018. Segue l'edilizia al 23% in limitata crescita. Quote stabili per igiene e arredo urbano (16%), casalinghi e arredamento (9%) e agricoltura. In calo articoli tecnici e tessile.

Interessante notare come, se il polipropilene rappresenta il 19% della plastica prodotta, rappresenta ben il 27% dell'impiego post riciclo a conferma dell'enorme potenziale di questo materiale, mentre il polietilene sostanzialmente ha un rapporto paritetico tra impiego vergine e reimpiego post riciclo.

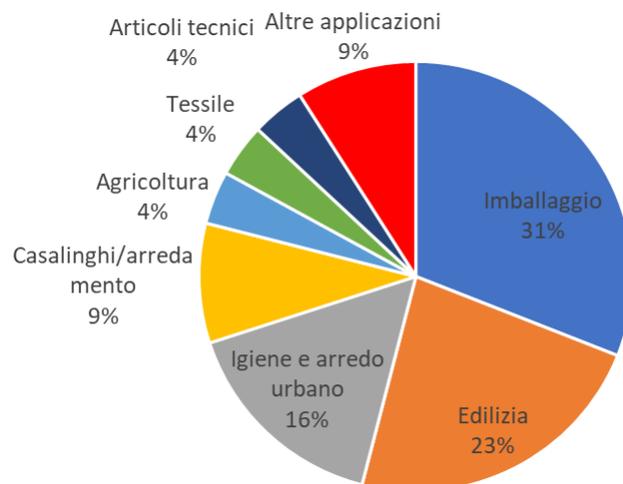


Figura 5. Impiego di riciclati: ripartizione per settore.

Le prospettive di breve termine sono pesantemente influenzate dalla pandemia Covid-19 che ha completamente sconvolto il quadro evolutivo del comparto. Lo scenario evolutivo a medio termine, con l'auspicato rientro dell'emergenza sanitaria, vede in prospettiva il recupero dell'impiego di materie plastiche rigenerate da parte dell'industria nazionale di trasformazione. Il contesto esterno resta infatti favorevole allo sviluppo dei riciclati.

Dal punto di vista tecnologico, l'industria italiana di trasformazione delle materie plastiche è all'avanguardia nella capacità di impiego e di valorizzazione di tutti i riciclati.

Permangono però ostacoli strutturali alla crescita potenziale del comparto legati a questioni:

- economiche: scarsa competitività economica dei riciclati;
- tecniche: per alcune applicazioni le caratteristiche delle materie prime seconde non sono in grado di raggiungere gli standard qualitativi richiesti dalla filiera a valle; inoltre, l'evoluzione tecnologica e la sempre maggiore attenzione ai costi ha progressivamente ridotto la disponibilità di scarti pre-consumo;
- legislative: incertezza interpretativa della legislazione vigente in tema di produzione e impiego di riciclati.

4.5 La raccolta organizzata dei rifiuti in plastica

L'organizzazione della raccolta dei rifiuti è il primo passo in qualsiasi processo di gestione dei rifiuti e riveste un ruolo fondamentale, poiché determina la composizione dei flussi dei rifiuti e, pertanto, la loro idoneità alle operazioni di pre-trattamento a valle, selezione e recupero.

In Europa sono attivi vari piani di raccolta dei rifiuti domestici, alcuni prevedono la sola raccolta degli imballaggi in plastica, altri quella degli imballaggi in plastica insieme ad altri materiali, altri la raccolta di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

Idealmente, questi piani dovrebbero avere in comune l'obiettivo di massimizzare il recupero dei materiali riciclabili e il valore dei rifiuti, impedendo che queste risorse preziose vengano smaltite in discarica. Inoltre, dovrebbero essere allineati con l'infrastruttura a valle per il pre-trattamento e la selezione, al fine di massimizzare il recupero, migliorare le prestazioni ambientali e gestire i costi.

4.5.1 La raccolta degli imballaggi

Nel 2019 sono state immesse al consumo circa 2,3 milioni di tonnellate di imballaggi in plastica: di queste, circa 900 mila sono state avviate a riciclaggio e circa 1 milione a recupero energetico, per un recupero totale pari a circa 1,9 milioni di tonnellate (una percentuale del 82% rispetto all'immesso al consumo). La percentuale del riciclaggio, invece, si è attestata su valori di poco inferiori al 40% (gli attuali obiettivi prevedono il raggiungimento del 50% al 2025 e del 55% al 2030 per la sola quota di riciclaggio).

Gli imballaggi in plastica sono costituiti da un mix di polimeri che, raccolti usualmente con imballaggi in metallo (acciaio e alluminio), necessitano di complessi processi di selezione successivi alla raccolta per poter essere avviati efficacemente alle attività di riciclaggio. Il progressivo sviluppo delle raccolte differenziate, soprattutto nelle aree del meridione, richiederà una dotazione impiantistica decisamente superiore a quella esistente per poter soddisfare la domanda di selezione e valorizzazione.

Un tema sicuramente critico è quello degli scarti della selezione effettuata in questi impianti, flusso che viene identificato con il termine di "plasmix". Il Plasmix è il residuo dei processi di selezione delle plastiche da raccolta differenziata dei rifiuti urbani: in particolare è lo scarto prodotto dai centri di selezione secondaria (CSS), all'interno dell'attività svolta per Corepla, ed è costituito da:

- frazioni estranee che non sono riconducibili agli imballaggi in plastica (derivanti prevalentemente da errori commessi nell'attività di separazione dei rifiuti da parte dei cittadini);
- imballaggi non riciclabili allo stato attuale delle tecnologie;
- frazioni estranee (in percentuale trascurabile) presenti a causa di errori di selezione degli impianti che hanno trattato il rifiuto.

Dalla Relazione sulla Gestione 2019 di Corepla (Corepla 2019) si evince che mentre 590.000 tonnellate di plastica sono state avviate a riciclo, quasi 450 mila tonnellate di plasmix sono state inviate a recupero energetico e che al momento appare l'unica forma di trattamento praticabile per questi i flussi residuali delle attività di lavorazione di tutte le raccolte differenziate. Inoltre, oltre 85.000 tonnellate sono state inviate a discarica (Tabella 3 e Tabella 4). Corepla sostiene che il ricorso allo smaltimento in discarica è risultato necessario sia per l'aumento della frazione estranea non riciclabile e non recuperabile energeticamente presente nella raccolta differenziata, sia per le quantità di PLASMIX prodotte da CSS collocati in aree in cui gli impianti di termovalorizzazione e/o i cementifici mancano, oppure non sono in condizione di ricevere tali frazioni. Complessivamente quindi, gli imballaggi in plastica avviati a recupero energetico o in discarica sono una quantità paragonabile a quella avviata a riciclo.

Tabella 3: dati di riciclo di rifiuti d’imballaggio in plastica (t). Il dato sul PET non è confrontabile con gli anni precedenti per l’attribuzione a Coripet di 73.219 t.

PRODOTTO	2017	2018	2019
PET	235.257	244.809	193.918
HDPE	68.472	69.967	71.261
FILM	71.502	84.608	116.884
FILS & IPP	59.130	72.062	59.578
IMBALLAGGI MISTI	120.090	140.183	138.815
SRA	7.774	4.549	10.227
TOTALE	562.224	616.178	590.682

Fonte: COREPLA

Tabella 4: recupero energetico e smaltimento in discarica di rifiuti d’imballaggio in plastica (t). Nel 2019 non sono inclusi i volumi di PLASMIX a recupero energetico attribuiti a Coripet 14.316 t.

	2017	2018	2019
RECUPERO ENERGETICO COREPLA	404.997	472.906	552.865
<i>di cui Imballaggi</i>	324.480	383.057	445.812
<i>di cui Frazione estranea</i>	80.517	89.849	107.053
RECUPERO ENERGETICO RSU	584.400	603.360	567.510
TOTALE RECUPERO ENERGETICO	989.397	1.076.266	1.120.375
MATERIALE in DISCARICA	69.285	110.395	107.011
<i>di cui Imballaggi</i>	55.510	89.421	86.302
<i>di cui Frazione estranea</i>	13.775	20.974	20.709

Fonte: COREPLA

Per quanto riguarda il plasmix, il riciclaggio meccanico, chimico ed eterogeneo devono passare dalla fase di esperienze pilota a quella industriale (vedi accordo fra ACEA AMBIENTE e Consorzio INSTM-Politecnico di Milano per la realizzazione di impianti modulari secondo la tecnologia GASIFORMING®), superando le questioni di carattere tecnico (eterogeneità degli scarti in cui sono presenti oltre a materie estranee anche polimeri molto diversi tra di loro) e prevedendo contestualmente incentivi economici per superare l’elevata onerosità dei processi industriali finalizzati a tale scopo.

Versalis, la società chimica di Eni, è impegnata nello sviluppo di un’innovativa tecnologia di riciclo chimico per trasformare i rifiuti in plastica mista, non riciclabili meccanicamente, in materia prima per produrre nuovi polimeri vergini. I restanti quantitativi di plasmix possono essere destinati alla produzione di combustibili alternativi tramite processi di pirolisi energetica o gassificazione, per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di penetrazione delle fonti rinnovabili nel settore trasporti (recycled carbon fuels, quali idrogeno, metanolo e gas di sintesi).

4.5.2 La raccolta dei RAEE in Europa ed in Italia

Tra il 10 e il 50% in peso delle 4.5 Mt di RAEE raccolti in Europa è costituito da materiali plastici, la cui grande variabilità di contenuto dipende dalla categoria dell'elettrodomestico di appartenenza (Martinho 2012). I polimeri a base stirenica, come appunto l'ABS, il polistirene (PS), il PS ad alto impatto (HIPS), rappresentano più del 50% in peso della plastica RAEE.

Oggi giorno, gli impianti di trattamento RAEE sono principalmente focalizzati sul recupero e la vendita dei metalli ma per raggiungere gli obiettivi minimi di recupero stabiliti dalla Direttiva RAEE (Direttiva EU/2012/19) è fondamentale anche il recupero della frazione plastica. La gestione di questa frazione è però estremamente complessa a causa delle diverse dimensioni dei rifiuti da trattare (da uno smartphone a un frigorifero), la variabilità dei polimeri impiegati e la presenza di quantità a volte considerevoli di una varietà di additivi diversi, utilizzati per fornire alle plastiche determinate caratteristiche (Maris et al. 2015). La filiera della plastica RAEE da riciclo mostra punti deboli già dalle sue fasi iniziali: basti pensare che l'identificazione delle singole plastiche avviene attraverso le etichette stampate o la conoscenza pregressa degli operatori e questo può comportare una conseguente non corretta designazione del polimero durante la selezione. In conclusione, la plastica RAEE di buona qualità oggi è venduta ai riciclatori ad un valore compreso tra 0,1÷0,4 €/kg, mentre la rimanente parte viene inviata a incenerimento o in discarica, costituendo un costo per l'impianto.

4.5.3 L'impegno volontario della filiera del PVC

VinylPlus è l'impegno dell'industria europea del PVC per lo sviluppo sostenibile. Attraverso VinylPlus, l'industria europea del PVC sta creando un modello di sviluppo sostenibile di lungo periodo per l'intera filiera, migliorando la sostenibilità e la circolarità dei prodotti in PVC e il loro contributo a una società sostenibile. VinylPlus rappresenta oltre 200 aziende di produzione di PVC resina e additivi e di trasformazione di materie plastiche, e coordina un network di circa 150 riciclatori. L'impegno copre l'Europa dei 27, Norvegia, Svizzera e UK.

L'impegno volontario degli ultimi 20 anni

VinylPlus è il secondo Impegno Volontario decennale per lo sviluppo sostenibile dell'industria europea del PVC. Lanciato nel 2011, il programma è stato sviluppato in un processo di dialogo aperto con le parti interessate: l'industria, le organizzazioni non governative (ONG), i legislatori, i rappresentanti pubblici e gli utenti.

Maggiori informazioni sul Voluntary Commitment dell'industria del PVC europea e su tutti i suoi obiettivi sono disponibili sui siti www.vinylplus.eu e www.pvcforum.it/vinylplus/.

Come supporto a VinylPlus per lo sviluppo di sistemi di riciclo a "loop chiuso", attraverso il coinvolgimento di un sempre maggior numero di aziende trasformatrici, è stato creato Recovinyl.

A Recovinyl (www.recovinyl.com) è stato dato inizialmente l'obiettivo di facilitare la costruzione di sistemi di collettamento e riciclo, mentre ora ha il compito di consolidare e rendere disponibili una sempre maggiore quantità di PVC da riciclare, per soddisfare quella domanda di PVC riciclato che essa stessa ha contribuito a creare. Compito di Recovinyl è anche quello di certificare le tonnellate riciclate che vengono poi ufficializzate attraverso l'annuale Progress Report.

In Figura 6 sono riportati i dati relativi alle quantità riciclate per settore applicativo aggiornate al 2019:

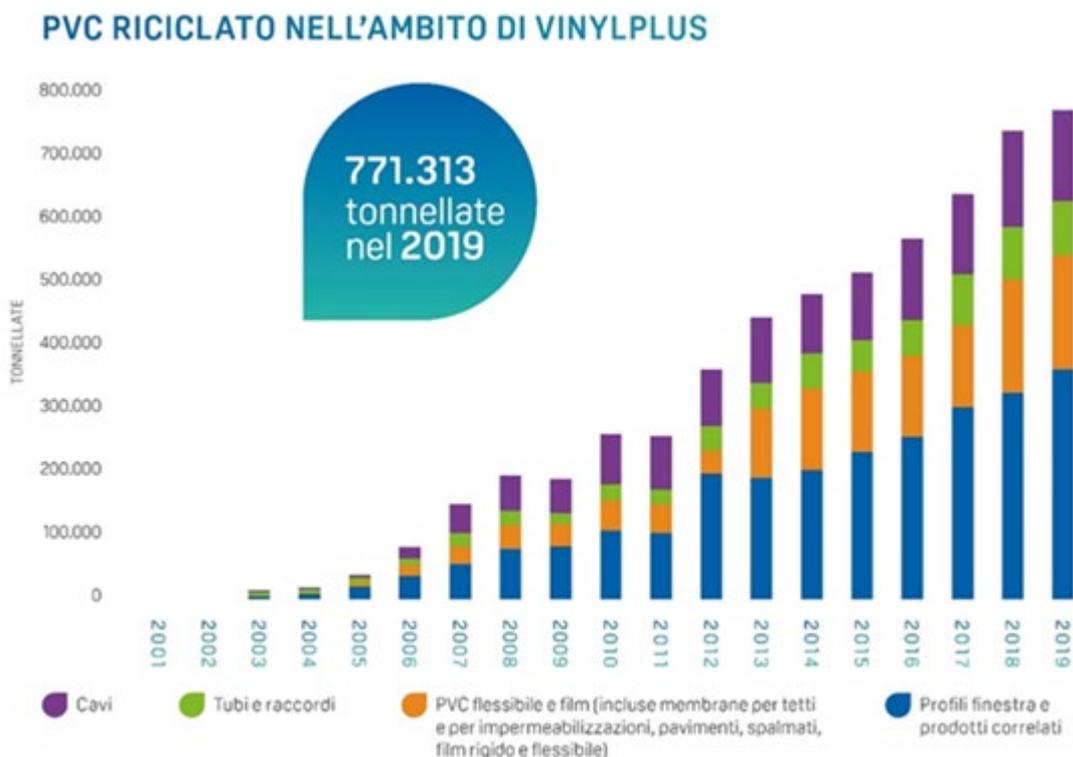


Figura 6. Quantità di PVC riciclate per settore applicativo.

L'impegno volontario per i prossimi 10 anni

Nel giugno 2021, al termine del suo secondo impegno volontario, l'industria europea del PVC ha lanciato [VinylPlus 2030](#), il suo nuovo impegno decennale per lo sviluppo sostenibile. Attraverso workshop interni e con un processo aperto di consultazione delle parti interessate, sono stati identificati tre "percorsi" e 12 "aree di azione" che abbracciano la circolarità della filiera del PVC, il suo avanzamento verso la carbon neutrality, la minimizzazione dell'impronta ambientale di processi produttivi e prodotti in PVC, nonché la collaborazione con le parti interessate e alleanze globali:

- il **Percorso 1** riguarda la circolarità del PVC – riciclo, sicurezza dei prodotti contenenti legacy additives, nuovi schemi di raccolta e riciclo, nuove tecnologie di riciclo e facilitazione del futuro riciclo mediante l'eco-design di prodotto
- il **Percorso 2** riguarda la decarbonizzazione e la minimizzazione dell'impronta ambientale. L'uso di riciclati e materie prime a base biologica, così come di energia rinnovabile, sono le opzioni per la riduzione dell'impronta di carbonio. Il Percorso 2 include anche la riduzione dell'impatto delle produzioni sull'ambiente e la gestione sostenibile delle materie prime e delle sostanze chimiche.
- il **Percorso 3** riguarda trasparenza, responsabilità e partnership per la sostenibilità. Include il contributo allo sviluppo sostenibile attraverso prodotti certificati e tracciabili e il coinvolgimento delle parti interessate nella trasformazione sostenibile dell'industria del PVC. Le partnership con stakeholder esterni – pubblica amministrazione, grandi marchi, ONG e società civile – sono fondamentali per migliorare il contributo dell'industria del PVC agli SDGs.

Per raggiungere i suoi obiettivi e continuare a progredire verso la piena circolarità e sostenibilità della filiera, VinylPlus è fortemente impegnato a sostenere progetti e iniziative di R&S e innovazione.

5. Tecnologie per il riciclo delle materie plastiche



5 Tecnologie per il riciclo delle materie plastiche

Sul totale del quantitativo di rifiuti in plastica, nel mondo solo il 16% viene raccolto per essere avviato a riciclo, dove, dopo le perdite di processo, il 12% viene recuperato e riciclato nel ciclo produttivo. Il rimanente viene incenerito (25%), non sempre con recupero di energia, o avviato in discarica (40%). Poco meno di 50 milioni di tonnellate, il 19% dei rifiuti mondiali, non è gestito, viene disperso ed è una delle cause principali del “marine litter”.

Applicare un modello circolare al ciclo di vita delle plastiche vuol dire trarne valore anche una volta che queste sono diventate rifiuti. In questo ambito, il riciclo è il grande protagonista.

Il tema del riciclo delle plastiche è uno dei punti centrali all'attenzione del legislatore europeo e nazionale. La Strategia europea per le plastiche stabilisce l'obiettivo volto ad “assicurare che, entro il 2025, dieci milioni di tonnellate di plastica riciclata vengano trasformati in nuovi prodotti immessi sul mercato dell'UE” ed invita stakeholder pubblici e privati ad assumere impegni volontari per promuoverne la diffusione. Per raggiungere questo target ambizioso e sostenere la collaborazione dei diversi attori implicati nel settore delle plastiche, la Commissione europea ha lanciato l'11 dicembre 2018 la Circular Plastic Alliance (CPA). Un traguardo questo a cui si affiancano ulteriori obiettivi relativi al tasso di riciclo e al contenuto di riciclato già fissati dalla Comunità Europea e dai legislatori nazionali in diverse direttive e regolamenti, in cui il tema del riciclo delle plastiche ha un ruolo cruciale.

L'implementazione sinergica delle diverse tipologie di riciclo, meccanico, fisico e chimico, permetteranno non solo di valorizzare al massimo tutti i tipi di rifiuti in plastica, ma anche di diminuire la dipendenza dalle fonti tradizionali, in quanto i rifiuti diventano una nuova materia prima.

Ad oggi la modalità di riciclo largamente predominante è il cosiddetto riciclo meccanico per il quale è essenziale separare le differenti tipologie di plastica al fine di lavorarle meccanicamente, ovvero alterandone solo in minima parte le caratteristiche.

I processi di riciclo meccanico sono molto efficienti e grazie ad essi si sono raggiunti importanti obiettivi di recupero e riciclo dei rifiuti in plastica in Europa: nell'ultimo decennio la raccolta di rifiuti in plastica post-consumo in Europa è cresciuta del 20%. Se consideriamo in particolare i rifiuti da imballaggi in plastica, che rappresentano oltre il 60% di tutti i rifiuti in plastica, la quota che è stata destinata al riciclo è quasi raddoppiata: il riciclo è diventato la prima opzione di valorizzazione di questi rifiuti.

Seppur negli anni il tasso riciclo dei rifiuti in plastica sia notevolmente aumentato, per raggiungere i nuovi obiettivi europei è importante superare gli ostacoli tecnici ed economici che, ad oggi, non permettono di riciclare alcune tipologie di rifiuti plastici o di soddisfare le applicazioni più complesse. Per questo è fondamentale sviluppare anche tecnologie di riciclo fisico e chimico, complementari a quello meccanico.

Gli investimenti in ricerca e innovazione si rivelano dunque elementi chiave per la transizione verso l'economia circolare del settore della plastica che si potrà raggiungere tramite lo sviluppo delle diverse tipologie di riciclo.

A dicembre 2019 la Commissione europea ha pubblicato il Green Deal, il proprio piano per trasformare il futuro dell'Europa (Commissione Europea 2019). Si tratta di un documento non legislativo che delinea una strategia finalizzata a supportare l'economia europea e allo stesso tempo virare definitivamente verso una crescita sostenibile e neutrale dal punto di vista delle emissioni (carbon neutrality), individuando le iniziative per i prossimi anni in materia di sostenibilità, economia circolare e politiche climatiche.

Con l'avvento della pandemia e i forti impatti che ha generato dal punto di vista umano ed economico, oggi l'Europa si trova davanti ad una grande sfida ed opportunità: rilanciare l'economia in chiave sostenibile.

Guardando al settore delle plastiche, lo scenario di emergenza sanitaria e la successiva fase di graduale ripresa, hanno reso evidente come la plastica abbia avuto un ruolo di primo piano in applicazioni fondamentali quali quelle farmaceutiche e il packaging alimentare in grado di preservare l'integrità del cibo da un punto di vista dell'igiene lungo tutta la catena dalla produzione fino alla distribuzione al consumatore.

Queste evidenze possono essere un'opportunità per sostenere il valore delle applicazioni della plastica ed affrontare le chiare questioni legate al loro smaltimento, dove l'economia circolare può e deve svolgere un ruolo primario.

Considerando specificatamente la rilevanza di temi quali l'igiene e la salute dei consumatori, è particolarmente importante e strategico incentivare il riciclo, ed in particolare una forma di riciclo delle materie plastiche che assicuri la sicurezza del prodotto finale. A questo proposito, lo sviluppo di tecnologie di riciclo chimico permetterà di ottenere polimeri con standard qualitativi elevati, poiché equivalenti ai vergini, tali da essere perfettamente idonei ad applicazioni quali food e pharma.

Per una vera trasformazione circolare del settore è necessario supportare le aziende e promuovere investimenti ad esempio in infrastrutture adeguate che permettano una ottimizzazione della raccolta differenziata, in R&D per lo sviluppo di tecnologie competitive ed efficaci che permettano il raggiungimento dei target europei, nella promozione di un mercato per le materie prime seconde e i prodotti con contenuto di riciclato.

Lo sviluppo di tecnologie innovative per il riciclo, prima meccanico (selezione, lavaggio e triturazione), termico (densificazione, estrusione) e poi chimico (rigenerazione dei polimeri), va incentivato avvalendosi di strumenti quali la detassazione e/o l'erogazione di contributi a fondo perduto per la realizzazione di impianti. Analogo discorso, nel contesto delle bioplastiche biodegradabili e compostabili, andrebbe previsto per il riciclo organico degli imballaggi compostabili. Inoltre, in vista di un crescente utilizzo delle materie prime seconde, risulta fondamentale che tutti gli stakeholder rispettino dei requisiti minimi per il calcolo di quanto materiale riciclato è immesso nei prodotti. Nel caso del riciclo chimico della plastica ad esempio la metodologia applicabile più adeguata è quella del "mass balance approach", che garantisce la corretta attribuzione delle caratteristiche di sostenibilità delle materie prime alternative utilizzate e la relativa attribuzione del contenuto di riciclato ai prodotti finali. L'approccio mass balance è di fondamentale importanza quando non si può realizzare la separazione fisica tra materia prima tradizionale e materia prima alternativa. Sebbene non siano stati ancora perfezionati specifici standard internazionali relativi a tale metodologia, esistono comunque schemi di certificazione indipendenti che permettono di applicare i criteri dell'approccio del bilancio di massa assicurando i principi di trasparenza e verificabilità, quali ad esempio la certificazione ISCC PLUS. Sugeriamo dunque, la necessità di sviluppare un quadro normativo che riconosca un approccio basato sul bilancio di massa che garantisca provenienza, qualità e quantità del contenuto di riciclato da riciclo chimico nei prodotti finali attraverso standard ad hoc, riconosciuti sul piano internazionale, o attraverso il riconoscimento formale degli schemi di certificazione riconosciuti.

Per incrementare la possibilità di riciclo, occorre innanzitutto sviluppare e premiare l'ecodesign e incentivare l'immissione sul mercato di plastiche riciclabili. Ecodesign ed economia circolare sono infatti due elementi cardine di un modello economico sostenibile. Una progettazione basata sull'impiego efficiente di risorse e materiali permette, da un lato, di ridurre l'impatto ambientale legato alla produzione e contribuisce, dall'altro, anche a ridurre la quantità di rifiuti generati, intervenendo

su durabilità, riparabilità, possibilità di aggiornamento e riciclabilità dei prodotti stessi. Una progettazione orientata al riciclo quindi migliorerà la qualità dei materiali riciclati, facendo aumentare di conseguenza l'utilizzo di materiale riciclato.

Inoltre, per operare in maniera più efficace dal punto di vista dello sviluppo dell'industria del recupero, sia sul tema degli investimenti che su quello dell'innovazione tecnologica, va superata la divisione tra rifiuti urbani e speciali a favore di un approccio legato alla massima valorizzazione dei flussi per tipo di polimeri.

Infine, dal punto di vista della comunicazione, per dare evidenza alla valutazione dell'impatto ambientale, si dovrebbero adottare delle classi di riciclabilità visibili al consumatore (in funzione del polimero utilizzato o del tipo di prodotto commercializzato) al pari delle classi energetiche degli elettrodomestici, o si dovrebbe rendere evidente il costo differenziato al momento dell'acquisto (come attualmente in uso per l'IVA).

5.1 Il riciclo meccanico - tecnologie per la valorizzazione dei rifiuti plastici

Il riciclo meccanico rappresenta oggi la modalità di riciclo largamente predominante, per la quale è essenziale separare le differenti tipologie di plastica al fine di lavorarle meccanicamente, ovvero alterandone solo in minima parte le caratteristiche (Figura 7).



Figura 7. Rifiuti avviati al riciclo.

“Avviare al riciclo” significa proprio iniziare a separare le plastiche miste che compongono il contenuto del “sacchetto giallo” nelle diverse famiglie polimeriche. Parlare di “plastica” significa infatti parlare di una famiglia di materiali che, accomunati da alcune caratteristiche, differiscono profondamente per natura chimica.

Le principali tipologie di plastiche utilizzate nel packaging in Italia sono il Polietilene PE (ad alta e bassa densità, utilizzati principalmente per produrre, rispettivamente, flaconi e film), il Polipropilene PP (utilizzato tanto per imballaggi rigidi quanto per imballaggi flessibili), il Polietilenteraftalato PET (bottiglie per bevande e vaschette trasparenti), il Polistirene PS (nelle forme compatte utilizzate ad

esempio per i vasetti da yogurt, ed espanso, utilizzato per cassette da pesce ed imballo elettrodomestici), il Polivinilcloruro PVC (blister per medicinali, etichette, tubetti di dentifricio).

La prima separazione avviene nei cosiddetti CSS – Centri di Selezione e Stoccaggio – dove i diversi tipi di plastica conferiti vengono suddivisi dapprima per dimensione, quindi per tipologia “fisica” (imballo bi- o tridimensionale), e infine, solo per talune tipologie, per mezzo di sensori all’infrarosso. A questo punto il materiale, ancora di proprietà di Corepla, viene venduto all’asta ai riciclatori, che lo lavano, operano ulteriori selezioni per densità e per colore, quindi lo estrudono arrivando a granuli o flakes di plastica riciclata, la cosiddetta Materia Prima Seconda (ossia End of Waste o sottoprodotto come meglio specificato nell’ultima normativa), presentando tuttavia le limitazioni sopra citate. Dopo una grossolana selezione per tipologia di polimero i prodotti subiscono un trattamento meccanico di frantumazione ed estrusione che non altera profondamente la natura del polimero e possono essere riutilizzati direttamente dai trasformatori per produrre nuovi manufatti, ma non per tutte le applicazioni: si pensi ad esempio alle applicazioni alimentari, alle applicazioni in tubi ad alta pressione, in cui i materiali devono essere certificati come “idonei al contatto alimentare” o avere caratteristiche meccaniche certificate. Entrambe queste cose non sono garantite dal processo e dalla filiera.

Diversi sono gli aspetti critici presentati dall’attuale tecnologia di riciclo meccanico (Ragaert et al. 2017):

- Selezione. I metodi di selezione in uso presso i riciclatori sono fondamentalmente basati sulla separazione per densità (galleggia/affonda) e sul riconoscimento dello spettro infrarosso tipico del polimero (NIR). Entrambe queste tecniche hanno dei limiti: la prima (separazione per densità), oltre che operare una separazione molto grossolana, è inficiata dalla frequente presenza di cariche minerali che aumentano “artificiosamente” la densità del polimero; la seconda (riconoscimento a spettro infrarosso), oltre ad essere cieca per i co-ori molto scuri, è una misura superficiale ed è quindi soggetta ad errori legati ad esempio alla “lettura” di etichette e non del grosso del manufatto. Il risultato è che la purezza del prodotto selezionato è molto bassa e difficilmente supera l’80%. Questo risulta in MPS con caratteristiche meccaniche scarse dovute alla presenza di polimeri incompatibili.
- Degradazione termomeccanica. I processi di rilavorazione dei polimeri inducono delle degradazioni degli stessi sia per motivi termici che per motivi di stress. In particolare, una delle conseguenze più evidenti è la variazione (aumento) dell’indice di fluidità MFI, grossolana valutazione della viscosità dei polimeri allo stato fuso. È evidente che un elevato numero di rilavorazioni, a cui tende una economia veramente circolare, giungerà prima o poi ad una viscosità talmente bassa da rendere i polimeri riciclati meccanicamente non più lavorabili e quindi non utilizzabili.
- Problemi di odore. Le plastiche, in particolare quelle da post-consumo domestico, sono contaminate da residui organici che naturalmente si degradano dando origine a cattivi odori, oppure hanno contenuto prodotti, ad esempio i detersivi, che hanno per loro natura odori marcati. Alcuni tipi di plastiche e di applicazioni sono particolarmente soggette ad assorbire questi composti odorosi, che inoltre spesso hanno soglie olfattive molto basse. L’eliminazione di questi odori, che limita fortemente la possibilità di utilizzo, è affrontata con diverse tecnologie, non tutte risolutive.
- Contatto con gli alimenti. Come già accennato in precedenza, l’ottenimento dell’idoneità al contatto con gli alimenti è un tema piuttosto complicato. Al momento solo il PET riciclato è utilizzato, in uno strato interno, nei contenitori per bevande. Similmente, Versalis (Eni) ha lanciato un nuovo prodotto destinato all’imballaggio alimentare e realizzato per il 75% con polistirene riciclato ricavato dalla raccolta differenziata domestica. Con tale materiale è stato realizzato un innovativo vassoio per alimenti riciclabile - frutto della collaborazione di diversi attori della filiera - composto di uno strato

interno con il prodotto Versalis e di due strati esterni in polistirene vergine. Questa struttura, denominata barriera funzionale A-B-A, garantisce la compatibilità per il contatto con gli alimenti.

Il riciclo meccanico dunque necessita indubbiamente di un impulso per migliorare la qualità, che ne limita di fatto l'applicazione ai tassi attuali. Tuttavia, grazie alla sua maggiore semplicità ed economicità, non deve essere abbandonato ma considerato complementare alle più sofisticate tecniche di riciclo chimico.

La domanda di plastica riciclata è, per la natura stessa del materiale, strettamente dipendente dal prezzo del petrolio che influenza il costo della materia prima vergine. Prendendo come esempio l'imballaggio, si stima, che nel 2014 in Europa circa il 13% del volume totale di plastica destinata al riciclaggio (44%) sia arrivato al mercato dei trasformatori europei, mentre un 30% è stato esportato, senza informazioni sul destino finale. Oggi, inoltre, la recente messa al bando sull'importazione dei rifiuti plastici da parte della Cina e di altri paesi del Far East, ha profondamente colpito il mercato del riciclo, soprattutto per quelle frazioni caratterizzate da una bassa qualità.

Questo paragrafo, che è dedicato al concetto di "riciclo meccanico", prende in esame anche quelle materie plastiche che meglio si adattano alla realizzazione dell'Economia Circolare attraverso questa tecnologia.

Con riciclo meccanico si intende la trasformazione dei rifiuti in plastica in materie prime, senza una modifica sostanziale della struttura chimica del materiale. In linea di principio, tutti i prodotti termoplastici possono essere riciclati meccanicamente con impatto minimo o pari a zero sulla qualità del materiale. Al momento, il riciclo meccanico implica minimi requisiti di lavorabilità del materiale ed è la forma di riciclo più usata in Europa.

Ideali per il riciclo meccanico sono i flussi di rifiuti che possono fornire con facilità plastica pulita di un solo tipo in grandi quantità, con vantaggi sia da un punto di vista ambientale che economico: i vantaggi ambientali dati dalla sostituzione della materia prima vergine superano generalmente l'impatto ambientale provocato dalle operazioni di raccolta, differenziazione, trasporto e riciclo, mentre i costi di tali operazioni possono essere superati dai possibili ricavi forniti dalla vendita dei materiali riciclati sul mercato.

Il riciclo meccanico della plastica consiste nella lavorazione meccanica di oggetti raccolti come rifiuto o sottoprodotto, che diventano così materia prima-(seconda) per la produzione di nuovi oggetti.

Il riciclo meccanico degli sfridi di lavorazione, cioè quelli provenienti dal circuito industriale, è una attività consolidata da tempo. La qualità dei prodotti ottenuti sarà fortemente dipendente dalla qualità della selezione operata sul prodotto di riciclo. Per questo motivo, l'industria del settore tenta di migliorare continuamente le tecniche di selezione dei materiali di riciclo, con particolare riferimento ai prodotti post-consumo al fine di ottenere frazioni sempre più "pulite" di materiali omogenei.

A seconda della tipologia di rifiuto plastico recuperato, e avviato al processo di riciclo meccanico, si possono ottenere materiali di riciclo in polvere, in scaglie o in granuli da utilizzare nella produzione dei nuovi manufatti.

Mentre per il riciclo delle plastiche usate nell'imballaggio, prevalentemente PET e PO, rimandiamo al capitolo specifico, di seguito sono riportati esempi di materie plastiche che hanno i requisiti necessari per essere sottoposte al riciclo meccanico, quali PVC, EPS e le plastiche da RAEE.

5.1.1 Polivinilcloruro (PVC)

Il PVC è un materiale riciclabile e concretamente riciclato. Può essere ripetutamente riciclato più volte senza perdere in modo significativo le sue caratteristiche prestazionali. Dal punto di vista

ambientale, la domanda di energia primaria del PVC riciclato è generalmente tra il 45% e il 90% inferiore rispetto a quella relativa alla produzione di PVC vergine (a seconda del tipo di PVC e del processo di riciclo). Inoltre, secondo una stima prudenziale, per ogni kg di PVC riciclato vengono risparmiati in media 2 kg di CO₂. Su questa base, il risparmio di CO₂ derivante dal riciclo di PVC in Europa è attualmente stimato intorno a 1,5 milioni di tonnellate all'anno.

Dal punto di vista economico, lo studio di analisi costo/benefici del riciclo del PVC, sviluppato da Althesys (<https://www.pvc4cables.org/en/media-en/news/item/146-tco>) su cavi e tubazioni in PVC, dimostra un saldo netto positivo del riciclo per tutti i casi considerati.

Alcuni settori applicativi sono già normati (packaging, elettronici/elettrotecnici) e il riciclo avviene all'interno di sistemi di raccolta istituzionalizzati (Conai, Corepla, ecc.). Per gli altri settori non regolamentati, i progetti di riciclo sono stati gestiti fino al 2010 nell'ambito dell'iniziativa Vinyl 2010 dell'industria europea del PVC e dai suoi network nazionali, in collaborazione con le associazioni settoriali dei trasformatori, i riciclatori e le istituzioni preposte.

Nel 2011, con la firma del secondo Impegno Volontario della filiera europea del PVC, VinylPlus, l'industria si è impegnata a riciclare 800.000 tonnellate/anno di PVC post consumo (con l'inclusione dei settori normati) entro il 2020. Un nuovo Impegno Volontario, denominato VinylPlus 2030, è stato presentato per il periodo 2021-2030 che ha ancor più rafforzato l'impegno sul riciclo meccanico. L'industria europea del PVC ha investito, sta investendo ed investirà allo scopo di aumentare significativamente gli attuali livelli di recupero, nello sviluppo di nuove tecnologie di riciclo in particolare nei seguenti campi:

- prevenzione dei rifiuti (riutilizzo degli sfridi di lavorazione e riduzione dei rifiuti provenienti dagli impianti di produzione e trasformazione),
- riciclo meccanico del materiale da rifiuto (quando e ove possibile) nello stesso settore di provenienza,
- riciclo meccanico in settori alternativi.

Tra i principali mercati di sbocco per il PVC riciclato segnaliamo (Figura 8):

- Strato intermedio per tubi fognature
- Serramenti
- Barriere antirumore
- Profili per recinzioni, parapetti
- Panchine in PVC miscelato ad altre plastiche
- Pedane antiscivolo
- Pavimentazioni o percorsi pedonali
- Listelli e doghe per pavimenti e rivestimenti
- Paraurti angolari e orizzontali
- Rallentatori stradali
- Paraspruzzi per autocarri
- Sistemi di drenaggio e pavimentazione per stalle e percorsi ippici
- Blocchi e pareti di cemento alleggerito con PVC rigido o plastificato di riciclo
- Pareti di rivestimento esterne
- Passatoie arrotolabili
- Tappeti in PVC per aree gioco



Figura 8. Esempi di manufatti prodotti con PVC riciclato.

a) Il programma volontario VinylPlus in Italia

L'impegno volontario europeo della filiera del PVC è, naturalmente, applicato anche in Italia. Nel campo del riciclo del PVC, l'industria italiana continua ad essere attiva nell'ottimizzazione delle filiere del riciclo già operative, nella ricerca di nuove aree di approvvigionamento dei rifiuti e nel miglioramento della qualità dei rifiuti messi a disposizione del trasformatore. A questo scopo sono state realizzate pratiche innovative e schemi pilota con la definizione di una buona pratica per la raccolta e selezione del PVC post consumo.

Nel 2019 sono state riciclate in Italia oltre 80.000 tonnellate di PVC riciclato di cui 65.000 tonnellate certificate da Recovynl, una società di VinylPlus creata appositamente per la certificazione delle quantità raccolte e inviate con sicurezza al riciclo.

In Figura 9 è mostrata la curva che illustra l'andamento delle quantità certificate riciclate a partire dall'inizio degli anni 2000 fino al 2018.

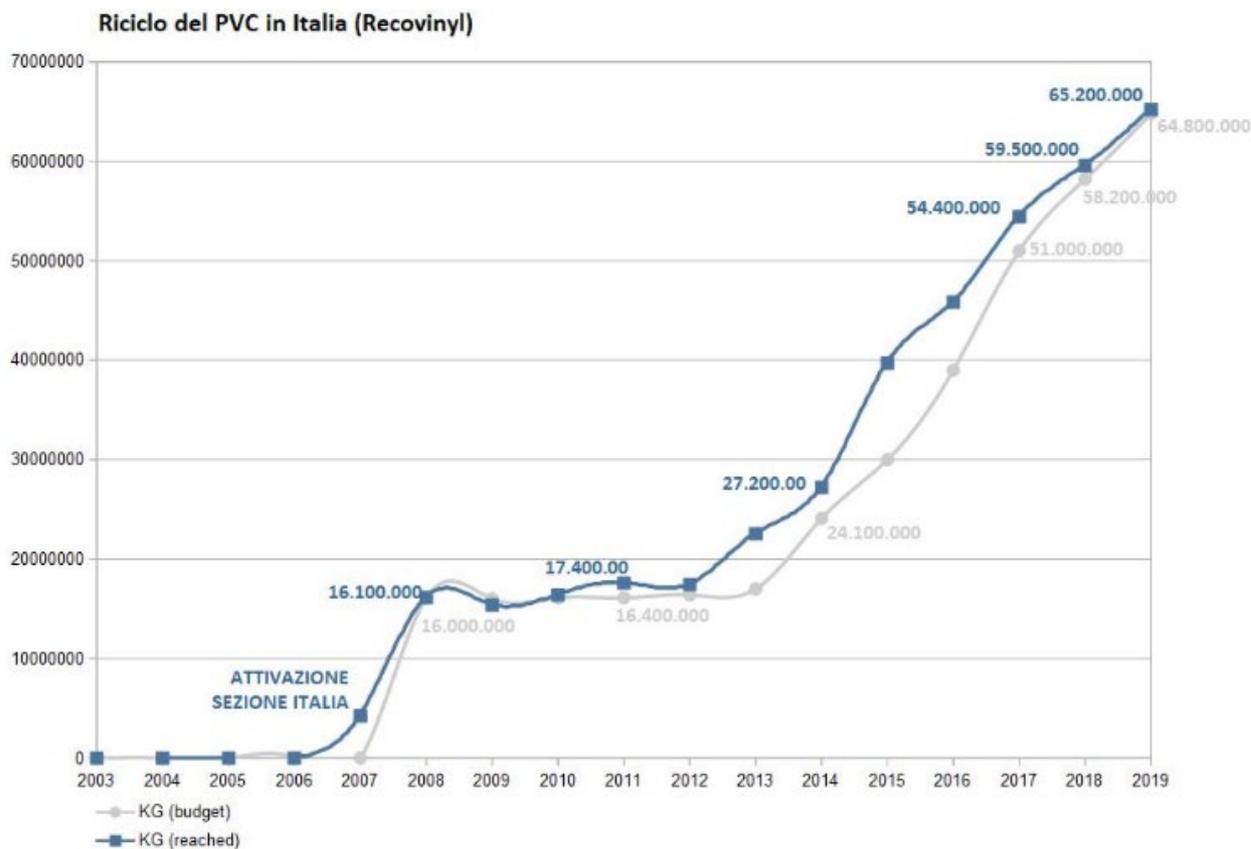


Figura 9. Riciclo del PVC in Italia.

Da uno studio Plastic Consult, per il PVC Forum Italia, è stato stimato che le quantità di PVC riciclate in Italia sono di circa 80-90.000 t/a.

Come parte del PVC Network europeo, la filiera italiana del PVC non solo sostiene e collabora con i progetti integrati a livello europeo per lo sviluppo della raccolta e del riciclo di manufatti in PVC a fine vita, ma altresì ha promosso e promuove specifiche iniziative sul territorio.

Tra i progetti di raccolta e riciclo di manufatti in PVC fine vita ricordiamo:

- Studio di fattibilità per riutilizzare il PVC proveniente da demolizioni per alleggerire il cemento. Lo studio ha dimostrato che, per molte applicazioni, il cemento alleggerito con PVC è competitivo rispetto a quello ottenuto con altri materiali;
- Il progetto “Re-Win” per valutare gli schemi esistenti di raccolta e riciclo dei serramenti in PVC a fine vita;
- Il progetto UPU, che riguarda l’utilizzo di riciclato plastificato come strato interno di tubazioni per fognature;
- Il progetto “PVC Upcycling dal de-manufacturing con il recupero e riciclo del PVC dei cavi elettrici di impianti per l’energia al re-manufacturing per prodotti a basso impatto ambientale” sviluppato da Redel, Enea e l’Università di Calabria;
- Il progetto WREP per la raccolta di PVC a fine vita dai centri di raccolta degli ingombranti (bulky waste), illustrato di seguito.

Alcuni di questi progetti sono stati definiti come Buone Pratiche (BP) dalla piattaforma ICESP.

b) Waste Recycling Project: uno schema pilota in Italia

Il WREP, è un “Waste Recycling Scheme”, pilota sviluppato da PVC Forum Italia, l’associazione nazionale dei produttori, trasformatori e riciclatori di PVC, in collaborazione con VinylPlus, l’associazione europea di filiera del PVC di cui il PVC Forum Italia come associazione è membro. Fa parte di un progetto pluriennale denominato WREP - Waste Recycling Project, iniziato nel 2016 e nato con lo scopo di implementare e ottimizzare sul campo uno “schema pilota” per l’intercettazione e il riciclo del PVC da attività di costruzione e demolizione di edifici (C&D) e da articoli a fine vita (post consumo da ingombranti).

WREP è un progetto sperimentale innovativo condotto in compartecipazione con due aziende coinvolte nella raccolta di rifiuti urbani e non (Veritas e Etra), finalizzato all’individuazione, intercettazione e riciclo del PVC proveniente dalla raccolta (i) dagli ecocentri dei rifiuti urbani ingombranti, (ii) dagli impianti di selezione e trattamento dei rifiuti e (iii) da raccolta diretta presso i produttori, installatori, demolitori.

Lo schema WREP implementa procedure utili per rendere effettivo il recupero del PVC presente nei suddetti rifiuti, attraverso una metodologia di tracciabilità consolidata e accreditata, applicata con successo alle filiere del recupero dei rifiuti urbani nei territori che partecipano allo schema pilota.

Il WREP prevede:

- 1) la formazione del personale che gestisce i centri di raccolta e degli operatori di alcune aziende della filiera delle Costruzioni e Demolizioni, affinché siano in grado di distinguere il PVC dagli altri materiali utilizzati nelle stesse applicazioni. Questo è reso possibile anche attraverso la progettazione di sistemi automatici di rilevamento.
- 2) il collettamento dei rifiuti in PVC post consumo presso gli “ecocentri” pubblici, separandoli dalla raccolta dei rifiuti “ingombranti” ed altri.
- 3) l’analisi, insieme al riciclatore, del trattamento necessario per il riciclaggio (macinazione, filtrazione, micronizzazione, compoundazione) e la definizione delle applicazioni per le quali è possibile il riutilizzo.
- 4) il tracciamento, ove possibile, delle fasi di demolizione, selezione del PVC e invio all’isola di raccolta, il trattamento di riciclaggio e la verifica del prodotto riciclato.
- 5) la messa a sistema di centri di raccolta e aziende attive nel riciclo del PVC per creare una filiera del riciclo efficiente ed economicamente sostenibile.

È stato dimostrato che i costi di raccolta e selezione coprono i costi di invio a discarica (che stanno sempre più aumentando), rendendo conveniente anche dal punto di vista economico questa attività. In particolare, il fattore economico è maggiore se si è in grado di ben selezionare il PVC (qualità) e di metterlo a disposizione di riciclatori vicini al luogo di raccolta. La qualità della selezione incide sul vantaggio economico risultante in quanto il prezzo di vendita del PVC riciclato raccolto varia in base al livello di purezza raggiunto.

c) Il riciclo fisico- meccanico

È stata messa a punto da Solvay una tecnologia di riciclo per dissoluzione del PVC, chiamata Vinyloop. Con questa tecnologia possono essere prodotti compound di PVC da rifiuti post consumo anche di manufatti di PVC compositi, come per esempio cavi elettrici, teloni, teloni finte pelli, tessuti spalmati. Con un processo simile, chiamato Texyloop®, è possibile riciclare anche PVC spalmato su poliestere.

Il processo VinyLoop è un processo fisico, a base solvente, per rifiuti e scarti di PVC a fine vita per permetterne il successivo riciclo meccanico (Figura 10). Il prodotto ottenuto è un compound di PVC

riciclato di alta qualità, simile al vergine. Il processo si avvale di una fase di dissoluzione selettiva in solvente seguita da una filtrazione in due fasi, la seconda delle quali, grazie ad una centrifuga di decantazione, permette di eliminare le contaminazioni di dimensioni più piccole ancora presenti. Successivamente, si separa il solvente per evaporazione e si ottiene il compound di PVC per precipitazione. Le fasi finali prevedono un'essiccazione e l'imballaggio del prodotto ottenuto.

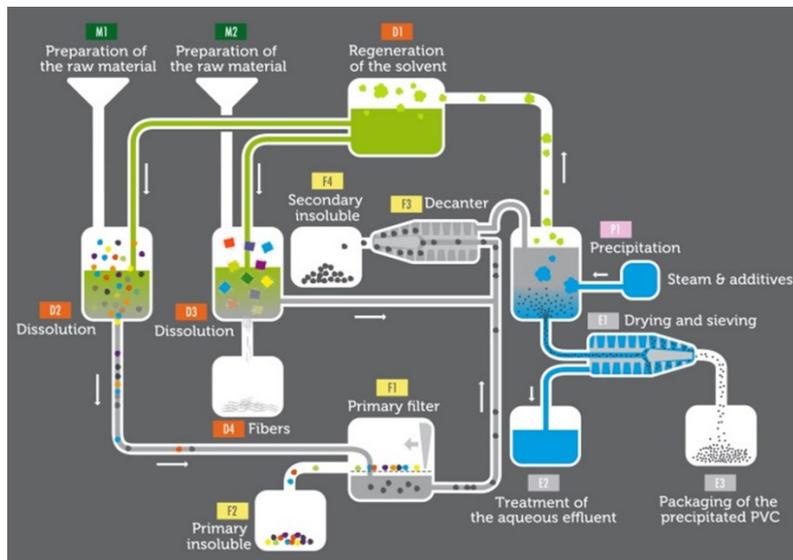


Figura 10. Schematizzazione del processo VinyLoop.

Lo scopo originale del processo è stato quello di riciclare materiali compositi che non possono essere riciclati in modo soddisfacente dai più comuni processi di macinazione e selezione.

La qualità del prodotto riciclato è molto simile al vergine e permette l'utilizzo del compound di PVC riciclato per la produzione di articoli normalmente ottenuti con materie prime vergini.

Allo scopo di realizzare piccoli impianti domiciliabili presso ogni singolo trasformatore di PVC, è in corso di sviluppo il progetto Polyloop. Particolarità del processo Polyloop è il design compatto dell'impianto di riciclo, grande poco più di un container da 40 piedi, che ne consente un'agevole collocazione in prossimità o all'interno di stabilimenti esistenti. Secondo Polyloop, una volta messo a punto la tecnologia, in tre ore, con un solo operatore, si dovrebbero poter trattare fino a 300 kg di sfrido o scarto composito di PVC, con una capacità annua intorno alle 500 tonnellate. Il processo dovrebbe poter essere alimentato a batches rendendo più flessibile l'operabilità dell'impianto.

Il prodotto che esce dall'impianto Polyloop sarebbe disponibile per il riciclo meccanico con le normali tecnologie utilizzate.

5.1.2 Polistirene espanso (EPS)

Anche il polistirene espanso (EPS) è una materia plastica riciclabile più volte, che particolarmente si adatta al riciclo meccanico.

Schematizzando un circuito "tipo" di base per il riciclo, si possono individuare tre stadi:

1. recupero sul territorio
2. adeguamento fisico
3. riciclo/riutilizzo

Le modalità di raccolta sono legate infatti alle caratteristiche fisiche e di produzione degli scarti e dal destino programmato, così come le tecniche di riutilizzo attuabili non dipendono solo dalle

caratteristiche fisiche intrinseche del materiale ma anche dal tipo di scarto, da come è stato selezionato e raccolto e da quali costi di trasporto ed adeguamento fisico (ad esempio trattamenti di purificazione) sono supportabili.

Tra gli utilizzi più importanti dell'EPS dopo il suo recupero ricordiamo:

- utilizzo nella produzione di nuovi articoli in EPS: dopo frantumazione e macinazione viene mescolato a EPS vergine per produrre nuovi imballi o elementi per edilizia (per esempio blocchi e lastre per isolamento termico contenenti % variabili di EPS riciclato, come mostrato in Figura 11);
- utilizzo come inerte leggero in calcestruzzi alleggeriti, malte cementizie e intonaci coibenti e negli alleggerimenti di terreni dopo macinazione;
- trasformazione in granulo di polistirene compatto;
- macinazione, compattazione e successiva rigranulazione dell'EPS per lo stampaggio di oggetti quali cassette video, grucce per abiti od elementi a profili come sostituto del legno (recinzioni, panchine).

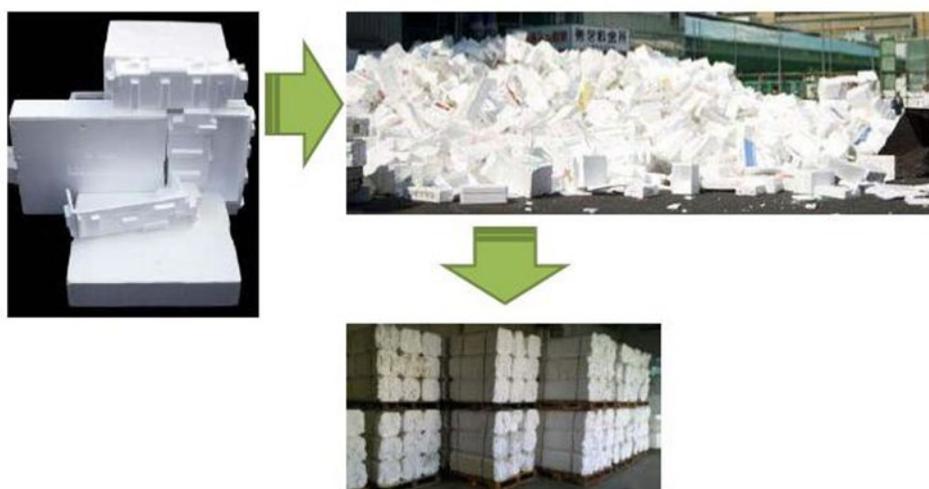


Figura 11. Esempio di recupero dell'EPS.

Le modalità di recupero dell'EPS sono rappresentate dai processi di trasformazione meccanica dei manufatti giunti a fine vita sia dal settore imballaggio che edilizia, permettendo una riduzione del volume. I processi più utilizzati sono:

- Frantumazione
- Macinazione
- Compattazione

Oltre ai processi puramente meccanici, sono stati messi a punto alcuni processi che permettono di ridurre il volume ed anche separare alcune frazioni dei rifiuti raccolti. Di seguito sono riportati tre processi che presentano un maggior interesse per un utilizzo futuro:

a) Estrusione con degasaggio

L'estrusione degli scarti macinati di EPS, come pure quella dei sottoprodotti degli impianti di polistirene espandibile (frazioni troppo grosse o troppo fini), è tecnica nota e largamente impiegata. Il prodotto che si ottiene è un granulo di polistirene cristallo di fluidità medio-alta (indice di fluidità 14,18), utilizzabile per stampaggio ad iniezione.

L'estrusore viene equipaggiato con un'alimentazione forzata, data la leggerezza del materiale, e munito di degasaggio, allo scopo di eliminare i residui di agente espandente imprigionato nella struttura cellulare.

Sono state messe a punto anche tecnologie che permettono di rigranulare gli scarti di EPS macinati, riaditivando il materiale con agente espandente, così che il granulo ottenuto può essere riutilizzato come fosse espandibile vergine.

L'impianto consente il trattamento e la rigenerazione di blocchi di polistirene espanso compattato proveniente da operatori che raccolgono non solo gli sfridi di produzione a cui si faceva cenno sopra, ma anche, e soprattutto, rifiuti da post consumo come contenitori per ittica, vassoi per agricoltura, ed imballaggi in generale.

b) Dissoluzione

La dissoluzione è il processo di formazione di una soluzione liquida, per cui una sostanza generalmente allo stato solido si scioglie in una sostanza liquida.

In questo modo si possono trattare materiali anche contaminati, ottenendo un polistirene rigenerato utilizzabile in numerosi ambiti applicativi, anche in quelli non raggiungibili con i materiali ottenuti da riciclo meccanico.

Il processo di dissoluzione è suddiviso in 4 fasi:

1. Purificazione
2. Filtrazione
3. Estrazione
4. Precipitazione

c) PolyStirene Loop

Polystirene Loop è un progetto di impianto finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma LIFE e supportato da numerosi operatori della filiera dell'EPS tra cui anche AIPE – Associazione Italiana Polistirene Espanso. Questo progetto ha portato alla messa a punto di un processo di riciclo su scala industriale che, attraverso una fase di dissoluzione, purificazione, precipitazione ed essiccazione, permette di separare le impurità solide (inerti, sostanze, polvere etc.) e di ottenere una fase gel di polistirene puro (che viene riavviato alla produzione di nuovo EPS).

L'intero impianto, un perfetto esempio di economia circolare, fonda il proprio funzionamento sul processo CREA Solv. In Figura 12 è mostrato un diagramma con le varie fasi del processo/impianto.

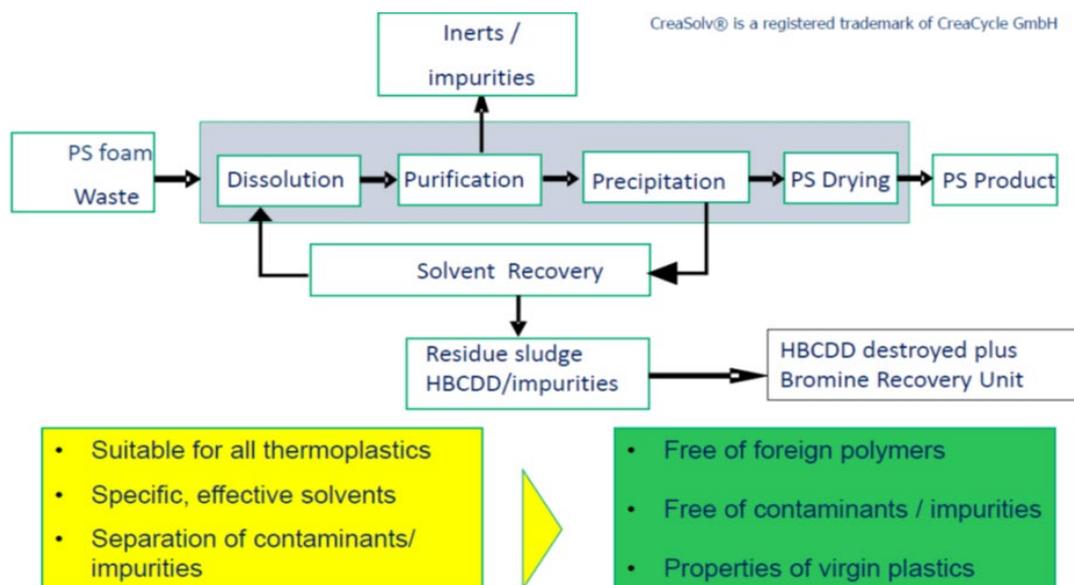


Figura 12. Diagramma del processo Polystirene Loop.

5.1.3 RAEE - produzione di filo per la stampa 3D

Un altro esempio di plastica adatta a riciclo meccanico è rappresentato dalla plastica contenuta nei RAEE. Mediante un approccio multidisciplinare l'ENEA studia soluzioni tecnologicamente alternative e ambientalmente sostenibili per la gestione dei rifiuti plastici. Si tratta di tecnologie complementari tra loro: una è rivolta alle frazioni da plastica omogenea con un'unica tipologia di polimero presente e l'altra alle frazioni di plastica eterogenea costituite da un miscuglio di polimeri diversi non separabili.

I polimeri a base stirenica, come appunto l'ABS, il polistirene (PS), il PS ad alto impatto (HIPS), che rappresentano più del 50% in peso della plastica nei RAEE, sono diffusamente usati come filamenti per le stampanti 3D. Il termine stampa 3D o *additive manufacturing* si riferisce ad un gruppo di tecnologie utilizzate al fine di stampare oggetti tridimensionali, a partire da un file CAD 3D che fornisce le istruzioni alla stampante. Il comune denominatore tra tutte queste tecniche è la deposizione (o solidificazione) di materiale a strati. In particolare, fra le tecnologie di fabbricazione additiva, la Modellazione a Deposizione Fusa (FDM) è quella più diffusa per la modellazione, la prototipazione e la produzione di oggetti. La FDM si basa infatti sull'impiego di filamenti termoplastici che a seguito della fluidificazione attraverso un processo di estrusione integrato nella stampante mediante un ugello riscaldato, consente la produzione di oggetti 3D su un piano di stampa (Figura 13).

La stampa 3D ha innumerevoli applicazioni e la vendita di stampanti e filamenti è in costante crescita. Il mercato della plastica per la stampa 3D è stato valutato in 615,8 milioni USD nel 2018 ed è proiettato a raggiungere i 1.965,3 milioni USD al 2023 (<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-plastic-market-21707470.html>). I filamenti commerciali in plastica vergine sono venduti a 25÷50 €/kg, dipendendo il prezzo dalla loro qualità e caratteristiche peculiari.

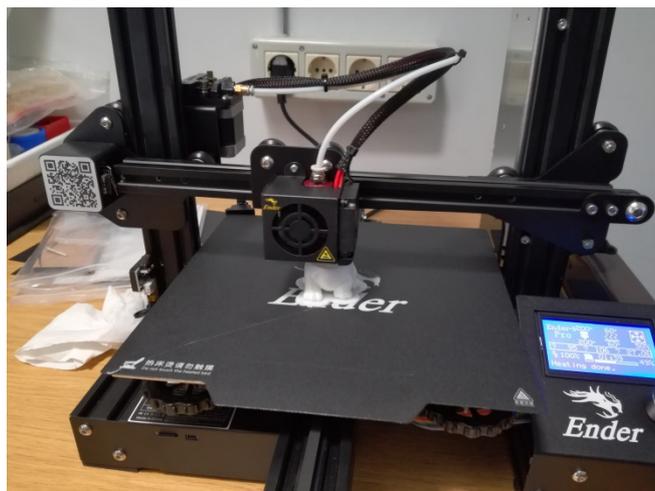


Figura 13. Stampante 3D a deposizione fusa.

Di conseguenza, la produzione di filamenti per la stampa 3D da plastica RAEE potrebbe rappresentare una via più remunerativa per valorizzare questa frazione con i vantaggi ambientali annessi al recupero di materia attraverso il riciclo meccanico.

L'ENEA ha condotto uno studio sperimentale (cofinanziato dal Ministero dell'Ambiente, Work Package 1: "Sviluppo di un processo di riciclo per plastiche a base stirenica da rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) per estrusione a filo") il cui obiettivo è stato verificare se le plastiche RAEE, o almeno alcune tipologie, possono essere sfruttate per questa applicazione. In Tabella 5 sono riportate sinteticamente le diverse attività dello studio.

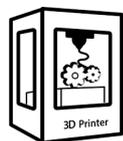
Tabella 5. Descrizione sintetica dello studio ENEA sui filamenti 3D da plastica RAEE.



Indagine presso due impianti di trattamento RAEE. Prelievo di 20 campioni compresi alcuni dispositivi dismessi del CR Casaccia dell'ENEA. Analisi infrarossa e al microscopio ottico per l'individuazione dei polimeri componenti i campioni.



Caratterizzazione chimico-fisica dei 20 campioni: analisi degli elementi presenti e comportamento termico. Messa a punto dei metodi di preparazione degli standard e di calibrazione di un analizzatore a fluorescenza X portatile ai fini della determinazione del Cl e del Br in matrici plastiche.



Estrusione a filo dei campioni adatti (principalmente polimeri a base stirenica). Analisi meccanica e al microscopio ottico dei fili prodotti. Realizzazione di oggetti con geometrie differenti attraverso la stampa 3D e analisi di confronto dimensionale/geometrica degli oggetti prodotti con il modello di riferimento CAD. Analisi dei VOC prodotti durante la fase di stampa.



Produzione di mescole a diversa composizione tra i polimeri a base stirenica e tra polimeri a base stirenica e polimeri differenti mediante l'utilizzo di opportuni compatibilizzanti.



Review delle prestazioni ambientali del processo di riciclo della plastica RAEE per la stampa in 3D.



Produzione di filo in polimero stirenico additivato con materiali di scarto per migliorare le proprietà di conduzione termiche ed elettriche di tali materiali. Realizzazione di un dispositivo a basso costo per la misura dei parametri di un processo di compostaggio.

Venti plastiche appartenenti a diverse categorie di RAEE sono state campionate in due impianti di trattamento e tra i dispositivi dismessi del Centro Ricerche della Casaccia. Tutti i campioni sono stati sottoposti a identificazione spettrofotometrica e a caratterizzazione chimico-fisica in modo da selezionare i campioni idonei a questo scopo, ovvero polimericamente omogenei, privi di impurezze e con un basso contenuto di alogeni e composti inorganici. Tredici campioni selezionati quindi sono stati lavati, ridotti a una granulometria inferiore a 4 mm ed estrusi in filamenti di diametro di 1.75 mm. Il problema principale riscontrato durante l'estrusione dei filamenti è la presenza di piccole inclusioni di materiali diversi (plastici e non) che possono rovinare la qualità di un intero lotto. Questa criticità può essere risolta solo nella fase di selezione delle plastiche. È necessario quindi che gli impianti si dotino degli strumenti utili ad identificare in modo sicuro le plastiche dai dispositivi disassemblati e a pulirli da sporcizia e materiali estranei.

Infine, otto campioni di plastiche a base stirenica hanno prodotto filamenti di qualità buona o eccellente che sono stati poi impiegati per stampare modelli con differenti geometrie e dimensioni e oggetti complessi con una propria funzione (Figura 14).

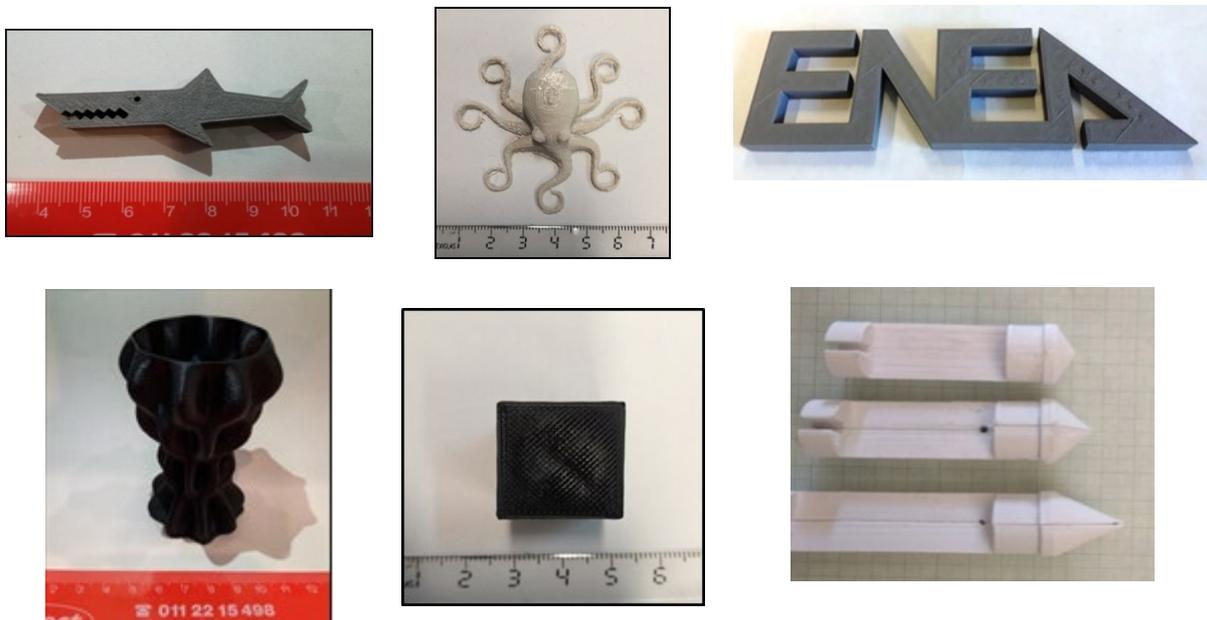


Figura 14. Esempi di oggetti con diverse geometrie stampati con plastica RAEE.

Il controllo di qualità eseguito da uno scanner 3D a luce strutturata ha dimostrato che gli oggetti realizzati con plastica RAEE deviano dal modello CAD in modo equivalente o solo leggermente superiore agli stessi oggetti stampati con fili commerciali.

Inoltre, è stato verificato che l'aggiunta di compatibilizzanti e additivi permette di aumentare il range di plastiche utilizzabili e migliorare le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche dei filamenti.

Stante i promettenti risultati ottenuti sulla plastica a base stirenica proveniente dagli impianti di trattamento RAEE, potrebbe essere interessante sperimentare questo modello di gestione applicato alle stesse tipologie di plastica provenienti però da flussi di rifiuti differenti o a plastiche di natura polimerica diversa, dato l'ampio spettro di polimeri differenti usati nella stampa 3D, al fine di incrementarne il tasso di riciclo meccanico.

Una considerazione a parte merita il trattamento delle plastiche spiaggiate che comportano un problema ambientale non più sostenibile. Il materiale in questione è per sua natura molto variabile, 'sporcat' dalla crescita di formazioni algacee sulla superficie immersa nell'acqua di mare, insieme ad incostrazioni inorganiche di natura calcarea.

In ENEA si sta conducendo uno studio sperimentale nell'ambito del Progetto NETWAP (Network of small "in situ" Waste Prevention and management initiatives - finanziamento bando INTERREG V A Italy – Croatia CBC Programme 2014-2020) il cui obiettivo è di recuperare la frazione di plastiche spiaggiate nei litorali, o prelevate direttamente in mare, selezionando il tipo e la dimensione, e ricondurla al riciclo previo lavaggio.

Questo tipo di plastiche deve essere selezionato meccanicamente alla raccolta, vista la sua naturale variabilità, quindi avviato al lavaggio e, successivamente, estruso come filo per stampa 3D: il rifiuto diventa riciclabile e viene eliminato da quella frazione che lo rende, per le sue caratteristiche, destinato a discarica o incenerimento.

5.2 Riciclo termo meccanico

Su determinati tipi di rifiuti plastici è possibile operare tramite un processo termo meccanico che trasforma il rifiuto in una specie di granulo dalle forme e dimensioni più o meno regolari. Si tratta di una lavorazione effettuata con macchine densificatrici o densificatore. Durante il processo, il materiale vien prima asciugato, poi rotto dall'alta energia delle lame e spinto verso il rotore, riscaldandosi e diventando viscoso. L'immissione d'acqua fredda densifica quindi il materiale. In pratica, il principio di funzionamento prevede di condensare il materiale grazie ad uno shock termico, la massa plastica si trasforma quindi in piccoli granuli. Il granulo così ottenuto può alimentare direttamente altri processi produttivi o necessitare di un ulteriore rigranulazione da effettuare mediante estrusione che serve per eliminare eventuali impurezze tramite filtrazione.

Questa tipologia di trattamento è molto comune per PE dalla linea di lavaggio, PE, PVC, PP, EPS, scarti di Tetrapack. Plastiche (LPDE, HPDE, PP, EPS, PVC, scarti di Polilaminati Al+Pe, ecc.).

Un esempio può essere ricercato nel riciclo delle moquette utilizzate per fiere ed eventi realizzato da Montecolino con il progetto Recycling Carpet che, da quando è nato in Fiera Milano nel 2017, ha prodotto il recupero di almeno 4 milioni di m² di moquette (Figura 15).





Figura 15. Progetto Recycling Carpet (Montecolino).

5.3 Riciclo chimico di rifiuti plastici

Il riciclo meccanico richiede un elevato grado di efficienza delle tecnologie di separazione dei rifiuti per poter generare dei flussi di materie plastiche omogenei, ognuno dei quali costituito da un unico polimero (Brandrup 1996). Sfortunatamente, questo non sempre corrisponde alla situazione reale, sia a causa della natura stessa dei rifiuti e delle tecnologie di separazione attualmente disponibili, sia a causa di considerazioni sull'opportunità economica di una separazione così spinta. L'esempio più rappresentativo riguarda la plastica da imballaggio. Infatti, dagli impianti di selezione oltre ai flussi di plastica omogenea inviati a riciclo meccanico si genera un residuo del 45% (Tuffi et al. 2018). Questo materiale è composto principalmente da un misto poliolefinico contaminato da altri polimeri, scarti alimentari, carta, vetro, inerti ed è noto in Italia con la denominazione di *plasmix*. Pur essendoci esempi di *plasmix* riciclato meccanicamente, un miscuglio del genere oggi è principalmente inviato in discarica o a incenerimento. Un altro esempio è costituito dalla plastica RAEE dei piccoli elettrodomestici che, essendo di piccole dimensioni e composti da più di 15 polimeri diversi, viene nella maggior parte dei casi smaltita senza alcun trattamento. Infine, è importante sottolineare che il riciclo meccanico, al di là delle questioni di eterogeneità delle plastiche da rifiuto, non può essere ripetuto per un numero di cicli indefinito poiché la macinazione, la parziale fusione e la successiva estrusione implicano, per molti polimeri, la progressiva riduzione della lunghezza delle catene molecolari, l'aumento di fenomeni di reticolazione e di disordine delle catene, con la conseguente perdita delle proprietà chimico-fisiche rispetto al polimero vergine.

Una valida e promettente alternativa per il trattamento di questi e altri miscugli di rifiuti plastici è rappresentata dalla categoria delle tecnologie di riciclo chimico.

Una possibilità per riciclare le plastiche miste non riciclabili meccanicamente risiede nel cosiddetto "riciclo chimico" o "riciclo molecolare". Questo processo punta a spezzare le lunghe catene molecolari che costituiscono i polimeri per ritornare ai loro componenti base, i monomeri, o ad altri idrocarburi che possano sostituire quelli di origine fossile (la virgin nafta) che sono la materia prima per la produzione dei polimeri. Questo può essere fatto in diversi modi: sono decine infatti le tecnologie in sviluppo a livello mondiale.

Il grande vantaggio di riciclare chimicamente i rifiuti in plastica è quello di poter ottenere nuove plastiche identiche a quelle vergini in grado di soddisfare tutte le applicazioni, anche le più complesse come quelle food contact. In questo modo infatti si riusciranno a trattare anche i rifiuti multi-strato, i rifiuti misti non riciclabili meccanicamente e il materiale che, dopo un certo numero di cicli, si è degradato.

Con riciclo chimico si intende un processo che modifica la struttura chimica di un manufatto in plastica, convertendola in molecole più piccole utilizzabili per nuove reazioni chimiche.

Il riciclo chimico è una tecnologia complementare che può aiutare a evitare che alcuni rifiuti in plastica, impossibili da riciclare in maniera sostenibile attraverso processi meccanici, vengano smaltiti in discarica. Esempi di flussi idonei per il riciclo chimico includono plastiche laminate e composite, flussi di plastiche miste di bassa qualità e plastiche contaminate da alimenti, terra, ecc.

I principali processi di riciclo chimico possono essere riassunti come segue:

- *Pirolisi*: scomposizione delle molecole mediante riscaldamento sotto vuoto, che porta ad ottenere una miscela di idrocarburi liquidi e gassosi simili a quelli derivati dal petrolio. La pirolisi può avvenire a bassa temperatura (450°C – 550°C) o ad alta temperatura (650°C – 850°C), ed il prodotto che si ottiene può essere miscelato al petrolio grezzo;
- *Idrocracking*: trattamento di degradazione a base di idrogeno e calore, in cui i polimeri si trasformano in idrocarburi liquidi. Le materie plastiche miste possono essere sottoposte a condizioni analoghe a quelle che subisce la virgin-nafta nel cracking, in modo tale da produrre i vari gas olefinici (etilene, propilene, butadiene);
- *Gassificazione, anche associata a reforming*: procedimento ad alta temperatura (800°C – 1600°C), basato sul riscaldamento della plastica, in carenza di aria, con cui si produce una miscela di idrogeno e ossido di carbonio. Tale miscela può essere poi utilizzata in processi energetici o per la sintesi di prodotti chimici come, tra gli altri, il metanolo, l'etanolo e l'idrogeno circolari;
- *Chemiolisi – Glicolisi – Metanolisi – Ammonolisi*: sono tutti processi di depolimerizzazione che utilizzano particolari reagenti per innescare opportune reazioni chimiche. Questi processi non possono essere applicati indistintamente a qualsiasi categoria di plastica.

In particolare, la pirolisi promuove la scissione termica in ambiente inerte delle catene polimeriche, conducendo alla formazione di composti chimici a basso peso molecolare valorizzabili come materia prima per la chimica di sintesi o come combustibile alternativo (Kiran et al. 2000). Questi prodotti consistono prevalentemente di composti idrocarburici nella forma di gas, olio/cera e un solido carbonioso (*char*) (Figura 16).

L'ENEA è stata coinvolta in diversi progetti di ricerca (ad esempio, Ecoinnovazione Sicilia” (WP1, task 2) Convenzione ENEA – CNR; Programma ENEA Proof of concept “Riciclo chimico di plastiche miste da RAEE”; Progetto NETWAP bando INTERREG V A Italy – Croatia CBC) che coinvolgono processi di pirolisi applicati a tipologie di rifiuti plastici diversi, come il *plasmix* o le plastiche dei piccoli RAEE, per la produzione di combustibili e *chemicals*. I principali obiettivi di tali studi riguardano:

1. l'individuazione delle condizioni operative di processo che permettono di ottenere da un determinato rifiuto prodotti valorizzabili come materie prime seconde o combustibili;
2. lo studio dell'influenza di catalizzatori commerciali sulla temperatura di degradazione del rifiuto, sulle rese e sulla composizione dei prodotti;
3. la sintesi di catalizzatori a basso costo da materiali di scarto per la sostituzione dei catalizzatori commerciali;
4. la valorizzazione e l'impiego dei prodotti ottenuti;

5. la progettazione di un reattore a letto fluido alimentato in continuo.

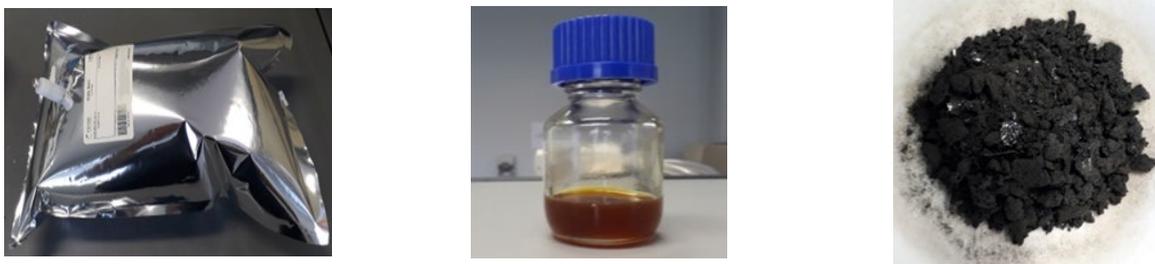


Figura 16. I tre prodotti della pirolisi, da sinistra a destra: gas, olio, char.

Come esempi applicativi, in Figura 17 e Figura 18 sono riportati i risultati ottenuti in termini di rese in composti monoaromatici e idrocarburi lineari utilizzando catalizzatori a basso costo nel processo pirolitico rispettivamente di plastica RAEE e da imballaggio (12,13). Nel caso della plastica RAEE, l'aumento della concentrazione dei composti monoaromatici come benzene, stirene, toluene ed etilbenzene nell'olio di pirolisi aumenta il suo valore commerciale. I catalizzatori in questione sono stati preparati da coal *fly ash* (FA) della combustione del carbone dopo trattamento acido (FAMA) o basico (FAMB) e sono costituiti essenzialmente da silico-alluminati amorfi. Come si può vedere dalla Figura 17, tutti i catalizzatori utilizzati aumentano la produzione totale di monoaromatici e in particolare quella dello stirene. Il catalizzatore FAMB è risultato essere quello con le prestazioni migliori, più che raddoppiando la resa in stirene rispetto alla pirolisi termica. Per quanto riguarda invece la plastica da imballaggio, un residuo proveniente da un impianto di riciclo meccanico e costituito principalmente da film di PE è stato sottoposto a un processo di pirolisi catalitica utilizzando zeoliti acide (HX) e basiche (NaX) sintetizzate sempre da coal fly ash (CFA). Dalla figura è evidente come l'utilizzo dei catalizzatori sposti la composizione dell'olio di pirolisi verso i prodotti più leggeri rispetto alla pirolisi termica e come l'olio prodotto dalla HX sia composto per il 70% dalla frazione leggera della benzina (C6-C9).

L'utilizzo di catalizzatori a basso costo ottenuti da materiali di scarto nel processo di pirolisi comporta un duplice vantaggio: da una parte il recupero di materiale di un ulteriore prodotto di scarto, ottenendo un prodotto ad elevato valore tecnologico ossia il catalizzatore, e dall'altra la sostituzione dei catalizzatori commerciali che costituiscono uno dei costi maggiori in un impianto di pirolisi.

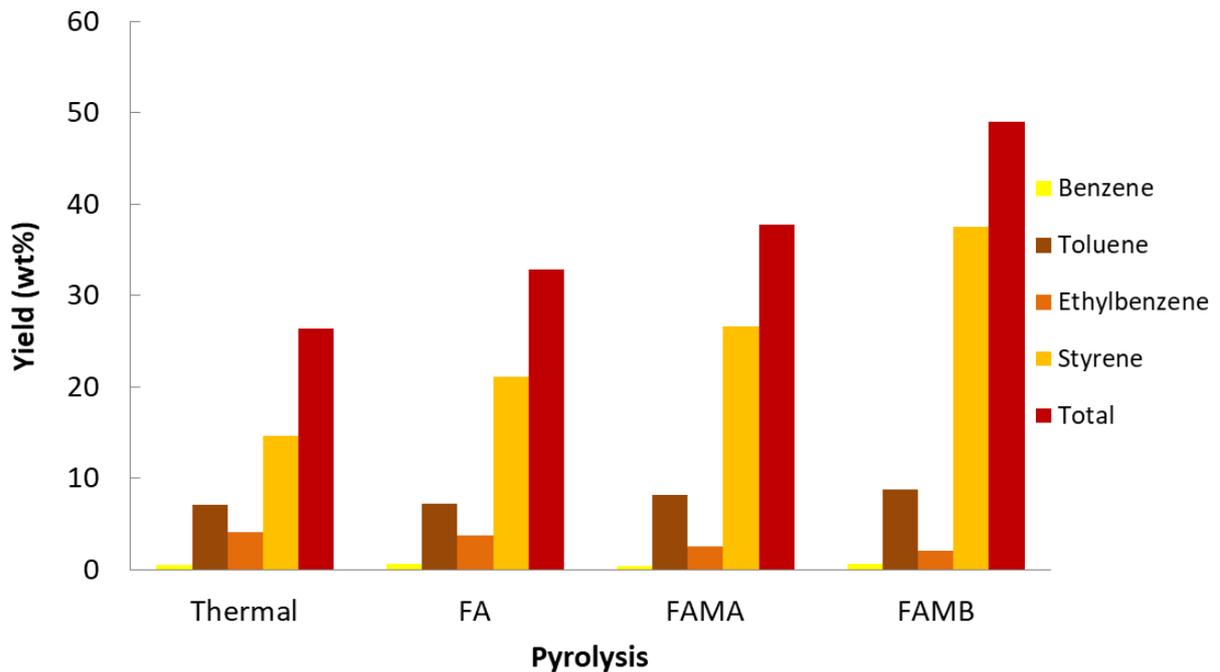


Figura 17. Rese dei composti monoaromatici ottenute dalla pirolisi con catalizzatori a basso costo (FA, FAMA e FAMB) in confronto alla pirolisi termica (Benedetti et al. 2017).

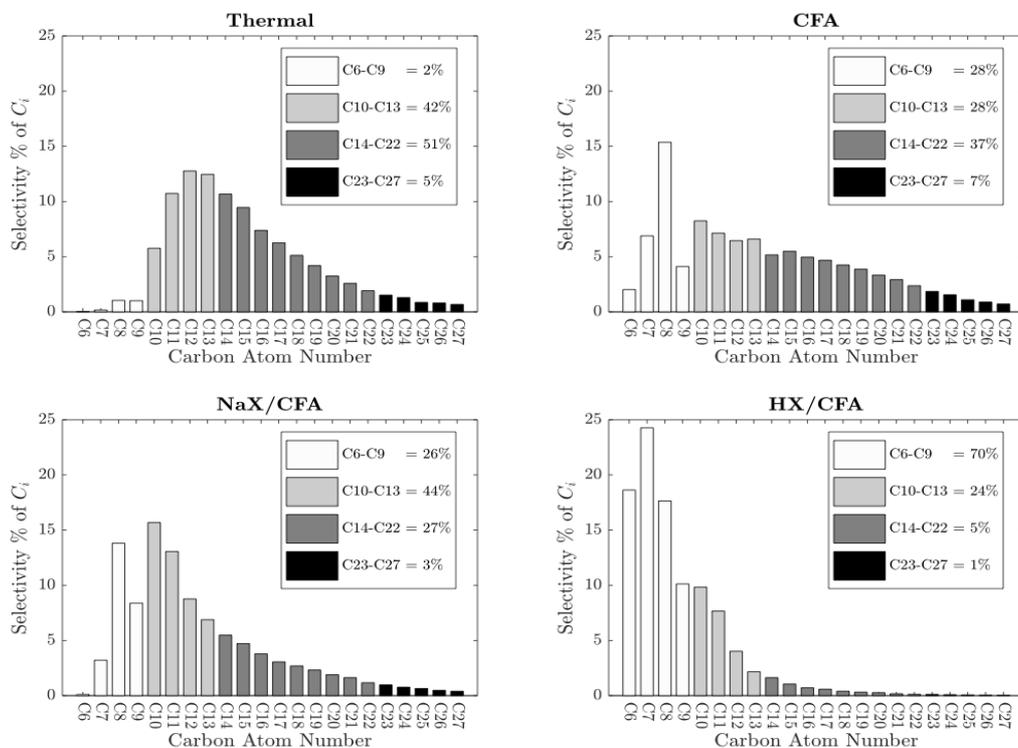


Figura 18. Composti presenti negli oli classificati per numero di atomi di carbonio e prodotti durante pirolisi termica e catalitica (Cocchi et al. 2020).

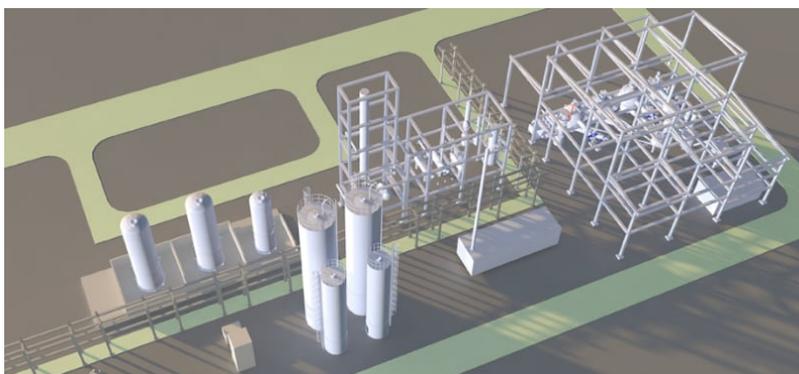
Infine, negli ultimi mesi si sta studiando la possibilità di impiegare il char, il prodotto meno appetibile, come materiale adsorbente. Il char ottenuto dalla pirolisi termica di plastiche provenienti dal raggruppamento RAEE R4, dopo opportuno trattamento termico e chimico, è caratterizzato da un'area superficiale di circa 1800 m²/g, simile a quella dei carboni attivi in commercio e ha visto aumentare la propria capacità adsorbente verso l'anidride carbonica di nove volte. Un materiale con queste caratteristiche può essere utilizzato per applicazioni quali, ad esempio, cattura della CO₂, trattamento acque e come supporto catalitico.

Anche Versalis (Eni) è impegnata nello sviluppo di una tecnologia di riciclo chimico delle plastiche attraverso il progetto Hoop®, nato dall'accordo di co-sviluppo siglato nel 2020 con la società italiana di ingegneria S.R.S. (Servizi di Ricerche e Sviluppo), proprietaria di un prototipo di reattore di pirolisi per la produzione di combustibile e alimentato a plastiche miste. Hoop® mira a sviluppare ulteriormente il processo di pirolisi per trasformare i rifiuti in plastica mista - ad oggi non riciclabili meccanicamente e quindi inviati in discarica o termovalorizzati - in materia prima (r-oil od olio da riciclo) da utilizzare per alimentare gli impianti di steam cracking al fine di produrre intermedi e polimeri con caratteristiche identiche a quelli realizzati a partire da feedstock tradizionale.

La ricerca di Versalis, al fine di dare nuova vita ai rifiuti plastici, sta lavorando in modo sinergico su tre diverse fasi:

- Selezione e pre-trattamento dei rifiuti di plastica mista: occorre eliminare le frazioni estranee (es residui di materiali differenti) così da ottenere "flakes", ossia scaglie, rispondenti ad un'apposita specifica;
- Pirolisi: la tecnologia individuata è di tipo termico ed opera in due step all'interno di reattori separati; in tal modo è possibile modulare le condizioni operative in funzione del materiale alimentato, caratterizzato da elevata eterogeneità, ampliando così lo spettro dei rifiuti plastici riciclabili ed allo stesso tempo garantendo una costanza qualitativa in uscita;
- Trattamento e modifica degli oli di pirolisi prodotti: tale aspetto consente di ottenere una nafta circolare da riutilizzare in fase di cracking per l'ottenimento di prodotti circular-attributed.

Ottimizzando i suddetti passaggi, Versalis intende rendere il processo maggiormente sostenibile e performante: sono infatti attese rese intorno all'80-90% rispetto al carbonio alimentato, ossia fino al 20% migliori rispetto agli impianti di pirolisi tradizionali e con una qualità della nafta da pirolisi, in un unico taglio, molto vicina a quella dei feedstock di origine fossile.



Il progetto Hoop®, in un'ottica di decarbonizzazione, mira a massimizzare il recupero di materia in termini di carbonio, minimizzando al contempo l'impatto ambientale dell'intero processo e non solo la fase di riciclo chimico vero e proprio. Versalis è attualmente impegnata nella realizzazione di un

impianto dimostrativo da 6.000 tonnellate annue all'interno del sito di Mantova, in vista del passaggio ad una taglia superiore.

ACEA AMBIENTE ha presentato ad ECOMONDO 2020 il progetto P2Me relativo alla nuova tecnologia che consentirà di trattare il plasmix ottenendo metanolo 99% e CO₂ 99,9%.

In sintesi, il processo può essere schematizzato come segue (Figura 19 e 20).

La tecnologia Gasiforming® si propone di convertire la frazione di rifiuto plastico denominata *plasmix* in gas di sintesi di elevata qualità per produrre metanolo.

I punti di forza di questo nuovo approccio sono:

- La capacità di convertire il *plasmix* senza generare altri rifiuti problematici da smaltire in discarica
- Produrre una commodity con specifiche già valide per il mercato convenzionale del metanolo, senza che sia necessario che la regione decreti il prodotto come end of waste
- Integrarsi a valle degli attuali processi di smaltimento e selezione senza richiedere variazioni a monte della filiera e neanche un mercato ad hoc per il prodotto finale
- Avere rese superiori a ogni altra tecnologia per la conversione chimica di *plasmix* attualmente sul mercato
- La CO₂ co-prodotta nella sintesi è a un tenore di purezza adeguato per l'utilizzo alimentare ed è perciò ad alto valore aggiunto
- Lo sviluppo di nuove tecnologie di conversione a bassa temperatura sta suscitando crescente interesse nel metanolo come possibile vettore di idrogeno sia per applicazioni mobili che industriali, ampliando ulteriormente i possibili campi di applicazione del prodotto

Oltre alla possibilità di andare a metanolo la tecnologia gode della flessibilità di potersi fermare a uno step di sintesi precedente che offre, oltre al metanolo, vie sintetiche per produrre idrogeno, DME o combustibili sintetici se questo risultasse essere più appetibile in futuro.

La scelta del metanolo tra queste opzioni è giustificata dall'ampio mercato nazionale già pronto per la molecola e dalla facilità di trasporto offerta da un prodotto liquido.

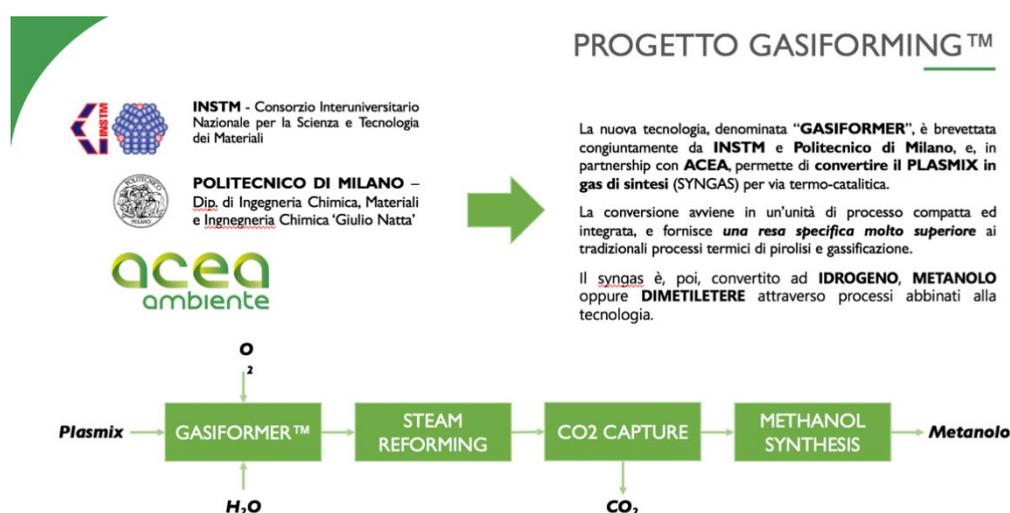


Figura 19. Schema del processo GASIFORMING® (Margarita et al. 2020).

INPUT	Flowrate [ton/h]	OUTPUT	Flowrate [ton/h]
Oxygen	8.2	Methanol 99%	16.2
Plasmix	12.5	CO2 99.9%	6.9
Water	12.6	Water and purge	11.2
TOT	33.3	TOT	33.3

Figura 20. Processo GASIFORMING® - Performance validata da campagne scala DEMO (Margarita et al. 2020)

5.4 Riciclo organico degli imballaggi compostabili

Una terza forma di riciclo è il riciclo organico, per gli imballaggi realizzati in bioplastica biodegradabile e compostabile secondo lo standard europeo EN 13432. La norma EN 13432 è una norma armonizzata, ossia è stata riportata nella Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, è stata recepita in Europa a livello nazionale, e fornisce presunzione di conformità alla Direttiva Europea 94/62 EC sugli imballaggi e rifiuti da imballaggio. In Italia la norma EN 13432 è stata adottata come norma UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione). La definizione dei criteri di compostabilità è molto importante, perché materiali non compatibili con il compostaggio (plastiche tradizionali, vetro, materiali contaminati con metalli pesanti, ecc.) diminuiscono la qualità finale del compost fino a renderlo non adatto all'agricoltura e quindi commercialmente non accettabile. Questa norma è un punto di riferimento per i produttori, le autorità pubbliche, i compostatori e i consumatori.

Secondo la EN 13432, le caratteristiche che un materiale compostabile deve avere sono:

- **Biodegradabilità**, ossia la capacità del materiale compostabile di essere convertito in CO₂ sotto l'azione di microrganismi. Questa proprietà è misurata col metodo di prova standard EN 14046 (conosciuto anche come *ISO 14855: biodegradabilità in condizioni controllate di compostaggio*). Per mostrare una biodegradabilità completa, deve essere raggiunto un livello di biodegradazione di almeno il 90% in meno di 6 mesi (*Nota: errori di misurazione e la formazione di biomassa sono fattori sperimentali che possono rendere difficile il raggiungimento del 100%: per questo motivo la soglia di accettabilità è stata fissata al 90% e non al 100%*).
- **Disintegrabilità**, cioè la frammentazione e la perdita di visibilità nel compost finale (assenza di contaminazione visiva). Misurata con una prova di compostaggio su scala pilota (EN 14045). Campioni del materiale di prova sono compostati insieme a rifiuti organici per 3 mesi. Il compost finale viene poi analizzato con un vaglio di 2 mm. La massa dei residui del materiale di prova con dimensioni > 2 mm dovrà essere inferiore al 10% della massa iniziale (*Nota: anche in questo caso è permessa una tolleranza del 10%, tenendo conto del tipico errore di misura riscontrato nelle analisi biologiche*).
- **Assenza di effetti negativi sul processo di compostaggio**. Verificata con una prova di compostaggio su scala pilota.
- **Bassi livelli di metalli pesanti (al di sotto dei valori massimi predefiniti) e assenza di effetti negativi sul compost finale (esempio: riduzione del valore agronomico e presenza di effetti eco tossicologici sulla crescita delle piante)**. Una prova di crescita di piante (test OECD 208 modificato) e altre analisi fisico-chimiche sono eseguite su campioni di compost dove si è verificata la degradazione del materiale di prova.

Le bioplastiche biodegradabili e compostabili hanno indiscutibili benefici nel processo di compostaggio. È noto agli esperti di compostaggio che il processo di compostaggio, come tutti i

processi biologici, necessita di un rapporto carbonio-azoto equilibrato. Per questo motivo, i gestori degli impianti di compostaggio mescolano frazioni ricche di azoto (rifiuti organici, fanghi, ecc.) con frazioni a basso contenuto di azoto (es. cellulosa) per evitare squilibri nella fermentazione. I materiali ricchi di carbonio (polimeri come la cellulosa e le bioplastiche biodegradabili e compostabili) sono necessari in quanto apportano energia e carbonio al processo di compostaggio. Senza questi componenti il processo di compostaggio non avviene e il compost non viene prodotto.

Oltre ad essere una materia prima utile al compostaggio (analogamente alla cellulosa), le bioplastiche biodegradabili e compostabili certificati secondo lo standard EN 13432 hanno molti vantaggi:

- aumentare la raccolta differenziata di rifiuti organici
- consentire il recupero dei rifiuti organici che non possono essere separati dagli imballaggi in cui sono contenuti (es. capsule del caffè, bustine del the)
- Ridurre la contaminazione della plastica nel compost
- ridurre il contenuto di umidità e aumentare l'effetto volumizzante, utile nel compostaggio dei rifiuti alimentari.

Pertanto, le bioplastiche biodegradabili e compostabili sono una materia prima vantaggiosa per il compostaggio e apportano numerosi co-benefici.

5.5 Recupero energetico

Il recupero energetico rappresenta l'attuale soluzione residuale per le frazioni di rifiuti in plastica che non possono essere riciclate in maniera sostenibile. Queste frazioni, attualmente, non possono essere riciclate in modo eco-efficiente a causa di fattori quali:

- la quantità, la pulizia e la composizione dei flussi di rifiuti raccolti;
- le tecnologie a disposizione per la differenziazione, qualora non siano disponibili tecnologie in grado di trattare il rifiuto plastico indifferenziato;
- i requisiti orientati dal mercato sulla qualità e sugli standard del materiale riciclato che possono limitare l'adeguatezza del riciclo della plastica secondo processi di tipo meccanico.

Per queste tipologie di rifiuti in plastica, la cui quantità dovrà necessariamente ridursi nel tempo come conseguenza dell'implementazione di tutte le buone pratiche e l'ulteriore miglioramento delle tecnologie precedentemente descritte, il recupero energetico è una soluzione più efficiente, in termini di uso delle risorse, rispetto alla messa in discarica, anche se poco rispondente ai criteri di circolarità.

In quest'ottica, il recupero energetico risulta complementare e non in competizione rispetto ai processi di riciclo meccanico e chimico, in quanto è in grado di valorizzare tipologie di plastiche non idonee al recupero di materia per la produzione energia tramite termovalorizzazione o combustibili alternativi, tramite processi di pirolisi o gassificazione, utili per il raggiungimento degli obiettivi di penetrazione delle fonti rinnovabili nel settore trasporti (recycled carbon fuels, quali idrogeno, metanolo e gas di sintesi).

I moderni impianti (impianti CHP, impianti di produzione combinata di energia e calore, termovalorizzatori) usano i rifiuti in plastica insieme ad altri materiali ad alto valore calorifico, offrendo una fonte di calore ed energia.

Inoltre, i combustibili solidi secondari (CSS), prodotti dalle materie plastiche e da altri rifiuti solidi, sono usati dalle centrali termoelettriche oltre che da una serie di settori ad alta intensità energetica, ad esempio forni dei cementifici, e permettono di ridurre la richiesta di combustibili fossili vergini.

Questi processi di recupero dell'energia adottano solo le migliori tecnologie per garantire che le installazioni siano sicure, eco-sostenibili ed efficienti.

Infine, i processi di gassificazione e pirolisi energetica delle plastiche non riciclabili unitamente ad altri rifiuti solidi non pericolosi di origine non rinnovabile (es. CSS, frazione secca, biostabilizzato, pulper, fanghi essiccati) contribuiscono da un lato al raggiungimento del target rinnovabili nel settore trasporti e, dall'altro, a chiudere il cerchio dei cosiddetti "rifiuti dei rifiuti", riducendo gli ingenti volumi ancora destinati allo smaltimento, grazie alla valorizzazione dei rifiuti non riciclabili prodotti dagli impianti di trattamento o riciclaggio dei rifiuti e dal trattamento degli effluenti. Tali tecnologie sono in grado di garantire un'elevata riduzione delle emissioni di gas effetto serra lungo il ciclo di vita anche grazie allo spiazzamento di due processi, la produzione tradizionale di carburante da fonti fossili da un lato e l'incenerimento o lo smaltimento in discarica dall'altra. In tal senso, ad esempio, vanno interpretati l'accordo siglato nel 2019 da ENI e la società di ingegneria Maire Tecnimont - attraverso la propria controllata per la chimica verde NextChem - per implementare la tecnologia di gassificazione ad alta temperatura che trasforma i rifiuti non riciclabili, RSU e materie plastiche non riciclabili, in idrogeno e metanolo, con un ridotto impatto ambientale e il Protocollo d'intesa siglato nel 2020 tra Cassa Depositi e Prestiti (CDP), Eni e Fincantieri per lo sviluppo di progetti congiunti nell'ambito dell'economia circolare, volti a implementare soluzioni tecnologiche per fronteggiare il fenomeno del marine litter, attraverso la raccolta dei rifiuti dispersi in mare e lungo le coste e il loro utilizzo per generare prodotti per la mobilità e applicazioni industriali. Nell'ambito del Protocollo, CDP ed Eni hanno concordato lo sviluppo di progetti congiunti per la valorizzazione dei rifiuti urbani, con particolare riferimento ai rifiuti plastici non riciclabili (plasmix) e al combustibile solido secondario (CSS) prodotto della raccolta indifferenziata, affinché vengano trasformati in idrogeno e metanolo.

6. La demolizione selettiva delle costruzioni per il riciclo delle plastiche

1



6 La demolizione selettiva delle costruzioni per il riciclo delle plastiche

6.1 Il settore delle costruzioni e l'economia circolare

L'economia circolare, come già illustrato, prevede che i rifiuti debbano essere riciclati e che siano sostanzialmente utilizzati per prodotti prestazionali, se possibile in "closed loop", cioè ove possibile un articolo post consumo dovrebbe essere utilizzato per produrre un articolo della stessa famiglia di prodotti. Ma per poter seguire questa strada è fondamentale che i rifiuti raccolti siano il più possibile esenti da contaminazioni o materiali estranei che non solo non permettano il riciclo "closed loop" ma anche la semplice possibilità di riciclo in altre applicazioni.

Da qui la necessità di promuovere la cosiddetta "demolizione selettiva" che passi attraverso una audit di pre-demolizione ed una separazione e raggruppamento dei materiali una volta resi disponibili dopo avere applicato le regole risultanti dalla audit di pre-demolizione.

Siccome la realizzazione di una demolizione selettiva comporta maggiori tempi e costi rispetto alla demolizione "tradizionale", sarebbe di grande importanza affiancare le regole tecniche con regole economiche che rendano "non sconveniente" l'adozione della selezione dei materiali da demolizione. A tale ipotesi, va affiancata anche l'opportunità di inserire previsioni normative e modalità operative ed organizzative orientate a rendere più percorribile la "demolizione selettiva" anche per le imprese più piccole, che riscontrano in tale modello livelli di complessità che ne rendono ardua l'applicazione.

Semplificazione, economicità e qualità dell'EoW (End of Waste – cessazione della qualifica di rifiuto) avranno sicuramente un impatto positivo anche sulle risposte che le aziende italiane possono dare in riferimento all'applicazione del GPP e dei CAM sull'edilizia in termini di contenuto di riciclato nelle nuove costruzioni per poter applicare il più possibile il concetto di economia circolare "closed loop" (Figura 21).

Infatti, già nel 2016 la Commissione Europea aveva pubblicato un documento dal titolo "EU Construction & Demolition Waste Management Protocol" in cui si riconosceva la necessità di migliorare la gestione dell'intera catena del valore e del relativo flusso di rifiuti provenienti da C&D mediante una corretta identificazione (a seguito di una audit di pre-demolizione) e raccolta separata per tipologia di materiale attraverso una separazione alla fonte, ove possibile (<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/en/renditions/native>).



Figura 21. La demolizione selettiva delle costruzioni.

6.2 Le plastiche nelle costruzioni

Analizzando i vari settori applicativi delle materie plastiche è stato evidenziato come il 20% delle quantità trasformate in Europa (EU28+N+CH) vanno nel settore delle costruzioni (B&C), come mostrato in Figura 22:

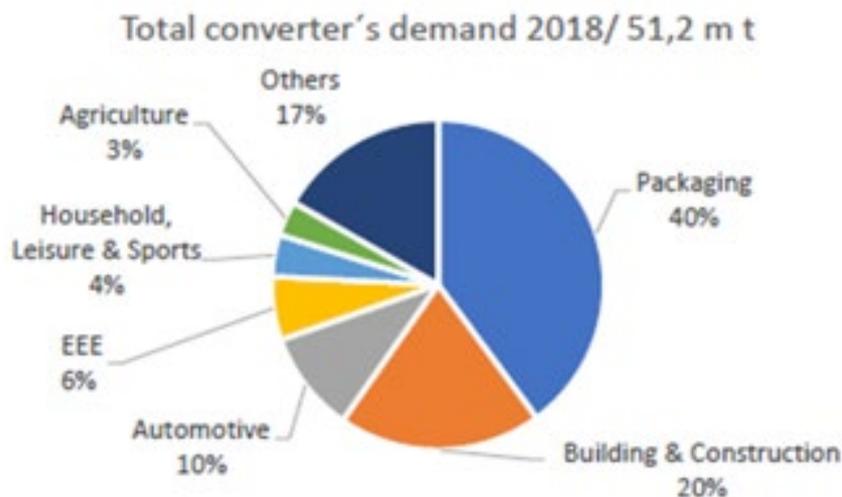


Figura 22. Settori applicativi delle materie plastiche.

Tra i principali prodotti in materia plastica utilizzati nelle costruzioni possiamo elencare:

- pavimenti,
- tubazioni per acqua potabile, scarichi e fognature
- finestre, porte e tapparelle
- cavi elettrici e passacavi
- sistemi di ventilazioni
- materiali isolanti
- membrane impermeabili
- grondaie e relativi scarichi
- moquette e pavimenti in PVC

Per quanto riguarda i rifiuti, nel 2018, Conversio ha pubblicato una panoramica completa sulla produzione di rifiuti di plastica provenienti dal settore delle costruzioni nell'UE insieme a Norvegia e Svizzera (1,7 milioni di tonnellate) e sul tipo di smaltimento (www.conversio-gmbh.com).

Come si evince dalla Tabella 6 relativa al 2018, il 26% di queste 1,7 milioni di tonnellate è andato al riciclo meccanico, mentre il restante 74% è stata destinata al recupero energetico o alla discarica.

Tabella 6. Tipologia, quantità e trattamento di rifiuti plastici generati dal settore delle costruzioni (www.conversio-gmbh.com).

Type of plastic	Total waste generation		Recovery					Disposal/ landfill Total	
	in kt	in %	Total in kt	Thereof mechanical recycling		Thereof energy recovery		in kt	in %
PE-LD	90	5.1%	70	24	27.0%	46	51.0%	20	22.0%
PE-HD	225	12.8%	164	54	24.0%	110	49.0%	61	27.0%
PP	130	7.4%	95	30	23.0%	65	50.0%	35	27.0%
PS	30	1.7%	21	2	7.0%	19	64.0%	9	29.0%
EPS	140	8.0%	95	13	9.0%	83	59.0%	45	32.0%
PVC	910	51.7%	683	309	34.0%	373	41.0%	228	25.0%
Other	235	13.4%	172	18	7.50%	154	65.5%	63	27.0%
Total	1,760	100.0%	1,300	450	26.0%	850	47.5%	460	26.5%

Come riportato nella tabella precedente diversi sono i materiali plastici presenti negli edifici, ma lo studio Conversio conferma che la materia plastica più usata in Europa nelle costruzioni è il PVC, come dimostrato dalle 910 kton (pari al 51% del totale delle plastiche) di rifiuti di PVC provenienti dal settore delle costruzioni. Di queste quasi il 35% sono riciclate attraverso la tecnologia del riciclo meccanico.

Da sottolineare che, se calcolate sul polimero vergine utilizzato, le quantità di PVC utilizzato per produrre manufatti per le costruzioni varia dal 50 al 70% del totale di polimero trasformato.

È stato quindi dimostrato che dalla demolizione di un edificio è possibile ottenere quantità significative di PVC che, se opportunamente raccolto e selezionato, può essere inviato al riciclo invece che allo smaltimento in discarica.

Se ci focalizziamo sulla situazione italiana dove non sono più presenti impianti che producono polimero vergine, di fatto il parco edifici può diventare una vera “miniera” di materie plastiche che possono sostituire (in parte) il polimero vergine, dando così un contributo significativo alla realizzazione di una economia circolare. Questo, inoltre, permetterà ai riciclatori italiani di subire meno la competizione di aziende straniere nel dare una risposta alle regole fissate dai GPP ed i CAM sul contenuto di riciclato nei beni che la Pubblica Amministrazione deve acquistare.

Per approfondimenti sul riciclo meccanico delle plastiche, si rimanda al capitolo di questo documento che lo tratta in modo specifico.

6.3 La Circular Plastic Alliance ed il B&C Working Group

Lo scorso anno Enti pubblici e privati, coinvolti nella filiera delle materie plastiche, hanno firmato la dichiarazione della "Circular Plastics Alliance" promossa dalla Commissione europea allo scopo di promuovere un maggior uso di materie plastiche riciclate in Europa.

Tra le priorità della CPA era stato inserito anche il tema “Collection and sorting of plastic waste” e tra i gruppi di lavoro opportunamente costituiti è stato inserito anche quello sulle Costruzioni (Construction Working Group).

All'interno del piano preliminare del Gruppo di Lavoro, teso anche allo sviluppo di linee guida, è stato definito un primo gruppo di prodotti per le costruzioni che sono già riciclabili (come dimostrato dalla pratica) e la cui raccolta è in grado di aumentare l'assorbimento di riciclato (vedi Tabella 7).

Tabella 7. Prodotti per le costruzioni già riciclabili, individuati dal Gruppo di Lavoro sulle costruzioni della Circular Plastics Alliance.

Application	Short term priority products (first wave)	Medium term priority products (second wave)
Non pressure pipes (PVC and polyolefin)	Stormwater pipes Sewage pipes Cable conduits	Soil and waste pipes Downdrain pipes Gutters
PVC films and sheets, membranes for tents, halls and construction	PVC films	Membranes for textile architecture
PVC Windows, doors	PVC window profiles	PVC window profiles Roller shutters Profile extensions
EPS insulation	Insulation boards and related products	Insulation boards and related products

Per essi esistono standard di prodotto per la caratterizzazione del materiale riciclato, di cui in Figura 23 sono riportati alcuni esempi:

- CEN / TR 15353; Linee guida per l'implementazione di standard per plastiche riciclate (generici)
- EN 15342: riciclati di polistirene (PS)
- EN 15346: riciclati di polivinilcloruro (PVC)
- EN 15344: riciclati di polietilene (PE)
- EN 17410: Riciclo a circuito controllato di finestre PVC-U Questa norma definisce il riciclo a circuito chiuso di finestre in PVC usate e chiude il cerchio con profili in PVC (EN 12608-1) e finestre in PVC (hEN 14351-1)

Figura 23. Standard di prodotto per la caratterizzazione del materiale riciclato.

6.4 Promozione e regole della demolizione selettiva

Visto il coinvolgimento di diversi materiali presenti nell'edilizia (inerti, legno, metalli, plastiche, etc.) un eventuale modello dovrebbe prevedere un Sistema Collettivo per l'Edilizia (come è stato chiamato in uno studio precedente sullo stesso argomento), suddiviso in una serie di sottosistemi coordinati, ognuno dei quali rappresentante una tipologia di ognuno dei materiali presenti, incluse quindi anche le materie plastiche.

La possibilità di riutilizzare un materiale proveniente dalla demolizione di edifici è fortemente dipendente dalla capacità di selezionare i singoli materiali e metterli a disposizione del riciclatore nella migliore qualità possibile per poterli utilizzare nella produzione di manufatti aventi buone o elevate prestazioni (upcycling del rifiuto, sottoprodotto o End of Waste). Anche in questo caso, come in genere in qualsiasi processo circolare, è fondamentale che tutta la filiera sia coinvolta e dia il suo contributo al successo.

Cerchiamo, di seguito, di dare delle indicazioni sui criteri di carattere tecnico/normativo che influenzano tutte le fasi della filiera: dal cantiere di demolizione alla gestione dei rifiuti, dai processi

di riciclo e valorizzazione, alla qualificazione dei materiali per il riciclo e al loro ri-impiego nelle costruzioni.

I criteri generali possono essere così sintetizzati:

- 1) Criteri preliminari (criteri che influenzano tutte le fasi)
 - a. Il cantiere e la demolizione come strumento per la valorizzazione dei materiali: nuove modalità organizzative del cantiere e dei processi di demolizione (selettiva)
 - b. Transizione da rifiuto a prodotto: il prodotto risultante dalla demolizione selettiva dovrebbe definire lo stato finale del materiale (da rifiuto a End of Waste)
- 2) Problemi e soluzioni tecniche per la demolizione, il cantiere, la raccolta e la selezione
 - a. Applicare il Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione
 - i. Analisi di ciò che deve essere demolito in relazione alla possibilità di valorizzazione
 - ii. Programmazione dei lavori di demolizione selettiva secondo il piano approvato
 - iii. Controllo finale con rendicontazione
 - b. Qualificazione del cantiere come luogo di produzione di materiale da riciclare
 - c. Definire i luoghi dove i prodotti della demolizione selettiva devono essere stoccati, in particolare per i materiali in piccole quantità
- 3) Strumenti economici che permettano di incentivare sia la demolizione selettiva che la gestione dei prodotti da rendere disponibili per il riciclo
- 4) Soluzioni in ambito normativo
 - a. Disincentivi dell'invio a discarica
 - b. Semplificazione nella gestione dei rifiuti provenienti dalla demolizione di edifici

7. Gli imballaggi in plastica



7 Gli imballaggi in plastica

L'esistenza stessa di un imballaggio è indissolubilmente legata alle caratteristiche del prodotto a cui è destinato, alla sua filiera di produzione, confezionamento e distribuzione e ad eventuali requisiti normativi e di sicurezza, fondamentali per gli imballaggi destinati a contenere alimenti. Il miglior imballaggio poco può fare per migliorare un pessimo prodotto, ma un pessimo imballaggio o nessun imballaggio possono compromettere irreparabilmente le caratteristiche e la sicurezza del miglior prodotto.

Nella quasi totalità dei casi lo spreco di risorse derivante dalla perdita del prodotto a causa di un imballaggio sottodimensionato o della mancanza di un imballaggio supera di gran lunga il risparmio derivante dalle attività di riduzione o di eliminazione dell'imballaggio stesso.

L'individuazione del migliore imballaggio per uno specifico prodotto è quindi una questione complessa, per la quale quasi mai esistono soluzioni semplici e definitive. I vari aspetti possono assumere importanza diversa a seconda della situazione specifica e, in alcuni casi, anche del periodo storico. Ad esempio, la recente pandemia ha portato alla rivalutazione di molti prodotti, fra cui articoli monouso e imballaggi in grado di assicurare una shelf life più lunga ai prodotti, riducendo la necessità e quindi i rischi di contagio derivanti dall'uscire di casa per fare acquisti alimentari.

Proprio perché le aziende che producono o utilizzano imballaggi sono gli unici soggetti in grado di prendere decisioni informate su quale possa essere il miglior imballaggio per uno specifico prodotto in uno specifico contesto e periodo storico, il sistema consortile facente capo al CONAI non ha il potere di intervenire direttamente nelle scelte delle aziende, ad esempio "vietando" alle aziende di realizzare un imballaggio che non possa essere avviato a riciclo o imponendo l'utilizzo di un imballaggio riutilizzabile in sostituzione di uno monouso. Può tuttavia utilizzare le leve comunicative ed economiche di cui dispone per orientare le scelte delle aziende verso la riduzione dei rifiuti di imballaggio e la realizzazione di imballaggi di più facile selezione ed avvio a riciclo.

7.1 Il contributo ambientale come leva di prevenzione

Da questo punto di vista, la leva principale è quella economica, rappresentata dal Contributo Ambientale CONAI (CAC) che, per quanto riguarda gli imballaggi in plastica, si è evoluto nel corso degli anni. Al momento della creazione del sistema consortile, si decise che il CAC dovesse essere calcolato sul quantitativo (peso) di imballaggi immessi al consumo. Già in questa forma, esso rappresenta un'importante leva di prevenzione, in quanto penalizza economicamente l'overpacking, cioè la realizzazione di imballaggi sovradimensionati rispetto alle esigenze del prodotto. Questa leva di prevenzione ha dimostrato e dimostra di funzionare dal momento che nel corso degli anni le aziende hanno ridotto significativamente il peso di molti imballaggi, senza che le prestazioni ne risultino compromesse.

Il passo successivo è stato introdurre agevolazioni per alcune tipologie specifiche di imballaggi riutilizzabili, facenti parte di circuiti verificati. Si tratta di imballaggi impiegati nel canale commercio e industria, come le casse e i cestelli, per i quali esistono circuiti consolidati di ritorno e riutilizzo. La riduzione del contributo ambientale dovuto si trasforma in incentivo per le aziende all'impiego di imballaggi riutilizzabili in alternativa agli analoghi monouso.

L'ultimo, e più importante passo è stato compiuto nel 2018, con l'entrata in vigore della diversificazione contributiva per gli imballaggi in plastica. Si è passati cioè da un valore unico del CAC 2017 di 188 € per tonnellata ad una suddivisione degli imballaggi in plastica in tre categorie,

ciascuna delle quali paga un CAC diverso. L'entrata in vigore ha rappresentato l'ultimo passaggio di un lungo percorso, iniziato nel 2015 e che è stato portato avanti coinvolgendo tutta la filiera, attraverso il dialogo continuo con le Associazioni dei produttori e degli utilizzatori di imballaggi.

Questo percorso ha portato alla definizione e la condivisione di tre Criteri Guida per la diversificazione contributiva:

- la selezionabilità,
- la riciclabilità,
- per gli imballaggi che soddisfano i primi due criteri, la definizione del circuito di destinazione prevalente dell'imballaggio quando diventa rifiuto.

Dopo avere definito i criteri ed averli condivisi con gli attori coinvolti, gli imballaggi in plastica sono stati suddivisi per categoria e sono state redatte tre liste, corrispondenti alle diverse fasce. L'assegnazione delle tipologie di imballaggi alle tre fasce non è definitiva.

Le tipologie, la selezionabilità e la riciclabilità possono cambiare nel tempo in funzione delle caratteristiche degli imballaggi immessi al consumo dalle aziende e dell'evoluzione dei processi di selezione e riciclo. Si è reso quindi necessario il monitoraggio continuo della situazione al quale facesse seguito la revisione periodica delle liste di imballaggi a contributo agevolato.

7.2 Imballaggi in plastica immessi al consumo

Tornando al campo degli imballaggi e facendo un focus sui dati nazionali, i grafici in Figura 24 mostrano la ripartizione dell'impresso al consumo in Italia nel 2019, con la suddivisione per tipologia e per polimero:



Figura 24. Ripartizione degli imballaggi in Italia nel 2019, per tipologia e polimero.

Circa 2,5 milioni di tonnellate di imballaggi in plastica vengono utilizzate ogni anno in Italia. In una prospettiva di circolarità, il percorso più problematico riguarda gli imballaggi difficili da riciclare non solo per dimensione insufficiente della domanda e numero di clienti, ma anche per valore, quantità o perché sono ancora in fase sperimentale. Stante l'evoluzione dei consumi e la conseguente composizione del flusso di raccolta che:

- continua ad avere un trend di sensibile crescita;
- proporzionalmente si impoverisce sempre di più di contenitori per liquidi (CPL);
- si arricchisce ancora di imballaggi complessi da selezionare (CPL in PET opachi, CPL in PET con etichetta coprente, CPL neri, vaschette mono e multistrato, film multistrato e biopolimero, ecc.);

per raggiungere gli obiettivi di riciclo in un quadro di efficienza, viene rinnovato ogni sforzo sul piano dei nuovi prodotti da selezionare e della ricerca di nuovi clienti e nuove applicazioni finali.

Le linee guida lungo cui ci si sta muovendo sono essenzialmente due:

- selezionare quanti più possibile prodotti omogenei per polimero, stimolando la crescita tecnologica e creando la massa critica per l'avvio di una filiera di riciclo;
- collaborare con i riciclatori per creare, ove si verifichino le condizioni, specifiche e mix qualitativi on demand.

Tipico esempio del primo tipo di percorso è la sperimentazione di selezione e avvio a riciclo dapprima delle vaschette in PET, poi del PS rigido, e ancora delle vaschette in XPS.

7.3 Prevenzione ed eco-design degli imballaggi in plastica

L'insieme delle misure tese a limitare l'impatto ambientale della gestione del fine vita degli imballaggi in plastica, passa essenzialmente attraverso le seguenti azioni:

- la semplificazione dell'imballaggio, attraverso l'eliminazione delle componenti che ostacolano il riciclo del polimero principale, quello costituente il corpo dell'imballaggio;
- il riutilizzo dell'imballaggio per più cicli di vita, nelle situazioni in cui sia il riutilizzo, sia l'implementazione della logistica inversa per il ritorno degli imballaggi vuoti sono ambientalmente, tecnicamente ed economicamente sostenibili;
- la realizzazione dell'imballaggio con l'utilizzo di una minor quantità di materia prima, a parità di contenuto e caratteristiche tecniche;
- la realizzazione di imballaggi primari e secondari che rendano la logistica più efficiente, ad esempio aumentando il numero di confezioni trasportabili sul singolo pallet;
- il design for recycling o design for circularity, cioè la progettazione *ex novo* di imballaggi che facilitino le operazioni di selezione e riciclo.

Esistono numerose tipologie di imballaggi in plastica. Per ciascuna di esse e per ciascun imballaggio appartenente ad una determinata tipologia, si può individuare il mix di azioni che permette di ottenere il risultato migliore. In particolare, tenere conto del fine vita dell'imballaggio sin dalla fase di progettazione, tra tutte, è l'azione che permette di ottenere il risultato migliore perché consente di orientare tutte le scelte successive. Gli imballaggi, non solo quelli in plastica, devono soddisfare quattro esigenze specifiche:

- **tecniche:** devono essere in grado di svolgere le funzioni primarie per le quali sono progettati ed impiegati;
- **normative:** sono particolarmente stringenti per gli imballaggi destinati al contatto diretto con alimenti;
- **economiche:** il costo dell'imballaggio deve essere sostenibile per l'azienda e per il consumatore, in relazione alla tipologia di contenuto;
- **di marketing:** per alcune tipologie di prodotti, l'imballaggio, per forma, colore, materiale, ecc. è associato al prodotto contenuto e costituisce un importante veicolo promozionale.

Premesso che le esigenze normative devono essere sempre rispettate, spesso accade che la riciclabilità dell'imballaggio venga presa in considerazione solamente dopo che sono già state soddisfatte tutte le altre esigenze, gran parte delle decisioni è stata presa e le possibilità residue di intervento sono limitate. Spesso le aziende concentrano i propri sforzi sull'imballaggio primario, perché è quello che il consumatore finale si trova a dover gestire quando diventa rifiuto e che spesso è immediatamente riconducibile ad un prodotto/azienda se viene rinvenuto disperso nell'ambiente, dimenticando i miglioramenti possibili anche a livello di imballaggi secondari e terziari.

Inoltre, la pressione dell'opinione pubblica verso la riduzione o addirittura l'eliminazione dell'imballaggio primario, spesso a torto ritenuto "superfluo" o "sovradimensionato", finisce per dettare scelte che ne compromettono la funzionalità o aumentano lo spreco di prodotto. Non va mai

dimenticato che l'impatto ambientale dell'imballaggio non può essere separato da quello del prodotto in esso contenuto. Tranne in casi particolari, l'impatto ambientale dell'imballaggio è notevolmente inferiore a quello del prodotto contenuto, per cui il danneggiamento irreparabile del prodotto dovuto a prestazioni insufficienti dell'imballaggio (tipicamente per under-packaging) si traduce in un impatto ambientale notevolmente superiore a quello del solo imballaggio. Lo stesso accade nelle situazioni in cui l'imballaggio viene eliminato del tutto. Ad esempio, la scelta di alcune catene della grande distribuzione di rinunciare agli imballaggi in plastica per alcuni prodotti del reparto ortofrutta è stata salutata come positiva dall'opinione pubblica, ma ha avuto come conseguenza la riduzione della shelf life, con il risultato che quantitativi maggiori di frutta e verdura vengono avviati al macero perché deperiscono prima di essere venduti e in qualche caso perché non riescono ad essere consegnati ai supermercati in tempo utile.

Tuttavia, lo scenario sta cambiando, complice l'innalzamento degli obiettivi di riciclo per gli imballaggi in plastica che i Paesi membri dell'Unione Europea saranno chiamati a rispettare nei prossimi anni. In particolare, con la Direttiva (UE) 2018/852 sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio, l'obiettivo di riciclo per gli imballaggi in plastica è stato portato al 50% (al 2025) ed al 55% (al 2030) rispetto al 22,5% attualmente in vigore. I nuovi obiettivi di riciclo porteranno con sé anche la revisione del punto di misurazione da utilizzare per il calcolo della rendicontazione degli obiettivi di riciclo. Attualmente la normativa prevede la possibilità di scegliere tra quattro possibili opzioni.

Ciascun Paese europeo ha scelto l'opzione più favorevole e questo rende i confronti non praticabili. Il punto di misurazione per ciascun materiale sarà unico a livello europeo, come stabilito dalla Decisione di esecuzione (UE) 2019/665 della Commissione, del 17 aprile 2019. Accanto al punto di misurazione sono stati introdotti anche obblighi di verifica da parte degli stati membri.

I vari sistemi europei si stanno attrezzando per tradurre in pratica quanto richiesto dalla normativa, con attività che sono al momento in corso, compresa una proposta di standardizzazione della metodologia di calcolo a livello europeo basata sul contenuto di materiale potenzialmente riciclabile nei lotti di imballaggi selezionati. Le aziende sono state invitate a sottoscrivere impegni (volontari, ma soggetti a verifica) di effettivo utilizzo di plastiche riciclate nei loro prodotti. L'obiettivo è creare la domanda, e quindi il mercato, per plastiche di riciclo di qualità, evitando al legislatore di intervenire con prescrizioni legislative, come è successo per le bottiglie in PET per bevande (vedasi direttiva UE 2019/904). Per raggiungere i nuovi obiettivi di riciclo sarà necessaria una crescita dei quantitativi di imballaggi conferiti nella raccolta differenziata e soprattutto un forte incremento di quelli selezionati ed avviati a riciclo. In futuro, mettere sul mercato imballaggi non riciclabili rischia di diventare un boomerang in termini di immagine per le aziende, soprattutto nel caso in cui i nuovi obiettivi di riciclo, che sono molto sfidanti, non dovessero essere raggiunti.

In questo scenario, la diversificazione contributiva descritta precedentemente diventa uno strumento fondamentale per orientare le scelte delle aziende e promuovere lo sviluppo di nuovi processi di riciclo. Il nuovo scenario fa sì che le aziende siano sempre più attente alla riciclabilità dei propri imballaggi.

A supporto dell'intera filiera, CONAI, con il supporto tecnico di COREPLA e la collaborazione dell'Università di Venezia, ha pubblicato una linea guida tesa a fornire informazioni utili per le aziende a progettare e realizzare imballaggi destinati al circuito domestico che facilitino le attività di selezione e riciclo. La linea guida è disponibile *online* all'indirizzo www.progettarericiclo.com.

A riprova di quanto la riciclabilità sia diventata importante per le aziende, alcune multinazionali del settore alimentare, delle bevande e dei prodotti per la cura della casa e della persona, hanno annunciato iniziative volontarie, impegnandosi a commercializzare i propri prodotti, entro una certa data, utilizzando imballaggi in plastica riciclabili. Queste iniziative anticipano quanto previsto dalla

Commissione europea nella strategia sulle plastiche di recente pubblicazione, cioè l'intenzione, al 2030 di far sì che tutti gli imballaggi in plastica immessi sul mercato devono essere riciclabili in maniera economicamente sostenibile. Attraverso un impegno volontario, queste aziende anticipano eventuali iniziative legislative. In alcuni casi all'impegno sulla riciclabilità si aggiunge quello su un contenuto minimo di materiale riciclato, anche se l'utilizzo di plastica riciclata nella realizzazione di imballaggi a contatto con alimenti è sottoposto a normative stringenti, tese a garantire la sicurezza per il consumatore. L'alleggerimento degli imballaggi continua ad essere l'attività di prevenzione più gettonata dalle aziende. Tra i casi presentati al Bando Prevenzione CONAI 2019, ad esempio, la leva di prevenzione maggiormente utilizzata dalle aziende, non solo per la plastica, è stata la riduzione del quantitativo di materiale impiegato per la realizzazione dell'imballaggio, anche se rispetto al 2017 la percentuale è scesa dal 49% al 39%, seguita dall'ottimizzazione della logistica (re-design dell'imballaggio per aumentare il numero di unità di prodotto che possono essere trasportate su ciascun pallet), con il 19%, a pari merito con l'utilizzo di materiale riciclato. Quest'ultima era una leva di prevenzione tra le meno utilizzate nelle prime edizioni del bando, a testimonianza di quanto sia diventata importante per le aziende. L'ottimizzazione dei processi produttivi segue a distanza con il 10%. Significativo anche il 2% di casi di aziende che sono passate da un imballaggio monouso ad uno riutilizzabile.

Per concludere, anche se non è una leva di prevenzione vera e propria, va anche menzionata la possibilità di sviluppare circuiti di raccolta, selezione e riciclo su scala industriale per tipologie di imballaggi che non sono avviati a riciclo, ma che allo stato attuale delle tecnologie sarebbero difficilmente sostituibili con alternative riciclabili senza scendere a compromessi inaccettabili in termini di prestazioni, sicurezza per il consumatore e costi. In casi come questi, l'intervento a valle può rappresentare la soluzione migliore.

8. Bioplastiche biodegradabili e compostabili



8 Bioplastiche biodegradabili e compostabili

Potendo essere smaltite insieme al rifiuto organico, contribuendo ad aumentare la qualità del compost generato dopo lo smaltimento, le bioplastiche compostabili offrono una gestione più semplice dei rifiuti e contemporaneamente una soluzione per la raccolta stessa. Infatti, utilizzando sacchi per la raccolta differenziata, shopper e sacchi frutta e verdura compostabili per la raccolta del rifiuto, è possibile ottimizzare le modalità di raccolta ed aumentarne la quantità e la qualità. Le bioplastiche compostabili sono una soluzione anche per altre applicazioni a contatto con materia organica, come le stoviglie monouso, che se utilizzate nella ristorazione collettiva (mense, sagre, ecc.) possono permettere di ottimizzare la raccolta finale, consentendo il conferimento di tutti i materiali nello stesso contenitore dell'organico e garantendo contemporaneamente la comodità di utilizzare prodotti "usa e getta", che in questi contesti risultano maggiormente igienici e funzionali, date le grandi quantità.

Un altro campo di applicazione delle bioplastiche (certificate per la degradazione in suolo) è quello legato a prodotti ad elevato rischio di dispersione nell'ambiente, come ad esempio i teli per pacciamatura biodegradabili in suolo, certificati secondo la norma EN 17033. Tali prodotti al termine del ciclo colturale possono essere incorporati nel terreno, operazione grazie alla quale viene quindi completamente biodegradato senza rilasciare residui ad opera dei microrganismi, presenti nel suolo che lo utilizzano come fonte di materia prima o come fonte di energia. I teli per pacciamatura biodegradabili in suolo sono quindi un mezzo tecnico che consente di ridurre la produzione di un rifiuto plastico difficile da riciclare.

Le bioplastiche sono presenti da molto tempo nel mercato nazionale e mostrano un trend in crescita negli anni a venire (Figura 25). Non a caso, l'industria italiana rappresenta in questo settore un'eccellenza a livello internazionale con un ruolo importante nell'ambito dell'economia circolare e della bioeconomia. Le bioplastiche possono infatti rappresentare l'esito di un processo di valorizzazione di risorse rinnovabili come rifiuti e scarti dell'agroindustria, possono contribuire a limitare l'impatto ambientale (in termini di prelievo di risorse non rinnovabili e inquinamento) e possono essere a loro volta oggetto di recupero e valorizzazione in cicli chiusi (circolari appunto).

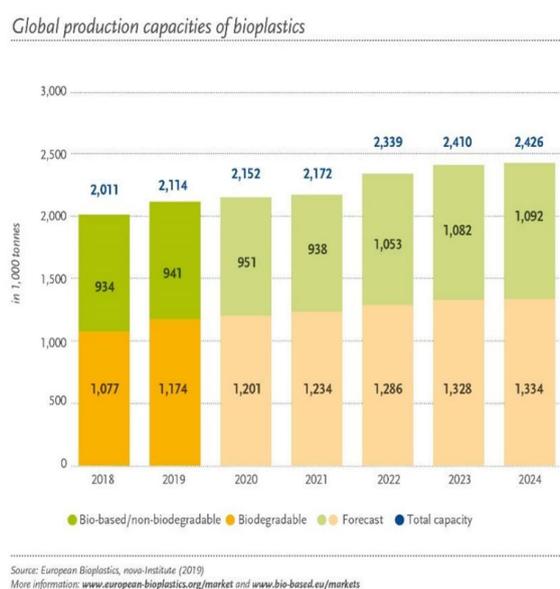


Figura 25. Trend della produzione globale delle bioplastiche (European bioplastics, novo-Institute, 2019).

Il settore delle bioplastiche biodegradabili e compostabili ha già dimostrato di dare effetti importanti anche in relazione all'integrazione con il comparto agricolo e con i sistemi di trattamento del rifiuto organico a livello locale.

A partire dalla filiera italiana delle bioplastiche, è nata infatti una piattaforma di cooperazione che coinvolge i compostatori e alcune municipalità per la raccolta del rifiuto organico attraverso l'utilizzo di bioplastiche, dando vita ad un modello che oggi vede l'Italia al primo posto in Europa per il riciclo del rifiuto alimentare e che permette di prefigurare ulteriori grandi passi avanti in termini di adeguamento dell'impiantistica a tutto il Paese.

La ricerca e l'innovazione sono al centro del settore delle bioplastiche, caratterizzato da forte interdisciplinarietà, che ha generato significativa proprietà intellettuale utilizzata per reindustrializzare siti dismessi o non più competitivi, costruendo impianti primi al mondo, ovvero bioraffinerie integrate che utilizzano materie prime provenienti da risorse vegetali, nonché da rifiuti organici e sottoprodotti. La filiera delle bioplastiche rappresenta un caso di successo anche da un punto di vista della realizzazione di normative in campo ambientale che hanno visto concretamente raccogliere risultati importanti. Facciamo riferimento alla legge italiana n°28/2012, che ha anticipato la direttiva europea 2015/720 "Reducing the consumption of lightweight plastic carrier bags", formalmente ratificata in Italia tramite l'approvazione del decreto Mezzogiorno (G.U. n°. 141 del 20 giugno 2017).

Tale normativa prevede il divieto nell'utilizzo di sacchi asporto merci monouso e sacchi per frutta e verdura in plastica tradizionale, prevedendo l'esenzione per i prodotti realizzati in bioplastica biodegradabile e compostabile certificata a norma EN 13432. Come effetto della normativa, il volume degli shopper si è ridotto da circa 210000 ton prima della legge del 2010 a 74500 ton del 2020 (Plastic Consult 2021), a fronte di un aumento del valore aggiunto dei prodotti, della disponibilità per i cittadini di uno strumento idoneo alla raccolta differenziata del rifiuto organico e, della riqualificazione della filiera di trasformazione che ha iniziato ad innovare sviluppando nuovi prodotti. Lo sviluppo di nuovi bioprodotto sta inoltre alimentando le tante e diversificate filiere di grande valore presenti nel Paese.

Un ulteriore settore dagli sviluppi molto promettenti è quello degli imballaggi alimentari, come testimoniato dal recente lancio da parte di alcuni brand di imballaggi compostabili per prodotti alimentari a lunga conservazione e ad elevata barriera all'ossigeno e all'acqua. Si tratta di un'alternativa per quegli imballaggi multistrato e multimateriale, ad oggi impossibili da recuperare, il cui sviluppo, tutto italiano, mette insieme dai produttori di materie prime e dei film agli esperti di trattamenti superficiali ai produttori di multistrati e di macchine.

A partire da un'analisi specifica di quali siano le applicazioni per le quali la biodegradabilità e la compostabilità rappresentano un concreto vantaggio, in un'ottica di economia circolare, sarebbe utile andare nella direzione di individuare e promuovere quei prodotti che, considerato il loro ciclo di vita, possono trovare delle alternative, più sostenibili e vantaggiose in termini di sistema, in materiali come le bioplastiche compostabili.

Alcuni imballaggi per alimenti hanno alti costi di riciclo e presentano bassi tassi, oltre a finire sovente nel circuito della FORSU dove possono rappresentare un problema. Le analisi del Consorzio Italiano Compostatori (CIC) del 2019 (CIC, 2020) rivelano un contenuto medio del 5,2% in peso di Materiale Non Compostabile (MNC) all'interno della frazione umida, con conseguenti elevati costi di rimozione e generazione di scarti. Il rapporto rileva una quantità di inquinanti plastici nel rifiuto organico pari a 90.000 ton/anno, di cui il 50% è rappresentato da imballaggi. Promuovere l'utilizzo di bioplastiche compostabili per le applicazioni indicate, permettendo così una nuova via di riciclo (organico) per questi imballaggi, abbattendo alla fonte la quantità di potenziali inquinanti della frazione organica e

consentendo la produzione di compost di qualità, rappresenterebbe una soluzione sostenibile e in linea con le normative già esistenti in merito a sacchi asporto merci e frutta e verdura.

La Legge di delegazione europea per il recepimento della direttiva economia circolare UE/2018/851 aveva previsto che “i rifiuti aventi analoghe proprietà di biodegradabilità e compostabilità, che rispettano gli standard europei per gli imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione, siano raccolti insieme ai rifiuti organici [...]”. Lo schema di decreto predisposto dal Ministero dopo le osservazioni delle Commissioni Parlamentari ha modificato la previsione nel seguente modo:

“I rifiuti anche di imballaggi, aventi analoghe proprietà di biodegradabilità e compostabilità rispetto ai rifiuti organici sono raccolti e riciclati assieme a questi ultimi, laddove:

- a) siano certificati conformi, da organismi accreditati, allo standard europeo EN 13432 per gli imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione, o allo standard europeo EN 14995 per gli altri manufatti diversi dagli imballaggi;
- b) siano opportunamente etichettati e riportino, oltre alla menzione della conformità ai predetti standard europei, elementi identificativi del produttore e del certificatore nonché idonee istruzioni per i consumatori di conferimento di tali rifiuti nel circuito di raccolta differenziata e riciclo dei rifiuti organici;
- c) entro il 31 dicembre 2023 siano tracciati in maniera tale da poter essere distinti e separati dalle plastiche convenzionali nei comuni impianti di selezione dei rifiuti e negli impianti di riciclo organico.”

Si è posta quindi l’attenzione sulla necessità della compatibilità di tali prodotti con gli standard europei della tracciabilità e dell’informazione al consumatore.

Per quanto riguarda gli impianti pensati per trattare rifiuti organici quali scarti alimentari, sfalci e potature, è sempre più necessaria una maggiore diffusione e un ammodernamento tecnologico, in virtù della crescita prevista dei volumi, delle discrepanze territoriali già esistenti e anche alla luce del nuovo Regolamento europeo sui fertilizzanti. I risultati del programma di monitoraggio CIC – COREPLA (2019-2020) (https://www.compost.it/wp-content/uploads/2020/07/CS-4-Studio-CIC-COREPLA-2020_-raddoppiano-le-bioplastiche-compostabili-nella-raccolta-dell%E2%80%99organico-5.pdf) mostrano come il rifiuto organico proveniente dalle raccolte differenziate sia costituito per il 94,8% da Materiale Compostabile, confermando inoltre l’assenza di bioplastiche nel compost finale prodotto, a dimostrazione della effettiva degradazione della bioplastica negli impianti. Permangono alcuni casi di impianti di compostaggio/digestione anaerobica per il trattamento della frazione organica degli RU soffrono per la discrepanza tra le tempistiche di degradazione definite in base agli standard europei e quelle che effettivamente si riscontrano nella gestione degli impianti progettati per tempistiche di processo che non sono allineate con gli effettivi tempi di degradazione richiesti dalla normativa. Acea Ambiente ha partecipato insieme alle principali municipalizzate toscane ad un progetto di ricerca denominato “UNICO”, presentato in Regione Toscana nell’ambito del POR FESR 2020-2024, volto a evitare la persistenza di residui nel compost agendo sia con tecnologie meccaniche che biotecnologiche al fine della valorizzazione del compost stesso.

È necessario che il tema delle bioplastiche sia affrontato in tutte le sue implicazioni, per permettere di evidenziare le potenzialità di questi materiali, affrontando anche le eventuali problematiche che dovessero emergere nella loro gestione e, soprattutto, per cercare di definire una gestione efficiente del loro fine vita.

È indubbio che l’evoluzione dell’industria delle bioplastiche richiederà nei prossimi anni importanti trasformazioni al sistema nazionale di gestione e recupero delle risorse, che dovrà essere governata

nell'ambito di una strategia condivisa fra tutti i soggetti della filiera, per sfruttare al meglio questa grande opportunità in termini di efficienza industriale e sostenibilità ambientale. Contestualmente, occorrerebbe prevedere un monitoraggio (che potrebbe essere, ad esempio, attivato dal neo costituito consorzio obbligatorio Biorepack per le bioplastiche) per ottimizzare l'ecodesign dei prodotti e renderli quanto più possibile performanti.

Un altro elemento rilevante è legato al contenuto rinnovabile delle bioplastiche biodegradabili e compostabili, che non ne influenza le proprietà di biodegradazione e compostabilità, ma influisce sul potenziale di decarbonizzazione e diminuzione nell'utilizzo di fonti fossili.

Fatto salvo l'art. 226 ter del TUA (sacchetti frutta e verdura), manca nell'ordinamento nazionale un criterio specifico, ovvero la percentuale di materia prima rinnovabile, che permetta di sfruttare al meglio la potenzialità di decarbonizzazione legata all'utilizzo di bioplastiche di origine rinnovabile e, contestualmente, di cogliere i vantaggi inerenti a un minor utilizzo di materie prime non rinnovabili, così come la dipendenza da materie fossili (spesso importate dall'estero). Per massimizzare i benefici ambientali sarebbe quindi auspicabile prevedere specifici contenuti minimi di materia prima rinnovabile secondo percentuali definite e progressive per le seguenti applicazioni in bioplastica: sacchi per trasporto merci, sacchi per la raccolta della FORSU, teli per pacciamatura, capsule per caffè, pellicole alimentari, imballaggi multistrato accoppiati con la carta (come già previsto all'articolo 226 ter del TUA in relazione ai sacchi frutta e verdura).

La promozione dei nuovi processi di conversione e riciclo delle plastiche tradizionali e delle bioplastiche biodegradabili per i settori nei quali rappresentano una reale soluzione potrebbe quindi essere parte di una strategia nazionale sull'economia circolare, che partendo dal framework europeo - il Green New Deal, la Strategia Farm to Fork, il Circular Economy Action Plan, la Climate Law, la Chemical Strategy, il fondo di ricerca e innovazione Horizon Europe - possa consentire al nostro paese una reale transizione verso un modello di sviluppo sostenibile da un punto di vista economico, sociale e ambientale, nel quale l'Italia possa capitalizzare la propria leadership.

9. Le Buone Pratiche (BP) sulle plastiche presenti in ICESP e ECESP



9 Le Buone Pratiche (BP) sulle plastiche presenti in ICESP e ECESP

9.1 BP italiane in ICESP e ECESP

Di seguito sono elencate le proposte ricevute e valutate da **ICESP** come Buone Pratiche (BP) che coinvolgono i materiali plastici come “attori” dell’Economia Circolare.

Tutte le BP elencate sono elencate sul sito <https://www.icesp.it/buone-pratiche> a cui si rimanda per la descrizione dettagliata di ogni singola pratica.

- **Gestione dei materiali in ingresso e uscita dal cantiere – Comune di Pesaro:** La pratica si prefigge di inserire elementi di circular economy nel settore edilizio attraverso la gestione durante il cantiere di tutti i rifiuti che derivano da imballaggi e dalle lavorazioni oltre alla potenziale gestione dei materiali nuovi ma eccedenti per quantità, dividendo i materiali in ragione della propria composizione: laterizio, cemento armato, legno, plastica, rame e catalogando in situ i materiali secondo i codici CER e trasportati ognuno presso idonea centrale di riciclaggio. La pratica trovando riscontro nei CAM si presta ad essere inserita chiaramente nelle prescrizioni dei bandi quale Green Public Procurement applicato ai lavori. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/gestione-dei-materiali-ingresso-e-uscita-dal-cantiere>)
- **Gestione dei rifiuti derivanti dalla demolizione degli edifici – Comune di Pesaro:** La pratica si prefigge di inserire elementi di circular economy nel settore edilizio attraverso la gestione della demolizione di edifici: l’ottimizzazione dei rifiuti da macerie avviene attraverso una propedeutica demolizione selettiva dividendo i materiali in ragione della propria composizione: laterizio, cemento armato, legno, plastica, rame e catalogando in situ i materiali secondo i codici CER e trasportati ognuno presso idonea centrale di riciclaggio. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/gestione-dei-rifiuti-derivanti-dalla-demolizione-degli-edifici>)
- **Recupero della moquette all’interno delle fiere – Montecolino Spa.** È stato sviluppato un carpet management system per l’industria fieristica che prevede il recupero della moquette dopo l’uso e la trasformazione in nuova materia prima da utilizzare in altri settori seguendo il concetto dell’economia circolare. La moquette delle fiere viene trasformate in nuova materia prima per nuovi prodotti. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/recupero-della-moquette-allinterno-delle-fiere>)
- **Fish Boxes – AIPE:** I mercati del Pesce gestiscono la vendita del prodotto attraverso l’utilizzo di contenitori in EPS, polistirene espanso sinterizzato. Le cassette vengono consegnate agli utenti del mercato, ristoranti, pescherie etc. La vendita del prodotto produce un rifiuto, le cassette che rimangono in parte presso il mercato. Tali cassette sono un rifiuto che oggi viene gestito dalla società incaricata. Il progetto prevede l’installazione presso il Mercato di un impianto completo delle parti necessarie a lavare, frantumare e compattare le cassette in EPS. Il compattato viene quindi gestito come un materiale e venduto per successivi utilizzi. L’area si configura come un PEPS piattaforma COREPLA per la gestione dell’EPS e aderente all’accordo AIPE – COREPLA. Inoltre l’area potrà in seguito gestire anche le cassette che saranno riportate indietro dagli stessi clienti in occasione di nuovi acquisti. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/fish-boxes>)
- **EPS compact – AIPE:** L’impianto di compattazione, di proprietà di AIPE, viene dato ad uso gratuito alle aziende associate. Viene gestito in modo che l’azienda associata possa chiederne l’utilizzo. La manutenzione dell’impianto è a carico dell’utilizzatore. L’impianto è dotato di un frantumatore e di un compattatore. L’EPS in forma di imballaggi, scarti di produzione o lastre, viene frantumato e compattato, passando da una densità di 20-25 Kg/m³ a 400 Kg/m³. Il prodotto in forma di mattonelle può essere impiegato per produrre polistirene espanso o compatto. La pratica sulla compattazione è uno dei metodi più utilizzati per limitare

i costi di stoccaggio e trasporto. Il materiale compattato presenta un mercato consolidato e distribuito su più filiere di utilizzo a valle. L'economia circolare viene così applicata. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/eps-compact>)

- **WREP: Progetto pilota per riciclo di articoli in PVC post consumo – PVC Forum Italia:** Il progetto WREP implementa procedure innovative per rendere effettivo il recupero del PVC presente nei rifiuti da costruzione e demolizione e nei rifiuti urbani ingombranti. Attualmente in Italia meno della metà del PVC potenzialmente disponibile per il riciclo viene riciclato; questo dipende soprattutto dal fatto che i punti di raccolta sono sparsi nel territorio e la maggior parte dei riciclatori sono micro e piccole imprese. Il progetto implementa una metodologia di tracciabilità consolidata e accreditata, applicata con successo alle filiere del recupero dei rifiuti urbani nei territori che partecipano allo schema pilota. Nel progetto pilota WREP, sono e saranno implementati tutti i criteri del "pacchetto di soluzioni", costituito da strumenti normativi, tecnici ed economici, al fine di disporre di tutte le informazioni necessarie per proporre una procedura nazionale ed europea per la raccolta e il riciclaggio del PVC da demolizione, corredata dalla relativa stima dei costi. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/wrep-progetto-pilota-riciclo-di-articoli-pvc-post-consumo>)
- **Recovinyl - stimolare e certificare l'uso di PVC riciclato – PVC Forum Italia:** Recovinyl Italia garantisce che i volumi di PVC riciclati ogni anno aumentino, ottimizza l'efficienza delle risorse in campo mediando tra riciclatori e trasformatori e stabilendo una relazione affidabile e un flusso di materiali basato su un sistema di certificazione del materiale in PVC riciclato. La strategia consiste nel consolidare e aumentare la costante fornitura di rifiuti in PVC post-consumo e post- industriali da riciclare in Italia, creando una domanda di materiale riciclato in PVC proveniente dall'industria di trasformazione e dalla raccolta di post consumo. Recovinyl opera, in collaborazione con PVC Forum Italia, aziende, comuni, società di gestione dei rifiuti, riciclatori e trasformatori, una piattaforma web innovativa attraverso la quale la filiera del riciclaggio del PVC è in grado di condividere rifiuti, sottoprodotti o End of Waste e promuovendo una collaborazione tra le aziende che desiderano contribuire alla strategia dell'UE per un'economia circolare e VinylPlus. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/recovinyl-stimolare-e-certificare-luso-di-pvc-riciclato>)
- **PVC Upcycling – Redel – ENEA – Università della Calabria:** Il progetto PVC UPCYCLING ha come obiettivo quello di facilitare il passaggio nell'attuale filiera produttiva dell'impresa, da un modello economico di tipo lineare ad un modello di economia circolare attraverso azioni mirate a recuperare il PVC dei cavi elettrici provenienti dalla dismissione di impianti energetici: de-manufacturing; al riciclo dello stesso PVC in prodotti a basso impatto ambientale: re-manufacturing. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/pvc-upcycling>)
- **Life ECO-Pulplast – Repulp srl:** LIFE ECO-PULPLAST mira a dimostrare la possibilità di recuperare e riciclare la cellulosa e le plastiche eterogenee dallo scarto di pulper, lo scarto industriale delle cartiere che utilizzano la carta da riciclo, realizzato grazie alla collaborazione tra i diversi attori del territorio. Gli obiettivi generali del progetto ECO-PULPLAST sono:
 - Ridurre la quantità di scarto di pulper inviato agli inceneritori e alle discariche;
 - Produrre nuovi pallet di plastica, a partire dagli scarti di pulper uniti ad altri materiali plastici riciclati;
 - Riutilizzo locale dei pallet nell'industria cartaria. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/life-eco-pulplast>)
- **Idea Plast – Idea Plast srl:** La mission di Idea Plast è quella di proporsi agli utilizzatori di manufatti plastici come unico interlocutore in grado di prestare servizio in tutte le fasi della filiera o dove il cliente necessita di supporto. Tutto questo con anche un occhio di riguardo ai temi di eco sostenibilità di progetto: dalla scelta dei materiali per una corretta fine vita di un prodotto, all'utilizzo della nuova generazione di plastiche Seconda Vita che consentono, oltre al beneficio ecologico, un beneficio economico. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/idea-plast>)
- **Teli per pacciamatura biodegradabili per uso agricolo – Novamont:** I teli per pacciamatura biodegradabili al termine del ciclo colturale non devono essere raccolti e smaltiti, ma vengono incorporati nel terreno dove biodegradano, trasformandosi in anidride

carbonica, acqua e biomassa. Vengono utilizzati soprattutto per coltivazione di ortaggi in pieno campo o in serra e, oltre a garantire le stesse performance in campo dei teli plastici convenzionali, possono essere utilizzati su colture non tradizionalmente pacciamate. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/teli-pacciamatura-biodegradabili-uso-agricolo>)

- **Milano - città leader nella raccolta differenziata dell'umido – Novamont:** Il sistema di gestione dei rifiuti a Milano ha uno dei suoi punti di forza nella raccolta differenziata del rifiuto organico. A favorire queste buone pratiche ha contribuito in modo particolare l'introduzione della raccolta porta a porta e l'impiego di sacchi compostabili, promossa anche attraverso l'attivazione di campagne informative rivolte ai cittadini per incentivare il riutilizzo degli shopper compostabili distribuiti alle casse delle grandi catene di supermercati per la raccolta della frazione organica dei rifiuti domestici. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/milano-citta-leader-nella-raccolta-differenziata-dell-umido>)
- **Progetto POPP (Progetto Organico Porta Palazzo) – Novamont:** Il progetto POPP del Mercato di Porta Palazzo si è articolato in due rami: incremento della raccolta differenziata, in particolar modo quella della frazione organica attraverso l'introduzione di un trespolo con sacco in Mater-BI presso i banchi dell'area orto-frutta, e creazione di una rete di raccolta e distribuzione in loco dell'invenduto/scarti ortofrutticoli nella sezione di vendita dei frutta e verdura ancora edibili ma non più vendibili, e la sua conseguente redistribuzione in loco ai soggetti richiedenti. Il progetto è stato ora confermato dall'amministrazione comunale di Torino. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/progetto-popp-progetto-organico-porta-palazzo>)
- **Progetto BIOCOSI' – ENEA:** I reflui generati dal settore lattiero-caseario, difficilmente smaltibili a causa dell'elevato carico inquinante, sono uno tra i maggiori problemi dell'agro-industria in Italia, sia per la diffusa presenza di caseifici sul territorio che per i grandi volumi prodotti. Tali reflui, però, se opportunamente trattati, possono costituire una risorsa, in un'ottica di economia circolare, diventando fonte di sostanze organiche per la produzione di bioplastica (PHB-HV - polimero appartenente alla famiglia dei polioidrossialcanoati), 100% biodegradabile e biocompatibile, idonea ad un packaging rigido per uso alimentare e utilizzabile all'interno della stessa filiera. La tecnologia sviluppata nel progetto si avvale di due processi fondamentali: recupero e valorizzazione delle componenti organiche (sieroproteine e lattosio) dai reflui lattiero caseari; produzione e lavorazione di bioplastica per l'ottenimento di un packaging rigido.
- **RiVending - Dai valore alla tua pausa caffè, non sprecarla! – COREPLA – CONFIDA:** I bicchieri monouso in plastica rappresentano la soluzione ideale per i distributori automatici di bevande calde, perché garantiscono l'igiene e la sicurezza del consumatore. Questo progetto prevede l'installazione di contenitori dedicati nei pressi dei distributori automatici dove i clienti possono mettere bicchierino e palette. Tubi rigidi presenti al suo interno accompagnano la caduta dei bicchieri favorendone l'impilamento e riducendone il volume. Il contenitore ha al suo interno uno speciale sacchetto di colore verde/blu, che viene ritirato insieme al resto della raccolta differenziata e gestito separatamente. Dal momento che contiene solo bicchierini e palette realizzati in Polistirene (PS) l'operazione di selezione per tipo di polimero non è necessaria e il materiale raccolto può essere avviato direttamente a riciclo e successivamente produrre nuovi bicchieri. (<https://www.icesp.it/buone-pratiche/rivending-dai-valore-alla-tua-pausa-caffe-non-sprecarla>)
- **Progetto RECOMED – PVC Italia:** RecoMed è un progetto VinylPlus sviluppato in partnership tra British Plastics Federation (BPF) finalizzato a raccogliere e riciclare dispositivi medicali post uso in PVC non contaminati provenienti da ospedali in UK, tra cui maschere e tubi. Il progetto coinvolge attualmente 43 ospedali di 15 aziende ospedaliere. Altre 98 strutture da 83 aziende ospedaliere e operatori sanitari privati sono pronte a iscriversi al programma. Sull'esperienza RecoMed, VinylPlus sta attualmente sviluppando un nuovo modello di raccolta e riciclo, ed ha avviato un nuovo progetto chiamato VinylPlus® Med. Il progetto, presentato ufficialmente nel febbraio 2021, ha lo scopo di sviluppare uno schema di riciclo per dispositivi medicali in PVC monouso in Europa, per aiutare gli ospedali

a gestire il loro flusso di rifiuti medici in PVC. A partire da un progetto pilota in Belgio, lo schema si concentrerà sui rifiuti in PVC puliti e conformi al REACH che possono essere riciclati in un'ampia gamma di prodotti di valore commercializzati in tutta Europa. In partnership con Europe Hospitals (www.cliniquesdeleurope.be/en), rifiuti in PVC di alta qualità provenienti da tre strutture di dialisi verranno raccolti e riciclati. VinylPlus® Med coinvolge anche aziende di gestione dei rifiuti.

- **ReMida – UNIBO:** Centro di riuso creativo dei materiali di scarto aziendale. ReMida si pone come anello di congiunzione fra le imprese che producono scarti e le realtà che necessitano di materie prime seconde per progetti creativi. (www.remidabologna.it) In collaborazione con L'Advanced Design Unit (adu.unibo.it) dell'Università di Bologna ha realizzato il workshop "Upcycling: merchandising evoluto" durante il quale sono stati ideati e creati nuovi prodotti dai banner pubblicitari a fine vita degli eventi realizzati dal Comune di Bologna. I banner pubblicitari sono stati al centro del lavoro degli studenti del Corso di Advanced Design. L'intento dei gruppi è stato quello di studiare questi oggetti, giunti alla fine del loro utilizzo, per farli diventare materiale di riuso per creare nuovi prodotti.

Inoltre, vengono elencate le BP italiane presenti a livello europeo e presenti sul sito di **ECESP** (<https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices>)

PVC Upcycling - reclaiming PVC, copper and aluminium from decommissioned electric cables - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/pvc-upcycling-reclaiming-pvc-copper-and-aluminium-decommissioned-electric-cables>

Greenrail: innovative & eco-sustainable railway sleepers - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/greenrail-innovative-eco-sustainable-railway-sleepers>

Recovinyl- Stimulating and encouraging the use of recycled PVC - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/recovinyl-stimulating-and-encouraging-use-recycled-pvc>

WREP 2018 improved PVC collection and recycling from Venice construction and demolition projects - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/wrep-2018-improved-pvc-collection-and-recycling-venice-construction-and-demolition-projects>

VinylPlus®: the Voluntary Sustainable Development Programme of the European PVC industry – PVC Forum Italia/VinylPlus - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/vinylplus-voluntary-sustainable-development-programme-european-pvc-industry>

Compaction of EPS reduces its storage and transport costs, reducing pre-recycling burden for the industry - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/compaction-eps-reduces-its-storage-and-transport-costs-reducing-pre-recycling-burden-industry>

Idea Plast: decades of design and production experience bring playful new life to recycled plastics - <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/idea-plast-decades-design-and-production-experience-bring-playful-new-life-recycled-plastics>

10. Alcuni esempi di buone pratiche di comunicazione sul riciclo delle plastiche



10 Alcuni esempi di buone pratiche di comunicazione sul riciclo delle plastiche

Un esempio virtuoso di supporto al corretto riciclo di plastiche e bioplastiche è dato dall'azione svolta da Assobioplastiche, Conai, Corepla e CIC, che nel 2017 hanno promosso il progetto "Dicheplastica6", definendo un accordo di programma con lo scopo di "favorire e promuovere la corretta gestione ambientale degli imballaggi in plastica biodegradabile e compostabile", aiutando a riconoscere e separare correttamente gli imballaggi in plastica e bioplastica attraverso contenuti tecnici innovativi, video esplicativi e il supporto dei social network.

Allo stesso modo, la disseminazione in varie lingue del sopracitato caso studio di Milano ha consentito la divulgazione di un modello di raccolta del rifiuto organico che ha reso la metropoli italiana un caso di successo a livello europeo.

Un altro esempio è la creazione di momenti di confronto con gli stakeholder a tutti i livelli: rappresentanti della Commissione Europea, del Parlamento Europeo, delle Istituzioni Nazionali, delle Nazioni Unite, ONG, istituzioni accademiche, progettisti, architetti, designer, riciclatori. Questa è una pratica utilizzata dalla filiera del PVC (sia a livello europeo che a livello nazionale), che organizza annualmente il VinylPlus Sustainability Forum per presentare i risultati dell'Impegno Volontario VinylPlus. Il Forum è oggi un punto di riferimento internazionale riconosciuto per discutere le sfide e le opportunità del settore in tema di sviluppo sostenibile e di economia circolare. Il Forum viene successivamente ripetuto e declinato in chiave nazionale in Germania, Italia e UK, per ampliare il più possibile il coinvolgimento della filiera a livello nazionale e locale.

Altra pratica potrebbe essere quella di collaborare con la comunità sportiva, coinvolgendo un pubblico più giovane e attivo, per dimostrare come ridurre l'impatto ambientale degli eventi sportivi attraverso l'utilizzo di materiali plastici che possono essere riutilizzati e/o riciclati. Un esempio è stato l'evento podistico She Runs – Active Girls' Lead 2019 (www.sheruns.eu), organizzato a Parigi, dall'International School Sport Federation (ISF), VinylPlus ha sottoscritto un impegno congiunto Environmental Action per garantire che il PVC fosse utilizzato in modo sostenibile durante e dopo l'evento, e che le esperienze maturate potessero essere successivamente condivise. Tutti i prodotti e le attrezzature in PVC utilizzate (tensostrutture, pavimenti, pareti mobili, banner, tappetini, palloni, ecc.) sono stati riutilizzati o riciclati dopo l'evento.

Sarebbe, poi, importante diffondere nuovi criteri per la progettazione sostenibile e verde per gli spazi pubblici utilizzando le applicazioni delle materie plastiche come soluzioni sostenibili per la progettazione e riqualificazione di aree urbane verdi (SDG11, città e comunità sostenibili, obiettivo 11.7). Come esempio possiamo prendere un vero progetto tecnico di riqualificazione di aree verdi, denominato PVC Park, per mostrare come il PVC riciclato possa essere utilizzato in numerose applicazioni, e per accrescere la consapevolezza del contributo all'economia circolare. Il Progetto è stato presentato agli amministratori locali attraverso una campagna DEM (Direct Email Marketing) su oltre 5.000 Comuni italiani. Nel corso del 2020 sono stati inoltre organizzati tre webinar online a tema che hanno visto la partecipazione di oltre 1.200 progettisti (ingegneri, architetti e paesaggisti).

11 Bibliografia

1. Ashby M., Johnson K. (2010). *Materiali e Design. L'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto*. Milano: Casa Editrice Ambrosiana.
2. Benedetti M., Cafiero L.M., De Angelis D., Dell'Era A., Pasquali M., Stendardo S., Tuffi R., Vecchio Cipriotti S. (2017). Pyrolysis of WEEE plastics using catalysts produced from fly ash of coal gasification. *Frontiers of Environmental Science & Engineering* 11, 11–21.
3. Brandrup J. (1996). *Recycling and recovery of plastics*, Hanser Publishers, pp.893.
4. Celaschi F. (2008). Il design come mediatore tra bisogni. Il Design come mediatore tra saperi. In: C. Germak (Ed.), *L'uomo al centro del progetto*. Torino, Allemandi.
5. CIC (2020). *Studio CIC - COREPLA 2020: triplicano le bioplastiche compostabili nella raccolta dell'organico*.
6. Cocchi M., De Angelis D., Mazzeo L., Nardozi P., Piemonte V., Tuffi R., Vecchio Cipriotti S. (2020). Catalytic Pyrolysis of a Residual Plastic Waste Using Zeolites Produced by Coal Fly Ash. *Catalysts* 10, 1113.
7. Commissione Europea, 2019. *A CIRCULAR ECONOMY FOR PLASTICS. Insights from research and innovation to inform policy and funding decisions*. European Commission B-1049 Brussels. (https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2019/03/2019_RI_Report_A-circular-economy-for-plastics.pdf)
8. Commissione Europea (2019). *The European Green Deal*. COM(2019) 40 final. (https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf)
9. Commissione Europea (2020). *A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*. COM(2020) 98 final. (https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF)
10. De Giorgi C., Lerma B., Dal Palù D. (2020). *The material side of design. The Future Material Design Cultures*. Umberto Allemandi Ed.
11. Direttiva 94/62/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 dicembre 1994 sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062&from=it>)
12. Direttiva 1999/31/CE del Consiglio relativa alle discariche di rifiuti (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0031&from=IT>)
13. Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. (https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/normativa/rifiuti/consolidato_Rifiuti_05lug2018.pdf).
14. Direttiva 2012/19/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 4 luglio 2012 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE). (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=LT>)
15. Direttiva 2015/720/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2015 che modifica la direttiva 94/62/CE per quanto riguarda la riduzione dell'utilizzo di borse di plastica in materiale leggero. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L0720&from=EN>)

16. Direttiva 2018/850/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0850&from=en>)
17. Direttiva 2018/851/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>)
18. Direttiva 2018/852/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0852&from=DA>)
19. Direttiva 2019/904/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904>)
20. EEA - European Environment Agency (2019). Preventing plastic waste in Europe. (<https://www.eea.europa.eu/publications/preventing-plastic-waste-in-europe>)
21. European bioplastics, novo-Institute (2019). <https://www.european-bioplastics.org/tag/nova-institut/>
22. Fondazione per lo sviluppo sostenibile (2019). L'Italia del riciclo. (https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/Sintesi_Italia-del-riciclo-2019_web.pdf)
23. Gilberto I. (2018). Raccolta rifiuti, l'Italia sommersa verso la paralisi totale. Il Sole 24 ore, 15 Ottobre 2018.
24. ISPRA (2019). Rapporto Rifiuti Urbani. (https://www.isprambiente.gov.it/files2019/pubblicazioni/rapporti/RapportoRifiutiUrbani_VersioneIntegralen313_2019.pdf)
25. ISPRA (2020). Rapporto Rifiuti Urbani. (https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/rapporti/rapportorifiutiurbani_ed-2020_n-331-1.pdf)
26. Kiran N., Ekinci E., Snape C.E. (2000). Recycling of plastics wastes via pyrolysis. Resources, Conservation and Recycling 29, 273–283.
27. Manenti F., Masi M., Miele S., Bargiacchi E. (2020). Impianto per la produzione di syngas a partire da polimeri plastici di recupero pretrattati. Domanda di Brevetto Internazionale N. PCT/IB2020/057097 del 28-07-2020 a nome Politecnico di Milano e Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM). Priorità: Italia - Nr.102019000013239 del 29-07-2019.
28. Margarita I., Papale A., Petea M., Aiello M., Miele S., Bargiacchi E., Prifti K., Galeazzi A., Manenti F. (2020). P2Me: Plastic to Methanol. ECOMONDO Evento 03-11-2020. Innovazioni tecnologiche sostenibili per il riciclo ed il recupero di materia ed energia.
29. Maris E., Botané P., Wavrer P., Froelich D. (2015). Characterizing plastics originating from WEEE: A case study in France. Minerals Engineering 76, 28-37.
30. Martinho G., Pires A., Saraiva L., Ribeiro R. (2012). Composition of plastics from waste electrical and electronic equipment (WEEE) by direct sampling. Waste Management 32, 1213-1217.
31. Plastics – the Facts (2019) An analysis of European plastics production, demand and waste data. (<https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2019-Plastics-the-facts.pdf>)
32. Plastic Consult (2019). Materie plastiche riciclate utilizzate in Italia – Analisi quantitativa 2019. (https://www.ippr.it/images/news/QUANTITATIVA-Rapporto_IPPR_2019-singole.pdf)

33. Plastic Consult (2020). La filiera dei polimeri compostabili, 2020. (<http://www.assobioplastiche.org/assets/documenti/news/news2020/arcelli%20-%20La%20filiera%20dei%20polimeri%20compostabili%20-%20Dati%202019.pdf>)
34. Plastic Consult (2021). La filiera dei polimeri compostabili, 2021. ([http://www.assobioplastiche.org/assets/documenti/news/news2021/La filiera dei polimeri compostabili-Dati 2020-11 giu 2021.pdf](http://www.assobioplastiche.org/assets/documenti/news/news2021/La%20filiera%20dei%20polimeri%20compostabili-Dati%2020-11%20giu%202021.pdf))
35. Ragaert K., Delva L., Van Geem K.M. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. Waste Management 69, 24-58.
36. PRE – Plastics Recyclers Europe (2020). Flexible films market in Europe: state of play. Production, collection and recycling data. (https://743c8380-22c6-4457-9895-11872f2a708a.filesusr.com/ugd/dda42a_ff8049bc82bd408faee0d2ba4a148693.pdf)
37. Stratasys (2019). Blueprint: The Little Blue Book of 3D Printing.
38. Tuffi R., D'Abramo S., Cafiero L.M., Trinca E., Vecchio Cipriotti S. (2018). Thermal behavior and pyrolytic degradation kinetics of polymeric mixtures from waste packaging plastics. Express Polymer Letters 12, 82-99.
39. Utilitalia (2020). Il contributo delle Utilities al rilancio economico del Paese. (<http://www.utilitalia.it/dms/file/open/?e4799595-5ac7-4d02-84ad-df716837ac43>)
40. Utilitalia (2020). La gestione e il recupero delle bioplastiche. (<https://www.utilitalia.it/dms/file/open/?abfd17e5-1a71-409a-864b-2e6628565159>)



GdL 4
**“Catene di valore
sostenibili e circolari”**