



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"VERSO UN'ECONOMIA CIRCOLARE: IL RUOLO DELLA
PLASTICA E DEL RICICLO NELLA SOSTENIBILITA'
AMBIENTALE"**

RELATORE:

CH.MA PROF.SSA ELEONORA DI MARIA

LAUREANDO/A: FRANCESCA MINGOTTO

MATRICOLA N. 2015940

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature) Francesca Mignolo

INDICE

INTRODUZIONE	6
CAPITOLO 1 – ECONOMIA CIRCOLARE	8
1.1 TRANSIZIONE AL MODELLO CIRCOLARE	8
1.2 I PRINCIPI FONDAMENTALI	14
1.3 I VANTAGGI	16
1.4 IL PARADIGMA DELLE R.....	18
CAPITOLO 2 - PLASTICA E SOLUZIONI SOSTENIBILI IN EUROPA	21
2.1 PRODUZIONE E DIFFUSIONE DELLA PLASTICA	21
2.2 RICICLO DELLA PLASTICA.....	23
2.3 PRODUZIONE E USO DELLA BIOPLASTICA.....	26
CAPITOLO 3 – TRATTAMENTO DEI RIFIUTI PLASTICI NEL CONTESTO ITALIANO	34
3.1 QUALITÀ DEL RICICLAGGIO MECCANICO	34
3.2 GLI ATTORI DEL RICICLO ITALIANO.....	37
3.3 BENEFICI DERIVANTI DALLA CIRCOLARITÀ DELLA PLASTICA	40
CONCLUSIONI	42
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	43

INTRODUZIONE

La crescente tendenza ad acquistare beni materiali oltre le reali necessità individuali risponde spesso ad un bisogno percepito, piuttosto che reale, di colmare una mancanza inesistente. Tale comportamento alimenta un modello economico lineare, incentrato su una crescita insostenibile, a meno che non venga attuato un piano d'azione concreto.

La visione consolidata che vede i prodotti arrivare al termine della loro vita va superata.

Di fronte a tale sfida, emerge la necessità di riconsiderare e reinventare radicalmente l'approccio in fase di acquisizione delle risorse, produzione, utilizzo dei beni e gestione dei rifiuti. La natura offre un modello esemplare per comprendere il significato dell'economia circolare e da imitare: in essa, ogni elemento ha uno scopo e nulla viene sprecato.

Nel primo capitolo vengono illustrate le motivazioni per cui l'approccio lineare si è sviluppato negli ultimi decenni fino a diventare un modello estremamente consumistico e inquinante. Viene spiegata l'esigenza di un cambio di rotta immediato verso l'economia circolare, passando attraverso i principi fondamentali su cui poggia, i vantaggi che ne scaturiscono e le strategie principali denominate 9 R.

Nel secondo capitolo si affrontano i vantaggi che hanno incentivato la rapida crescita della produzione della plastica. La popolarità acquisita nel tempo è diventata il carburante della diffusione incontenibile della plastica che, a causa dei lunghi tempi di degradazione e della scorretta gestione post-consumo, sta costituendo una minaccia per il pianeta. Poi, viene spiegato come il riciclo e la sostituzione della plastica con la bioplastica rappresentino delle soluzioni non abbastanza efficaci per affrontare la crisi dei rifiuti, portando un quadro sulla situazione europea.

Nel terzo capitolo viene analizzata la situazione in Italia sulla qualità del riciclo. I dati mostrano che non tutto il materiale destinato al riciclo viene effettivamente trattato a causa di alcuni ostacoli. Vengono illustrati, poi, gli attori principali nel processo di riciclo incluso consorzi, aziende private e organizzazioni no-profit, ciascuno con ruoli e responsabilità specifici. Nonostante le sfide, i benefici sono significativi per l'ambiente riducendo l'inquinamento e conservando le risorse naturali.

CAPITOLO 1 – ECONOMIA CIRCOLARE

1.1 TRANSIZIONE AL MODELLO CIRCOLARE

L'economia lineare, delineata come un modello "take-make-dispose", fonda le sue radici tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX secolo (Change for Planet, s. d.), periodo in cui lo sviluppo scientifico e tecnologico crescono esponenzialmente favorendo un aumento della produttività ad un costo più basso e permettendo, allo stesso tempo, di ottenere profitti più elevati. Assieme allo sviluppo globale si assiste per la prima volta ai benefici, per le imprese, della produzione di massa, grazie alla quale i prodotti possono essere creati in serie sfruttando le nuove invenzioni tecnologiche e scientifiche del secolo. I paesi che crescono più velocemente sono quelli europei, insieme agli Stati Uniti, che presto iniziano ad approvvigionarsi presso i paesi colonizzati.

Secondo la Ellen MacArthur Foundation (2013) nel secolo scorso i consumatori, per i quali le risorse venivano estratte, si sono per lo più concentrate in Paesi maggiormente sviluppati e industrializzati, potendo sperimentare il privilegio di un'abbondanza di materiali ed energia, considerati infiniti. Nell'economia lineare si estraggono i materiali, si applicano energia e lavoro per creare un prodotto, e lo si vende ad un consumatore finale, che lo getta quando, secondo lui, smette di apportare benefici. Come sottintende il nome, in questo modello vi è una mancata chiusura ideale del cerchio, dove i materiali e i prodotti si muovono unidirezionalmente da risorsa a scarto, per soddisfare il bisogno di consumare a breve termine sempre più incontrollabile.

Il depauperamento della terra, l'inquinamento degli oceani, la degradazione del capitale naturale e la perdita del 90% della biodiversità sono alcuni effetti di tale sistema, di cui oggi siamo consapevoli.



Figura 1 - Funzionamento dell'Economia Lineare - Fonte: Change For Planet, 2021

L'industria estrattiva, a partire dal 1960, non ha tenuto conto dell'aumento della popolazione mondiale (quasi 10 miliardi di persone entro il 2050), e della conseguente scarsità delle risorse date dalla richiesta in costante aumento Ellen MacArthur Foundation (2013).

Il 53% delle emissioni di gas serra è causato dall'industria estrattiva prima ancora che alcun combustibile fossile venga bruciato, a conferma del sovraccarico a svantaggio del clima e degli ecosistemi naturali. Le risorse naturali vengono estratte molto più velocemente e in maggiori quantità rispetto al 1970. Questo è dovuto al maggiore consumo di materiali, che non è stato accompagnato da una crescita proporzionale della popolazione (The Guardian, 2019).

Le tendenze demografiche hanno chiari sviluppi: la difficoltà nel gestire la domanda dei prodotti si interfaccia con la rapida industrializzazione di Paesi emergenti come Cina e India. La Cina ha impiegato solamente 12 anni, a partire dal 1982, per duplicare il PIL pro-capite, mentre l'India, ha impiegato 16 anni per raggiungere lo stesso risultato, a partire dal 1989. La velocità corrisponde a dieci volte quella del Regno Unito, che ha dovuto attendere 154 anni per compiere la medesima transizione (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Inoltre, la McKinsey (2011) prevede che l'evoluzione demografica porterà la classe media globale di consumatori ad aumentare di 3 miliardi entro il 2030.

Dal 1960 la ricchezza globale è aumentata di dieci volte e si stima che l'utilizzo delle risorse raddoppierà entro il 2050 (KPMG, 2022).

La popolazione non è mai cresciuta così prima della rivoluzione industriale, momento a partire dal quale, la longevità è diventata cosa tutt'altro che rara grazie all'innalzamento del livello del benessere e dello standard di vita. È provato che all'aumentare del reddito aumentano anche le emissioni, motivo per cui, l'elevato benessere della vita porta una maggiore attitudine a consumare (Nazioni Unite, 2021). Diventa spontaneo, allora, domandarsi come sarà possibile gestire la crescita demografica ed economica, considerando i limiti derivanti dalla scarsità delle risorse.

La diminuzione del prezzo delle risorse (fino agli anni 2000), in relazione ai costi del lavoro, ha agevolato l'avanzata di un sistema estremamente impattante, causando enormi perdite lungo tutta la catena del valore. La percentuale di riciclo dei materiali dopo la fine della vita è molto bassa rispetto alla percentuale iniziale delle risorse usate per la produzione.

Inoltre, per poter riciclare o incenerire i rifiuti è necessario l'uso di molta energia che, invece, sarebbe risparmiata nel caso in cui si adotti una strategia più circolare ad esempio riusando il packaging, prolungando la vita del prodotto o riducendo gli input iniziali vergini (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

L'espansione dei mercati internazionali delle materie prime ha permesso un'ampia diffusione di flussi commerciali e una frammentazione della filiera produttiva per creare i diversi componenti del prodotto, finendo per causare ulteriori perdite (OECD, 2015).

A partire dagli anni 2000 c'è stato un cambiamento con un aumento esponenziale dei costi di approvvigionamento delle materie prime, che ha tolto la scena ad un declino costante di essi durante tutto il secolo precedente (McKinsey's Commodity Price Index, 2011). Nell'ultimo decennio i prezzi nei settori del food, metalli, energia e prodotti agricoli non-food hanno raggiunto il loro picco, come lo si può notare dalla Figura 2.

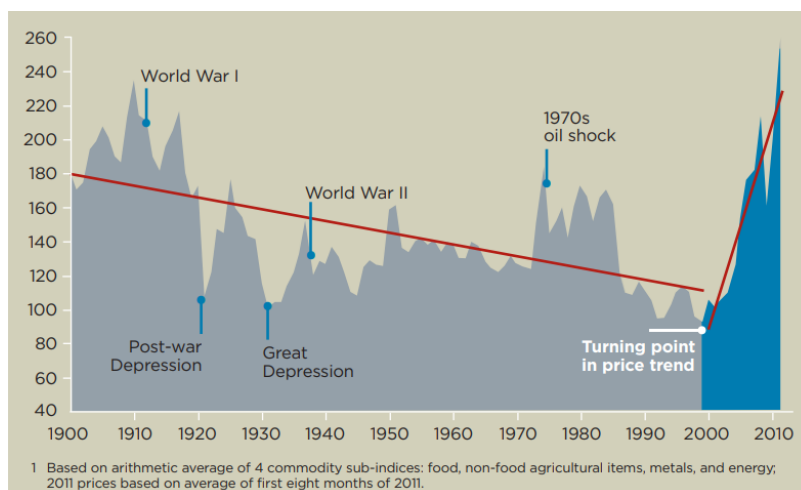


Figura 2 – L'aumento dei prezzi delle materie prime dal 2000 - Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013

Per i settori precedentemente menzionati, l'aumento della domanda e la carenza di risorse hanno causato un altro fattore di rischio d'impresa: l'aumento della volatilità dei prezzi. Questa fa sì che nel momento in cui la domanda dei prodotti e dei servizi subisce una lieve variazione, quest'ultima causi cambiamenti notevoli nel prezzo (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Le elevate importazioni di materiali vergini conducono inevitabilmente alla dipendenza dalle risorse e ai rischi di fornitura compromettendo, in questo modo, la continuità della produzione sottolineando l'incertezza legata al rischio dell'approvvigionamento delle risorse (KPMG, 2022). Considerando la crescita della popolazione e la dinamicità nei cambiamenti del mondo, la pressione scaturita crea scenari futuri caratterizzati da molta incertezza.

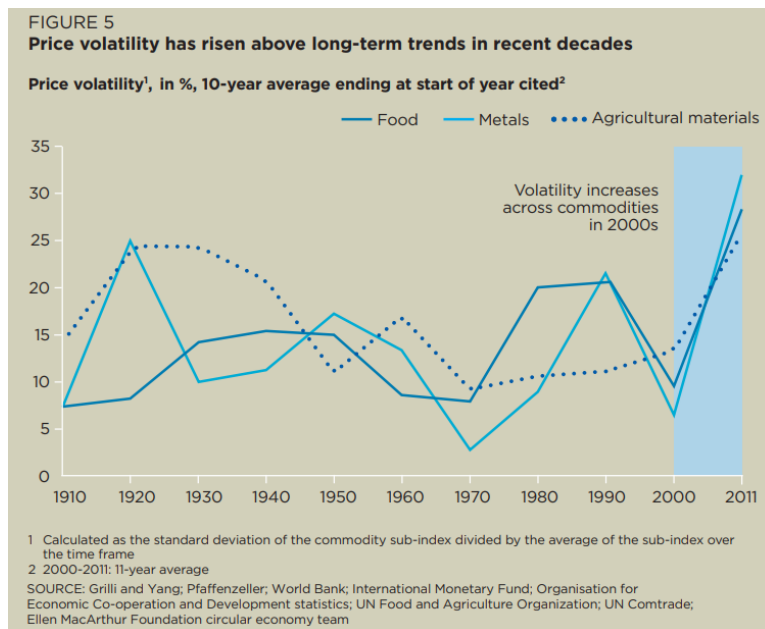


Figura 3 - L'aumento della volatilità dei prezzi dagli anni 2000 - Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013

Ecco che il modello circolare assume un ruolo da protagonista nel modificare il modo di fare economia attuale, grazie al suo sistema di autorigenerazione e riparazione, pensato sin dal principio come concetto imprescindibile.

Esso è un modello di produzione e consumo che, a differenza di quanto avviene nell'economia lineare, mira a ridurre al minimo gli scarti, ad allungare la vita del prodotto, a usare meno materiali vergini, in un cerchio continuo e infinito senza inizio e nemmeno fine.

Ciò permette sia di raggiungere gli scopi e obiettivi aziendali che, al contempo, di creare valore e innovazione (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Quando si parla di economia circolare non ci si riferisce solamente al riciclo e alla raccolta differenziata ma si include una serie di attività volte a massimizzare il valore dei materiali a partire dalla fase iniziale nonché quella più rilevante sia in termini di costi che di benefici: il design.

In questa fase si progettano i prodotti, così da sfruttare il loro pieno potenziale in modo innovativo ed efficiente, fornendo una soluzione applicabile in tutti gli stadi di vita del prodotto. Facilitando la riparabilità, la rigenerazione, e la separazione dei materiali, si ottengono effetti diretti positivi lungo tutta la catena del valore.



Figura 4 - Rappresentazione dell'economia circolare - Fonte: Change For Planet, 2021

Per visualizzare l'idea dei flussi di materiali nell'economia circolare, si ricorre ad uno schema chiamato 'diagramma a farfalla' diffuso dalla Fondazione Ellen MacArthur (2013) che include il ciclo biologico e quello tecnico.

È un modello specchiato in cui i cerchi interni sono più rilevanti rispetto a quelli esterni, poiché, trattandosi di cicli brevi, trattengono maggior valore nel lungo termine e comportano minori costi. È bene cercare di focalizzarsi sui cicli interni, tenendo a mente che i costi scaturiti dalla rigenerazione, collezione e riciclo sono comunque minori di quelli sostenuti appoggiando una soluzione lineare.

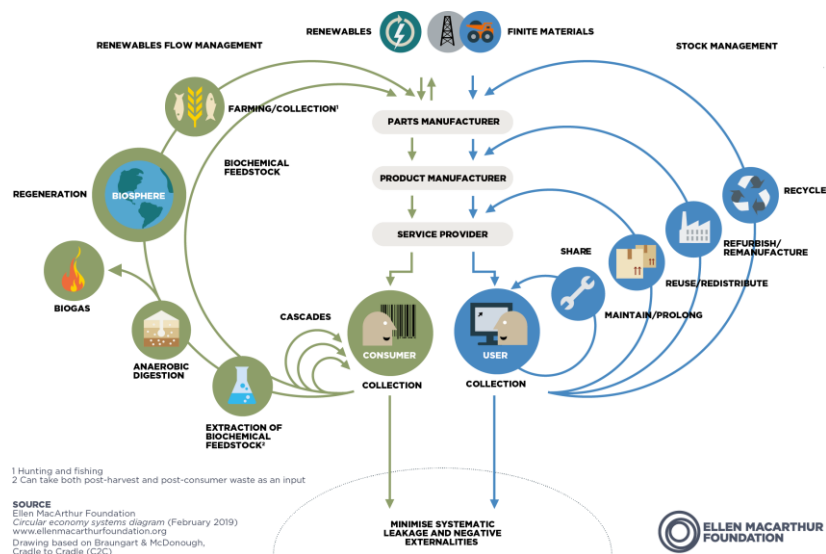


Figura 5: Rappresentazione del diagramma a farfalla - Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013

Il ciclo biologico (rappresentato nella parte sinistra del diagramma) è in grado di far reintegrare nella biosfera gli scarti biodegradabili cosicché, alla fine della vita del prodotto, i rifiuti tornino in sicurezza nella terra per creare nuovo capitale naturale. Le strategie da seguire per far circolare i materiali biologici sono:

- pensare per cascate: aumenta l'efficacia e il valore delle risorse per più cicli di vita possibili per sfruttare il materiale già esistente e impiegarlo per diverse applicazioni fino a che ciò non diventa più possibile e si ricorre ad altri cerchi del ciclo biologico;
- estrazione di materie prime biochimiche: approvvigionarsi di materiale biologico attraverso la gestione di bioraffinerie che producono prodotti biochimici a basso volume ma ad alto valore;
- compostaggio e digestione anaerobica: il compostaggio è un processo in cui i rifiuti organici si degradano con la presenza di ossigeno e microrganismi, e il risultato che si ottiene è un fertilizzante naturale.

La digestione anaerobica è un altro modo efficace per recuperare i rifiuti che, a differenza del compostaggio, non richiede la presenza dell'ossigeno ma solo dei microrganismi che contribuiscono a produrre biogas e ammendante;

- rigenerazione: aiutare il suolo a rigenerarsi apportando materiale naturale in grado di nutrire la terra e aumentare la biodiversità;
- agricoltura: con il cibo avanzato e gli scarti alimentari si può nutrire il terreno attraverso, per esempio, il compostaggio. Per questo, è necessario portare consapevolezza e conoscenza alle realtà agricole, forestali e attività di acquacoltura perché nella loro gestione d'impresa vi sia un focus nell'applicazione di azioni che ripristinino gli ecosistemi.

Il ciclo tecnico presuppone una rivalorizzazione delle risorse perché queste rimangano in circolazione all'interno del ciclo produttivo e di consumo per più tempo possibile. In questo caso, i materiali presi in considerazione non sono biodegradabili, pertanto, la dispersione nell'ambiente va evitata incondizionatamente.

Di fondamentale importanza è disegnare i prodotti intenzionalmente perché siano riparabili, disassemblabili, condivisi e -più genericamente- fatti per durare, dando la possibilità di passare per tutti i cicli del diagramma in modo continuo e infinito.

Partendo dal ciclo più interno le strategie che le imprese dovrebbero attuare per un uso ottimale dei materiali sono:

- **condivisione:** dare priorità al servizio che il prodotto offre piuttosto che focalizzarsi sul possedere quel determinato prodotto che viene sottoutilizzato e si finisce per sprecare le energie, la creatività e le materie prime impiegate per crearlo;
- **manutenzione:** eseguire tutte quelle azioni che favoriscano a mantenere la qualità alta a discapito dell'usura e dei guasti nel corso del tempo;
- **riuso:** usare i prodotti più e più volte con lo stesso scopo come avviene nel caso del packaging riutilizzabile e nell'industria second-hand della moda;
- **rigenerazione:** riparare un prodotto, grazie al disassemblaggio, sostituendo dei componenti e apportando miglioramenti tecnici o estetici sia in modo superficiale che riprogettando completamente il prodotto;
- **riciclare:** è l'ultimo passaggio, nonché il più costoso e dispendioso in termini energetici e monetari. Consiste nel recuperare e riutilizzare i materiali di cui è composto un prodotto per poter successivamente creare nuovi oggetti.

1.2 I PRINCIPI FONDAMENTALI

Legati da un unico filo conduttore che è il design, tre sono i principi cardine su cui poggia l'economia circolare: l'eliminazione dei rifiuti, la circolarità dei prodotti e dei materiali e la rigenerazione della natura (Ellen MacArthur Foundation, s. d.).

Il primo principio consiste nel progettare l'eliminazione dei rifiuti cosicché il problema di doverli gestire non sussista nemmeno. Pensare che il riciclo rappresenti una soluzione o che dai rifiuti si possano ricavare delle nuove risorse non è abbastanza, se considerati singolarmente, in quanto entrambi sono degli espedienti utili, ma non hanno il potere di cambiare il sistema che sta alla base. Invece di focalizzarsi sui sintomi dell'economia lineare, si possono ottenere vantaggi in modo più rapido ed efficace, applicando interventi radicali già all'inizio della catena del valore.

Spesso le strategie di marketing creano e assecondano nuovi bisogni che sono, in realtà, ideati dalle imprese con l'obiettivo di differenziarsi e creare valore aggiunto. Un esempio evidente di ciò si ritrova delle comode confezioni monouso che finiscono nella spazzatura dopo qualche minuto di utilizzo, così succede anche per l'imballaggio non essenziale della frutta e la verdura, per l'eccessiva stratificazione, e così via.

Si calcola che, eliminando il packaging che non soddisfa una primaria utilità, è possibile ridurre del 5-10%, nel giro di 1-3 anni, gli imballaggi di plastica dai prodotti B2C senza dover incorrere in importanti modifiche nella supply chain o nei processi operativi aziendali (Ellen MacArthur Foundation, 2022).

Il secondo principio è quello di far circolare i prodotti in modo che il valore iniziale rimanga alto, tale da assicurare l'uso continuo degli stessi materiali senza che essi perdano le loro proprietà tecniche.

Facilitare la circolarità diventa più semplice se le imprese internalizzano e implementano modelli innovativi che danno l'opportunità di aggiungere valore ai prodotti, attrarre consumatori e aumentare il profitto nel rispetto della salvaguardia degli ecosistemi naturali. Ci si riferisce a logiche che vanno dalla vendita di servizi (invece che prodotti) alla piattaforma di condivisione, dall'estendere la vita del prodotto al modello di recupero e riciclo dei materiali. Nella logica del diagramma a farfalla, mantenere i prodotti in circolazione risulta semplice grazie ai due cicli: il ciclo biologico, che restituisce alla natura gli scarti in maniera sicura, e il ciclo tecnico, che conserva le risorse limitate del nostro pianeta all'interno del ciclo rigenerativo dell'economia circolare.

Infine, per abbracciare un sistema che sia sostenibile, possiamo imitare i processi e il ciclo della natura osservando il principio di rigenerazione anziché di estrazione. Così, spostiamo il focus da un'economia che porta allo sfruttamento del capitale naturale ad uno di riequilibrio del suolo e della biodiversità che, altrimenti, sarebbero depauperati a tal punto da non poter ritornare ad uno stato di rinnovamento continuo.

I materiali che possono essere riportati in modo sicuro al suolo sono quelli di tipo biologico, e l'industria del cibo è quella che si trova nella posizione ideale per avviare questo percorso che si dirige verso la rigenerazione. La transizione ecologica prevede, tra i vari obiettivi, quello di produrre cibo senza impoverire il terreno bensì apportando benefici agli ecosistemi e migliorando i rendimenti a lungo termine, grazie a specifiche attività agricole. A partire dagli scarti biologici provenienti da più fonti si ottengono nuovi input, nonché nutrienti che sostituiscono i fertilizzanti chimici, e restituiscono le risorse sottratte al suolo.

1.3 I VANTAGGI

Non c'è dubbio che le risorse naturali siano necessarie all'interno della nostra economia, in quanto rappresentano non solo materie prime necessarie nei processi di produzione, ma anche fonte di introiti nonché di lavoro.

Tuttavia, è fondamentale riconoscere che queste risorse non sono inesauribili, e un utilizzo sfrenato e indiscriminato potrebbe portarci verso l'esaurimento di tali beni preziosi.

La IRP (2020) sostiene che la decarbonizzazione della produzione, l'uso di materie seconde invece che prime, l'aumento della produttività delle risorse e dell'efficienza nella produzione formano un insieme di strategie che contiene i costi. L'ammontare dei costi delle materie prime per la produzione si aggira tra il 30% e il 50%. Ecco che l'efficientamento nella gestione delle risorse a livello mondiale ne abbassa il fabbisogno totale, facendo risparmiare ben 4,5 trilioni di dollari entro il 2030 riducendo anche la dipendenza dalle risorse (KPMG, 2022).

Tra l'efficienza delle risorse e l'emissione di gas serra vi è uno stretto collegamento, dato che i settori maggiormente estrattivi necessitano di molta energia. Oltre al beneficio monetario, vi è anche un vantaggio di tipo ambientale perché si accorciano i tempi del processo di contenimento del cambiamento climatico.

Dal rapporto 'The Circularity Gap Reporting' (2021), la Circle Economy dichiara che attuando strategie ed azioni circolari le emissioni di gas serra hanno il potenziale di diminuire fino al 39% entro il 2032, permettendo di bloccare l'aumento previsto della temperatura terrestre.

Il vantaggio deriva dal fatto che il minor numero di risorse estratte e in circolazione permette comunque di soddisfare la domanda e i bisogni dei consumatori, riuscendo ad abbassare il livello di CO₂ al tempo stesso.

Secondo la Ellen MacArthur Foundation (2021), è possibile ridurre drasticamente le emissioni da gas serra seguendo i principi fondamentali dell'economia circolare: "eliminare", "far circolare i prodotti" e "rigenerare la natura".

Se dal principio si ripensa all'efficienza dei materiali, si può ridurre la produzione di rifiuti lungo tutta la catena del valore, in modo da ridurre gli input iniziali e avviarsi verso la decarbonizzazione e la diminuzione delle emissioni. La circolarità permette di creare dei prodotti di alta qualità disegnati, fin dall'inizio del ciclo di vita dell'oggetto, in vista del riuso, del riciclo e dell'eliminazione di materiale non essenziale. Entro il 2050, l'adozione di pratiche di economia circolare nelle quattro industrie chiave (acciaio, alluminio, plastica e cemento) potrebbe portare a una riduzione annua delle emissioni di gas serra a livello globale di 3,7 miliardi di tonnellate.

Con l'eliminazione diretta dei rifiuti è possibile abbattere circa 0,9 miliardi di tonnellate di CO₂ l'anno. Un'altra soluzione per abbassare le emissioni, oltre all'eliminazione dei rifiuti, consiste nel sostituire i materiali impattanti con altri che sono rinnovabili o riciclati così da diminuire l'uso di materiali vergini.

Inoltre, con la circolarità ed il riuso si mantiene alto il valore delle risorse sottoforma di energia, lavoro e materiali, massimizzando e moltiplicando le possibilità differenti di utilizzo dei prodotti. L'obiettivo primario e fine ultimo è rappresentato, infatti, dal tentativo di aumentare il rendimento dei prodotti grazie all'insieme di attività che mantengono alto il valore intrinseco.

Laubinger, Lanzi e Chateau (2020) affermano che la transizione verso l'economia circolare offre benefici non solo ambientali ed economici ma anche dal punto di vista lavorativo. Le politiche che spingono verso l'efficienza delle risorse e la riduzione dell'inquinamento inducono a evoluzioni strutturali che impattano sul mercato del lavoro. Infatti, nuove opportunità occupazionali nascono dai cambiamenti dell'economia, che sposta il focus dall'uso di risorse ad una strategia che enfatizza i settori ad alta intensità del lavoro.

Molte volte le variazioni di prezzo, influenzando la domanda, causano degli assestamenti dei vari settori e, successivamente, nell'occupazione. La domanda può variare anche per il cambiamento delle preferenze dei consumatori che, acquisendo maggiore consapevolezza, preferiscono acquistare beni di maggiore qualità o riutilizzabili.

L'obiettivo di appoggiare lo sviluppo sostenibile unito alle politiche ambientali motiva le imprese a innovare e a creare nuovi modelli di business favorendo la nascita di posti di lavoro nei settori green. Laubinger et al. (2020) sottolineano la possibilità che oltre alla creazione si verifichino la sostituzione e l'eliminazione di certe occupazioni in settori dove l'impronta ambientale è talmente gravosa e dannosa da disincentivare attività correlate. Per esempio, la servitizzazione incentiva la creazione di lavori nei settori della sharing economy o della riparazione e, potenzialmente, distrugge quelli collegati alla produzione e all'estrazione.

La Circle Economy (s. d.) definisce un lavoro "green" come "una qualsiasi occupazione che coinvolge direttamente o supporta indirettamente una delle strategie dell'economia circolare".¹ Viene abbracciato un bacino di lavori centrali -per esempio nel settore dell'energia rinnovabile e della gestione dei rifiuti- ma anche secondari che indirettamente appoggiano attività circolari come nel caso della logistica.

Se le opportunità vengono colte adeguatamente, l'economia circolare ha il potenziale per sviluppare vantaggi per i lavoratori in ogni ambito e creare catene del valore a ciclo chiuso.

¹ What are circular jobs? - Jobs & Skills in the Circular Economy Programme - Circle Economy. (s.d.). Recuperato 24 maggio 2023, da <https://www.circle-economy.com/circular-jobs-initiative/circular-jobs>

1.4 IL PARADIGMA DELLE R

Ad integrazione dei principi fondamentali che supportano lo sviluppo circolare, Morsetto (2020) spiega che è imprescindibile seguire un insieme di strategie che fungono da framework per poter facilitare il percorso verso la circolarità: il paradigma delle R.

Si tratta di dieci strategie che, a seconda dei benefici ambientali scaturiti dall'attuazione di esse e degli obiettivi, appoggiano in modo più o meno significativo l'economia circolare. Le diverse strategie (da R0 a R9) sono ordinate gerarchicamente in tre macrocategorie ognuna delle quali segue un approccio che va dalla minimizzazione degli scarti fino ad arrivare all'utopistica eliminazione di questi ultimi prima che entrino in circolo nel processo produttivo.

Lo spettro delle azioni da perseguire per abbandonare il sistema "take-make-dispose" ad un approccio "Cradle to Cradle"² hanno effetti diversi a seconda della fase di vita del prodotto su cui ci si focalizza.

Innanzitutto, come spiegato in precedenza, la fase del design è la più importante in quanto richiede alti costi iniziali e perché le scelte compiute in questo stadio della produzione si ripercuotono nel lungo periodo in tutte le fasi. Bisogna, quindi, progettare il prodotto o il servizio in modo intelligente e innovativo ponendosi il quesito secondo il quale la funzione attribuitagli sia superflua o meno.

"Rifiutare" è la prima soluzione preventiva che punta a non utilizzare materiali inquinanti, abbandonare la e di evitare la creazione di potenziali rifiuti.

Se non è possibile evitare di mettere in circolazione un bene è apprezzabile "ripensare" a tutto ciò che gli permette di esistere: processi, materiali, design e uso che se ne fa. Per esempio, fabbricare con l'intenzione di poter disassemblare un prodotto nei suoi singoli componenti permette di sostituire agevolmente un pezzo o di riciclare correttamente tutte le parti.

L'ultima soluzione facente parte della prima categoria consiste nel "ridurre". Ciò significa diminuire l'utilizzo di risorse sia materiali che energetiche ma anche ricalibrare il bisogno di possedere e quindi di acquistare un prodotto per l'uso privato, motivo per il quale molte volte c'è un uso relativamente basso. L'obiettivo di ridurre si concretizza anche nel ridisegnare un oggetto in funzione della minimizzazione dei materiali usati nella produzione mantenendo le funzioni intrinseche soddisfatte.

² Espressione coniata nel 1970 da Walter R. Stahel che si traduce in "culla a culla" e si riferisce all'approccio rigenerativo e circolare.

Il secondo gruppo di strategie mira a estendere la vita dei prodotti quanto più possibile mantenendo il valore al loro interno per accontentare pienamente i bisogni dei consumatori affinché non vi sia nessun tipo di spreco.

Bisogna tenere a mente che, talvolta, queste soluzioni fissano dei paletti limitanti che possono rallentare lo sviluppo delle innovazioni e bloccare l'invenzione di prodotti più efficienti (Bressanelli et al., 2019).

Il "riuso" consiste nell'usare un prodotto scartato da un altro consumatore che è ancora in ottime o buone condizioni per essere gettato. Si aderisce perfettamente a questa strategia quando si regala, si devolve, o si vende ad altri ciò che non si usa più oppure quando si affitta, condivide e noleggia. Ripensando alla funzione di base del prodotto, il riuso dona una connotazione nuova, per la quale il packaging o i prodotti monouso rappresentano l'opposto del riuso.

Altrettanto importante è provvedere a "riparare" nel momento in cui sopraggiungono guasti, rotture o malfunzionamenti in modo tale da ripristinare lo stato iniziale (o quantomeno avvicinarsi ad esso) e beneficiare della funzione originale. Il mantenimento ordinario rientra nella strategia del riuso perché aiuta a prevenire la possibilità del deterioramento prematuro tramite modifiche e aggiustamenti che fanno in modo di sostenere l'obiettivo che, in questo caso, è quello di allungare la vita del prodotto

"Ricondizionare" è una pratica che mira a rinnovare un vecchio prodotto aggiornandolo con specifiche più moderne per dargli una nuova vita cosicché venga posticipata la data di obsolescenza. Così facendo si evita di gettare un dispositivo grazie alla sostituzione di quel singolo componente difettato o rovinato. Una linea sottile separa il ricondizionare dal "rifabbricare". Parliamo di rifabbricazione quando si adoperano pezzi buoni di prodotti non più utilizzabili per sostituire componenti di prodotti che svolgono la stessa funzione.

Al contrario, la "riqualificazione" si riferisce all'utilizzo delle componenti per la creazione di oggetti con una funzione diversa da quella originale. Rispetto alle tre precedenti strategie, questa si rivela più complessa da seguire perché richiede una certa creatività nell'assegnare una collocazione diversa al componente e spesso accade in contesti di piccole realtà artigianali.

Infine, l'ultima categoria comprende il riciclo e il recupero che insieme contribuiscono a evitare che i rifiuti vengano dispersi nell'ambiente. Sono le strategie più costose e meno efficienti dato che c'è bisogno di energia e impianti sufficienti per trattare l'enorme mole di scarti. Risultano poco efficaci per creare dei cambiamenti radicali e strutturali avendo un impatto minimo sul sistema economico e rappresentando il fanalino di coda delle soluzioni.

"Riciclare" consiste nel processare i prodotti scartati in nuove risorse, della stessa qualità o minore che acquistano il nome di materie seconde. È preferibile cooperare per lavorare a "ciclo

chiuso” e quindi far sì che i materiali rimangano in uno stesso sistema di produzione, altrimenti, diventa un “ciclo aperto”.

L’ultima azione attuabile è rappresentata dal “recupero” dell’energia tramite l’incenerimento dei materiali, i quali diventano la fonte principale per l’ottenimento di energia quando si dimostra inconveniente il riciclo. Così facendo si distruggono definitivamente il prodotto e il valore che sta al suo interno -o che ne potrebbe derivare.

La termovalorizzazione non dovrebbe esistere se si pensa ad un sistema perfettamente circolare privo di alcun rifiuto.

CAPITOLO 2 - PLASTICA E SOLUZIONI SOSTENIBILI IN EUROPA

Oggi è difficile immaginare una quotidianità senza la presenza di materiali plastici, tant'è che gli scienziati suggeriscono di definire quella che stiamo vivendo come l'età della plastica. Tale periodo geologico è caratterizzato dall'influenza dell'azione umana sull'ecosistema terrestre con l'avvento della diffusione su scala mondiale di prodotti plastici. Dagli anni '45 del secolo scorso tali materiali onnipresenti segnano l'inizio della modellazione dei sistemi dell'ecologia da parte dell'uomo (The Guardian, 2019).

2.1 PRODUZIONE E DIFFUSIONE DELLA PLASTICA

Le materie plastiche sono un insieme di materiali naturali o sintetici, che si possono modellare a proprio piacimento quando ancora sono morbide e, successivamente, quando diventano dure rimangono nella forma conferitagli. La materia plastica è formata da polimeri, ossia catene o reti di singole unità (monomeri) realizzata grazie al processo di unione chimica chiamata polimerizzazione (Science History Institute, 2016). Proprietà, struttura e dimensioni cambiano a seconda delle diverse tipologie di monomeri.

I gruppi di materie plastiche si classificano in: termoplastici e termoindurenti (Plastic Soup Foundation, s. d.).

Il primo gruppo è costituito da polimeri costituiti da monomeri organizzati in catene. Quando questi materiali raggiungono temperature elevate, diventano malleabili e possono essere fusi e riformati più volte. Esempi di termoplastici, utilizzati comunemente per produrre imballaggi flessibili e contenitori, includono polistirene (PS), polipropilene (PP), polivinilcloruro (PVC) e polietilene tereftalato (PET).

I prodotti termoindurenti, invece, sono composti da una struttura tridimensionale di monomeri, il che conferisce loro una resistenza elevata. Tuttavia, una volta formati e raffreddati, questi materiali non possono essere riformati o riciclati facilmente a causa della loro struttura chimica. Questa caratteristica rende particolarmente complesso il loro riciclaggio.

I polimeri presentano una moltitudine di caratteristiche e proprietà che permettono loro di offrire molteplici vantaggi: dalla leggerezza alla durezza, dall'impermeabilità all'alta modellabilità, dall'economicità alla facilità di sterilizzazione. La loro versatilità può essere ulteriormente potenziata attraverso l'uso di additivi chimici che permettono di migliorare le performance. Sebbene ogni polimero possieda caratteristiche uniche, molte sono le proprietà

che accomunano la maggior parte dei polimeri, tra cui la resistenza agli agenti chimici e l'isolamento termico ed elettrico (Science History Institute, 2016).

A partire dal 1950, queste comodità hanno causato una tendenza stabile in aumento della produzione globale di plastica, fino a raggiungere un totale annuale di 460 milioni di tonnellate (OCSE, 2022).

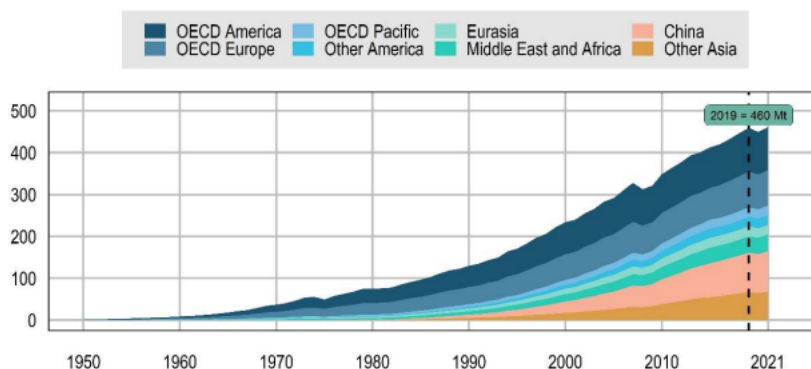


Figura 6: Produzione di plastica globale in milioni di tonnellate - Fonte: OCSE, 2022

Dal report di Plastics Europe (2022), solo in Europa, la produzione ammonta a ben 57,2 milioni di tonnellate di plastica nel 2021.

Con la sostituzione progressiva di materiali durevoli come il metallo e il vetro, oggi, il 40% della plastica prodotta viene destinato al packaging monouso, destinato a diventare spazzatura dopo il primo utilizzo (OCSE, 2022). Questo fenomeno rappresenta una problematica di rilevanza globale in quanto la plastica, se non gestita correttamente a fine vita, provoca danni ambientali e alla salute umana. La fallibilità del sistema lineare unita alla scarsa capacità di gestione post-consumo dei rifiuti, causano una perdita del valore aggregato dell'imballaggio del 95% dopo il primo utilizzo.

La durabilità del packaging, volutamente progettata, garantisce una protezione adeguata al contenuto, permettendo il trasporto dei prodotti in condizioni ottimali e al riparo da agenti esterni.

Tuttavia, la assidua ricerca di comodità e convenienza ha alimentato una diffusione inarrestabile della plastica monouso, divenendo una delle principali cause di inquinamento, nonostante il suo consumo risalga solamente all'ultimo secolo.

L'intera superficie terrestre è pervasa di materie plastiche che, trasportate dai fiumi, finiscono nelle acque costiere e, attraverso l'azione delle correnti, raggiungono l'oceano, alterando habitat e processi naturali. (National Geographic, s. d.).

Le principali fonti di rifiuti nell'oceano derivano, infatti, dalla terraferma in seguito al deflusso urbano e alla incorretta gestione delle attività di smaltimento.

Ben nota è l'ingestione di plastica da parte di pesci e creature marine o il loro frequente impigliamento in reti o altri oggetti da pesca.

Per arginare tale problema, è stata concepita il 5 giugno 2019 la Direttiva (UE) SUP 2019/904 del Parlamento Europeo e del Consiglio³, col tentativo di ridurre l'incidenza della plastica nell'ambiente. Il focus è quello di creare un'economia in cui la produzione e il design siano subordinati alle esigenze di riutilizzo, riparazione e riciclaggio, nonché alla sostituzione della plastica con materiali biodegradabili e sostenibili.

La direttiva persegue gli obiettivi 12 (consumo e produzione sostenibile) e 14 (salvaguardia degli oceani, dei mari e delle risorse) dell'Agenda 2030. Inoltre, promuove la scelta di prodotti riutilizzabili per far sì che venga ridotta la quantità prodotta e dispersa nell'ambiente, specialmente negli oceani. Ben l'80%-85% dei rifiuti marini presenti sulle spiagge europee sono di plastica, tra cui il 50% sono oggetti monouso, mentre il 27% del totale è caratterizzato da attrezzi da pesca (Parlamento Europeo, 2019). Ogni anno negli oceani in UE finiscono tra le 150.000 e le 500.000 tonnellate di plastica.

2.2 RICICLO DELLA PLASTICA

Il riciclo fa parte dell'insieme di soluzioni del ciclo tecnico il cui obiettivo, intorno al quale ruotano tutte le azioni circolari, consiste nel preservare il valore del prodotto e quello dei materiali (Ellen MacArthur Foundation, 2016).

Il processo di riciclo richiede meno energia rispetto a quella necessaria nella produzione di nuovo materiale, eliminando in gran parte la necessità di estrarre nuove risorse.

In ordine gerarchico di preferenza, vi sono tre metodi:

- Riciclo meccanico a circuito chiuso. Questo metodo è il preferibile tra i tre, poiché i polimeri di cui è composta la plastica rimangono integri nella loro struttura e ciò dà la possibilità di trattenere il valore di partenza. Quando la qualità è sufficientemente

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904>

adeguata, i materiali possono essere utilizzati per creare lo stesso tipo di prodotto ed esiste una grande quantità di alternative attuabili.

Tuttavia, vi sono alcuni limiti legati alla composizione chimica e alle proprietà che non permettono a certe materie plastiche di essere lavorate meccanicamente.

- Riciclo meccanico a circuito aperto. I polimeri sono ancora intatti ma, siccome la qualità e le proprietà diminuiscono man mano che aumentano i trattamenti di riciclaggio, raggiunto un certo punto, non è più possibile far circolare i materiali nello stesso circuito. Bisogna trovare nuove applicazioni che massimizzino il valore a seconda della qualità rimasta. Nel caso del packaging la maggior parte delle volte il riciclaggio avviene a circuito aperto, il che costituisce solamente un modo per non gettare gli scarti e non una concreta azione per l'economia circolare.
- Riciclo chimico. Consiste nello scomporre i polimeri in monomeri in modo da ottenere singole unità per ricomporre nuovamente i polimeri. Tale tecnologia non è ancora ampiamente diffusa e risulta onerosa oltre che consumistica in termini di energia, acqua e additivi chimici. Rappresenta, comunque, un valido sostituto al riciclaggio meccanico quando quest'ultimo non può più essere applicato con successo perché compromette la qualità dei materiali.

Quando i prodotti sono composti da più tipi di materiali il riciclo chimico offre un valido aiuto per recuperare i singoli monomeri. Infatti, è possibile raggiungere la stessa qualità del prodotto che si ottiene con l'uso della plastica vergine, e consente di superare requisiti specifici come quelli nel campo alimentare o della medicina.

Il ciclo di vita della plastica sintetica è tutt'altro che circolare: i rifiuti residui sono generalmente smaltiti tramite incenerimento o invio in discarica, a causa dei costi e delle difficoltà legati alla separazione e al riciclaggio di questo flusso altamente contaminato.

Globalmente, solo il 9% della plastica del mondo viene riciclata, il 19% viene incenerita e il 50% finisce nelle discariche sanitarie, mentre il restante 22% viene disperso nell'ambiente o smaltito in discariche illegali e non controllate (OECD, 2022).

In Europa il metodo più diffuso per smaltire rifiuti di plastica è il recupero energetico. Il 32,5% del totale viene riciclato, mentre circa il 25% finisce in discarica. (Parlamento Europeo, 2021).

I risultati del recente rapporto dell'associazione *Plastics Recyclers Europe* sono incoraggianti, in quanto emerge che la capacità di riciclaggio in Europa è aumentata, e ora ammonta a 11,3 milioni di tonnellate, grazie alla presenza di oltre 730 impianti di riciclaggio.

Nel 2020, risultano essere stati prodotti 34,6 kg pro capite di rifiuti di imballaggi plastici nell'Unione Europea, di cui 13 kg riciclati (Eurostat, 2022).

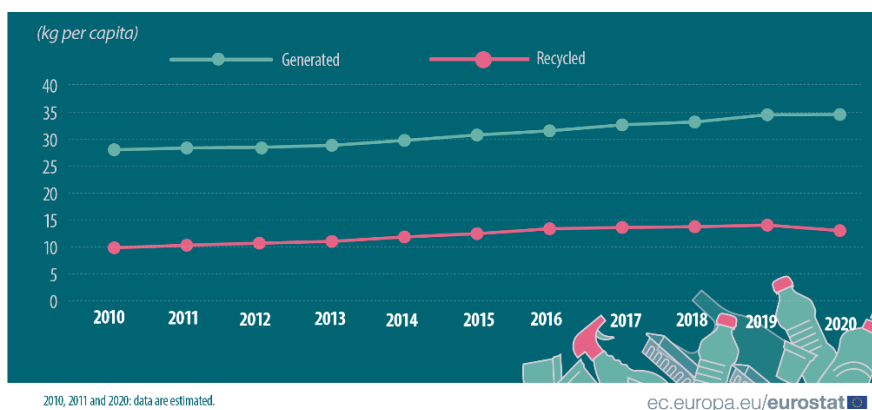


Figura 7: Rifiuti degli imballaggi di plastica generati e riciclati nell'Unione Europea, 2010-2020 - Eurostat, 2023

Paesi come la Germania, la Svezia, il Belgio e la Norvegia hanno mostrato tassi di riciclo della plastica tra i più alti in Europa, grazie a politiche nazionali efficaci, infrastrutture di riciclo avanzate e programmi di sensibilizzazione.

Alcuni materiali, come il PET, sono più facilmente riciclabili grazie alle buone caratteristiche che contribuiscono a mantenere una elevata purezza. Lo dimostrano gli alti tassi di riciclaggio: 97% in Norvegia e 84% in Svezia.

La direttiva UE sulla plastica monouso, che ha stabilito una percentuale minima di plastica riciclata nelle bottiglie in PET, ha avuto un impatto significativo su questi risultati.

In Europa meridionale e orientale, però, i tassi di riciclaggio sono inferiori avendo sistemi di smaltimento dei rifiuti meno efficaci e meno regolamentati rispetto all'Europa occidentale e settentrionale. Una maggiore quantità di rifiuti meno controllata influisce negativamente sulla gestione illegale delle discariche e sull'abbandono di rifiuti nell'ambiente (Economist Impact, 2021). Grecia e Malta si affidano principalmente alle discariche, con una percentuale che supera il 70%, mentre per Cipro e Bulgaria supera il 60% (Parlamento Europeo, 2018).

La direttiva sugli imballaggi 94/62/CE ha tra i vari obiettivi quello di armonizzare le disposizioni nazionali per una gestione dei rifiuti di plastica che sia omogenea tra gli Stati membri. Si richiede che gli Stati introducano misure idonee per prevenire la produzione di rifiuti plastici e inserire dei sistemi di raccolta e recupero degli imballaggi usati per smistarli verso la soluzione idonea.

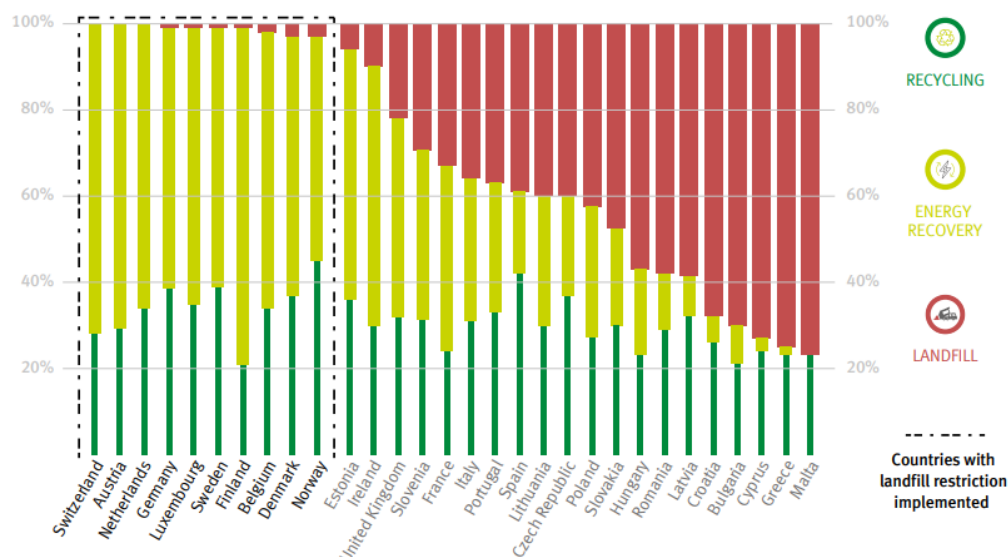


Figura 8: Percentuale di rifiuti di plastica riciclati, inceneriti, e mandati in discarica per paese europeo nel 2018 – Fonte: Plastics Europe, s.d.

La prima strategia europea sulla plastica è riconducibile al 16 gennaio 2018, dove per la prima volta l’Unione Europea ha legiferato su delle misure atte alla creazione di un piano d’azione in un’ottica di economia circolare. Un’economia che, attraverso la riduzione dei rifiuti, prevenga l’inquinamento da plastica e, contemporaneamente, alimenti l’innovazione e la competitività dell’industria.

Per raggiungere gli obiettivi preposti, sono state definite delle linee guida sul design degli imballaggi e la riciclabilità e diminuire intenzionalmente l’impiego di microplastiche. In particolare, entro il 2030 tutti i packaging di plastica all’interno del mercato dell’unione europea dovranno essere riciclabili per aiutare a stimolare la domanda di materiale riciclato.

Con l’obiettivo di assicurare un’alta qualità all’output, si è ritenuto necessario investire sia sull’innovazione dei sistemi di selezione sia sull’aumento della capacità produttiva e sul miglioramento delle tecnologie.

2.3 PRODUZIONE E USO DELLA BIOPLASTICA

Le bioplastiche sono un tipo di materiale che deriva in quantità variabile da biomassa, cioè da materiale organico rinnovabile, anziché da combustibili fossili che, invece, sono utilizzati per produrre le plastiche tradizionali. Vengono prodotte a partire da materie di: prima generazione (piante come canna da zucchero o altro tipo di materiale biologico), seconda generazione (scarti alimentari e agricoli) e terza generazione (alghe, batteri, funghi). Considerando la quantità di

scarti alimentari che viene prodotta, risulta strategico l'utilizzo proattivo di questi scarti per generare valore anziché distruggerlo o non sfruttando il potenziale che ne deriverebbe.

Alcuni tipi di bioplastiche offrono il vantaggio di poter essere progettate ottenendo le stesse proprietà e le stesse strutture delle plastiche artificiali (EEA, 2020). La differenza risiede nel fatto che si possono degradare nell'ambiente in un lasso di tempo molto minore, ma a condizione che sussistano determinate variabili essenziali quali, per esempio, la corretta temperatura, la presenza di ossigeno e di microrganismi. Ne consegue che, nonostante le plastiche definite biodegradabili non siano inquinanti perché scomponibili in molecole semplici quali acqua, biomassa e anidride carbonica, esse devono finire in appositi siti pensati allo smaltimento sicuro per evitarne la dispersione sulla terraferma e negli oceani, e scongiurare indesiderate conseguenze sulla fauna.

Il termine "bio" è spesso ingannevole per i consumatori non consapevoli che, pertanto, si sentono legittimati a sbarazzarsi dei rifiuti in modo inadeguato influenzati da un'etichettatura poco chiara e confusionaria o da una mancata conoscenza del tema. Non vi è correlazione, infatti, tra la composizione della plastica e la sua biodegradabilità: l'una non necessariamente implica l'altra ma una delle due deve sussistere, o entrambe (Narancic et al. 2020). Come illustrato nello schema, anche la plastica ottenuta dai fossili può essere progettata per essere biodegradabile, a differenza di quello che si potrebbe pensare come, ad esempio, nel caso del PBAT.

Mentre alcuni prodotti in bioplastica possono seguire il percorso per il compostaggio o la biodegradazione (come nel caso del PLA e del PBS), altri tipi ottenuti a partire da materiali rinnovabili possono essere solo riciclati o inceneriti (per esempio il bio-PET e il bio-PE).

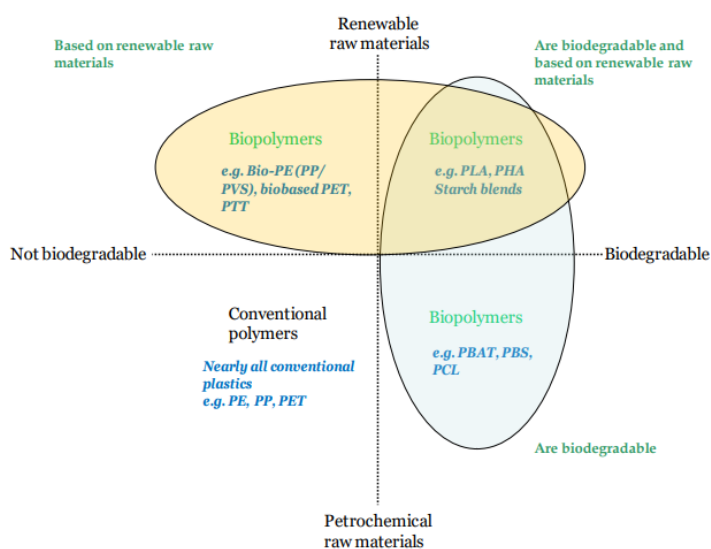


Figura 9: Plastiche biodegradabili e non biodegradabili - Fonte: OECD, 2013

Nel 2019, solamente l'1% della plastica prodotta globalmente è di origine biologica, su un totale di 360 milioni di tonnellate di plastica (European Bioplastics, 2019).

Nel 2021, in Europa la produzione di bioplastica rappresenta il 2,3% della plastica prodotta (Plastics Europe, 2022).

Tuttavia, grazie all'implementazione di strategie per l'espansione del mercato della bioeconomia, questo settore sta iniziando a mostrare segni di crescita. Lo sviluppo di queste materie è stato ostacolato dal prezzo poco competitivo rispetto a quello del petrolio, che dopo la scoperta di giacimenti, ha rallentato lo sviluppo di prodotti di origine biologica (OECD, 2013).

Andando più nel dettaglio, l'Asia è il maggior produttore di bioplastica nel mondo con una produzione di 41,4% rispetto al totale dovuto principalmente alla crescente domanda di prodotti di bioplastica. L'Europa è il secondo produttore di bioplastica più importante, detenendo una quota di mercato del 26% a livello globale. Qui, la produzione di bioplastica è concentrata principalmente in Germania, Italia e Francia, ma sta crescendo anche in altri paesi come il Regno Unito, la Spagna e i Paesi Bassi.

Seguono il Nord America con un tasso del 18,9% e l'America del Sud con una produzione del 12,6%.

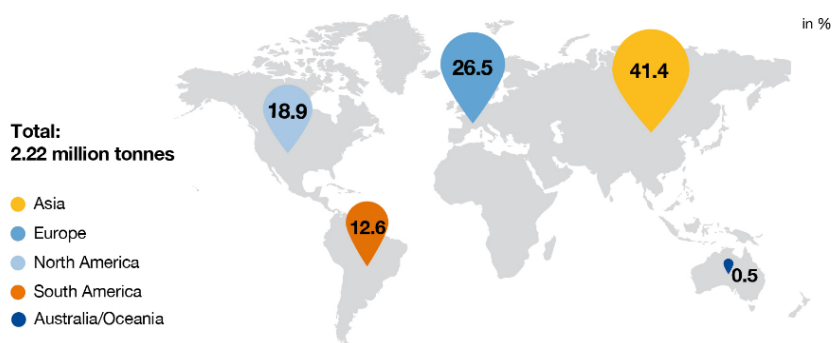


Figura 10: Capacità produttive globali di bioplastica nel 2022 – Fonte: European Bioplastics, nova-Institute, 2022

Il mercato europeo delle bioplastiche vanta la presenza di alcuni dei principali produttori nel mondo, tra cui spiccano Novamont SpA, Avantium, Total Corbion PLA e BIOTEC.

Novamont è un'azienda italiana che ha guadagnato una reputazione globale nella produzione di bioplastiche. È conosciuta per il suo marchio Mater-Bi, un tipo di materiale biodegradabile e

compostabile. Secondo i dati del 2022, Novamont produce oltre 150.000 tonnellate di Mater-Bi ogni anno⁴.



Figura 11: Packaging compostabile in Mater-Bi – Fonte: Novamont, 2020

Avantium è azienda olandese che opera nel settore della chimica e produce materiali plastici da fonti rinnovabili. Tra i vari prodotti spicca il PEF, un tipo di polimero sostenibile e biodegradabile dalle proprietà eccellenti che trova applicazione negli imballaggi, nei tessuti, nelle pellicole e nelle fibre industriali.



Figura 12: Imballaggio in PEF – Fonte: Avantium, s.d.

TotalEnergies Corbion, con sede nei Paesi Bassi, è una joint venture tra TotalEnergies e Corbion che si concentra sulla produzione di PLA, e ha dato vita ad una gamma di resine polimeriche nominate Luminy®. Secondo i dati più recenti, l'azienda ha una capacità di produzione di 75.000 tonnellate l'anno⁵.

⁴ NOVAMONT, 2019. *Novomont porta a 150 mila tonnellate la produzione del Mater-Bi®* [online]. Disponibile su: <<https://www.novamont.com/leggi-comunicato-stampa/novomont-porta-a-150-mila-tonnellate-la-produzione-del-mater-bi/>> [Data di accesso: 29/07/2023].

⁵ European Bioplastics e.V. (n.d.). *Total Corbion builds Europe's first world-scale PLA plant* [online]. Disponibile su <https://www.european-bioplastics.org/total-corbion-builds-europes-first-world-scale-pla-plant/>. [Data di accesso: 27/07/2023].



Figura 13: Packaging flessibile in PLA Luminy® - Fonte: TotalEnergies Corbion, s.d.

BIOTEC è un'azienda tedesca che produce biopolimeri dalle elevate prestazioni, personalizzate in base al mercato target. La capacità produttiva installata è di circa 60.000 t/a.



Figura 14: Filo rigido di origine vegetale - Fonte: BIOTEC, s.d.

Tabella 1: Maggiori produttori di bioplastiche in Europa – Fonte: nostra elaborazione, 2023.

Azienda	Sede	Fatturato	Dipendenti	Prodotti	Ton/anno
Novamont Spa https://www.novamont.com/	Italia	€414 mln	632	Bioplastiche e biolubrificanti	150.000 (Mater-Bi)
Avantium https://www.avantium.com/	Paesi Bassi	€17.8 mln	264	Poliesteri biodegradabili	155.000
TotalEnergies Corbion https://www.totalenergies-corbion.com/	Paesi Bassi	€900 mln	105.000	PLA	75.000
BIOTEC https://www.biotec.de/	Germania	€100 mln	90	Composti biopolimerici	60.000

Ad oggi, ci sono molte opzioni sono sostituibili alla maggior parte dei materiali plastici sintetici. L'imballaggio rimane il settore principale per l'utilizzo di bioplastiche, rappresentando il 48% del mercato totale nel 2022, cioè un milione di tonnellate. Non è un dato sorprendente, dato che

quest'industria è uno dei maggiori consumatori di plastica e quindi uno dei settori chiave in cui le alternative sostenibili possono avere un impatto significativo. Inoltre, la versatilità e la biodegradabilità li rende particolarmente adatti per il packaging monouso. Ciò può contribuire a ridurre la dipendenza dalle risorse non rinnovabili e ridurre l'impatto ambientale.

I materiali biopolimerici sono già utilizzati anche in molti altri settori e la gamma di applicazioni sta diventando sempre più diversificata. Settori come l'agricoltura, i beni di consumo, l'elettronica e l'automobilismo continueranno a crescere nei prossimi anni in termini di quote di mercato.

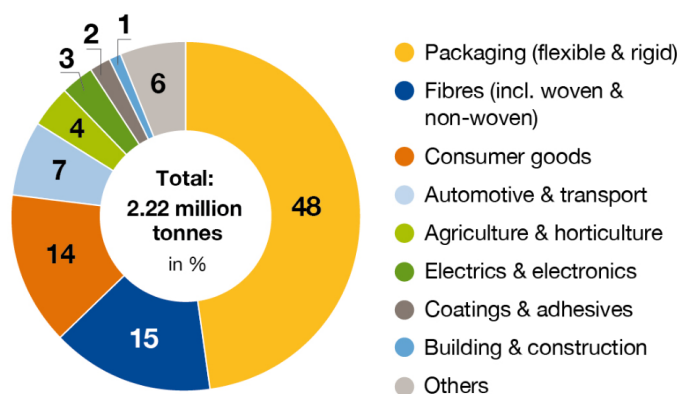


Figura 15: Capacità di produzione globale di bioplastiche 2021 (per segmento di mercato) - Fonte: European Bioplastics, nova-Institute, 2022

Ulteriori ricerche sono necessarie al fine di approfondire l'applicabilità di soluzioni innovative e sostenibili, ma anche per approfondire le possibili limitazioni. Finora, i maggiori svantaggi risultano essere i costi di produzione e la competizione diretta con il cibo, dato dall'impiego di terreni altrimenti utili alla coltivazione di colture. Per superare tali limiti è possibile utilizzare materie prime seconde, come gli scarti alimentari, al fine di ottimizzare l'impiego delle risorse disponibili.

Dal report della Ellen MacArthur Foundation (2016), emerge che la bioplastica contribuisce a mantenere il valore dei prodotti all'interno dell'economia, soprattutto nel momento in cui sono soddisfatti anche determinati requisiti che la rendono compostabile. In particolare, la norma armonizzata EN 13432 del Comitato europeo di normazione del 2000 stabilisce i criteri necessari perché un materiale sia industrialmente compostabile tra cui la biodegradabilità, la possibilità di disintegrazione, l'ecotossicità (ovvero l'assenza di conseguenze negative dopo il compostaggio) e la percentuale minima di materiale biologico del 50%.

In un approccio volto all'economia circolare, orientato alla chiusura dei flussi di materiali, la biodegradabilità apporta ulteriori nutrienti al suolo dal momento che i rifiuti diventano

nuovamente materia prima. La trasformazione degli scarti organici in compost rappresenta una pratica ecocompatibile in grado di incrementare la fertilità del suolo e favorire la rigenerazione degli ecosistemi. Ecco che, così, si avvia un circolo virtuoso anziché un circolo vizioso alimentato dallo spreco.

CAPITOLO 3 – TRATTAMENTO DEI RIFIUTI PLASTICI NEL CONTESTO ITALIANO

Negli ultimi anni, l'Italia ha fatto importanti progressi nell'industria del riciclo, investendo nello sviluppo di tecnologie per il trattamento dei rifiuti plastici e adottando misure legislative incisive. Si segnalano in particolare il D.lgs. 22/1997, noto come Decreto Ronchi, e il D.lgs. 152/2006, denominato Codice dell'Ambiente.

Grazie ad un'impronta culturale incentrata sul recupero e la valorizzazione dei materiali, il Paese si è posizionato come attore di rilievo nel panorama europeo.

3.1 QUALITÀ DEL RICICLAGGIO MECCANICO

La qualità del riciclo della plastica è una priorità chiave. Ciò non significa solamente trasformare i rifiuti in materia prima seconda, ma assicurare che le prestazioni non vengano compromesse durante la fase di trasformazione. Soddisfare determinati standard di qualità facilita l'opportunità di riutilizzo dei polimeri. La sfida consiste nella ricerca di una situazione win-win dove tutti gli stakeholder possono trarne beneficio sostenendo l'economia circolare senza ostacolare gli obiettivi di sostenibilità e di competitività economica.

Il 30 maggio 2018, sono stati fissati obiettivi di riciclo degli imballaggi attraverso la direttiva (UE) 2018/852 del Parlamento europeo e del Consiglio andando a mettere mano sulla direttiva 94/62/CE. Per gli imballaggi in plastica è stato fissato un riciclo del 50% entro il 31 dicembre 2025 e del 55% entro il 2030. La definizione di un nuovo criterio di calcolo della percentuale di riciclo rende più complicato il raggiungimento degli obiettivi. Per considerare le eventuali perdite e cernite, la normativa europea ha stabilito due momenti di verifica: uno prima dell'ingresso all'impianto di riciclo e l'altro dopo la fase di riciclo.

Alla luce della modifica, una revisione accurata effettuata da CONAI rivela un tasso di riciclaggio per il 2021 pari al 47,2% anziché al 55,6%, come risultava dalla metodologia precedente.

Anno 2020	Quantità a riciclo secondo la vecchia metodologia	% riciclaggio VM	Quantità a riciclo secondo la nuova metodologia	% riciclaggio NM	Differenza punti percentuali
Acciaio	371,0	77,7%	353,4	74,0%	-3,7
Alluminio	47,4	67,3%	47,4	67,3%	0,0
Carta	4.066,7	86,1%	4.066,7	86,1%	0,0
Legno	1.891,8	62,0%	1.891,8	62,0%	0,0
Plastica	1.130,6	51,2%	967,0	43,8%	-7,4
Vetro	2.143,2	78,6%	2.143,2	78,6%	0,0
Totale	9.650,7	72,8%	9.469,5	71,4%	-1,4
Anno 2021	Quantità a riciclo secondo la vecchia metodologia	% riciclaggio VM	Quantità a riciclo secondo la nuova metodologia (*)	% riciclaggio NM	Differenza punti percentuali
Acciaio	389,8	71,9%	377,4	69,6%	-2,3
Alluminio	52,9	67,4%	52,9	67,4%	0,0
Carta	4.460,5	85,1%	4.460,5	85,1%	0,0
Legno	2.197,5	64,7%	2.197,5	64,7%	0,0
Plastica	1.264,3	55,6%	1.072,9	47,2%	-8,4
Vetro	2.182,9	76,6%	2.182,9	76,6%	0,0
Totale	10.547,9	73,3%	10.344,0	71,9%	-1,4

(*) dati preliminari CONAI

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati CONAI

Figura 16: Confronto delle percentuali tra la vecchia metodologia di calcolo (VM) e la nuova metodologia di calcolo (NM), anni 2020 e 2021 – Fonte: ISPRA, 2022

Più del 50% della plastica dismessa dai consumatori non subisce un processo di riciclaggio, ma viene relegata alla discarica o incenerita.

La complessità della situazione è acuita dal fatto che non tutte le plastiche sono adatte al riciclaggio, a causa di fattori quali: dinamiche di mercato, modalità di scarto dei rifiuti e specifiche composizioni polimeriche.

Una delle principali barriere economiche alla diffusione su larga scala del riciclo della plastica è proprio il costo associato a tale processo. Riciclare la plastica richiede investimenti in tecnologie avanzate, infrastrutture specializzate e processi di selezione e trattamento dei rifiuti adeguati.

Al centro di questa sfida economica vi è la dinamica dei prezzi tra le plastiche riciclate e quelle vergini. Il petrolio, materia prima predominante nella produzione di plastiche, ha un prezzo volatile sul mercato globale. Quando il suo costo è basso, la produzione di plastiche primarie diventa economicamente conveniente, rendendo le plastiche riciclate meno competitive dal punto di vista economico. Mentre il prezzo della plastica primaria può variare in base alle fluttuazioni del costo del petrolio, il costo associato al riciclo della plastica rimane sostanzialmente costante. Questo divario economico può disincentivare le imprese dall'investire nel riciclo mettendo a rischio gli sforzi per una maggiore sostenibilità.

Benché la corretta differenziazione dei rifiuti possa sembrare un passo fondamentale verso il giusto smaltimento, la verità è che il processo di riciclaggio è influenzato anche da altre variabili che vanno ben oltre la selezione svolta dai cittadini.

A differenza di quanto accade con il vetro o i metalli, quando la plastica è soggetta a riciclo subisce una degradazione che altera la morfologia del polimero e provoca la rottura delle catene macromolecolari causando la diminuzione del peso molecolare. Molte delle performance sono strettamente legate al suo peso molecolare, che si abbassa all'aumentare dei cicli di riciclaggio. Questo fenomeno porta a un abbattimento delle prestazioni del materiale riciclato, rendendolo, dopo un certo numero di cicli, inadatto per ulteriori applicazioni.

Per essere competitiva, alla plastica, viene aggiunto un quantitativo di materiale vergine per potenziare le prestazioni, oppure additivi e coloranti che riducono la purezza del prodotto (National Geographic, 2018). La rimozione di queste sostanze richiede tecnologie avanzate e costose che possano provvedere alla corretta pulizia e separazione dai rifiuti.

Il design di packaging complessi limita l'efficacia della selezione in quanto sono presenti svariati colori ed elementi per l'etichettatura (come la colla) difficili da rimuovere (Assali et al., 2021). Analogamente, i prodotti formati da più strati sono particolarmente complicati da trattare e richiedono processi accurati per isolarli singolarmente in modo puro.

Ogni fase del processo di riciclaggio è vulnerabile alla contaminazione sia per l'incrocio di polimeri che per la presenza di impurità esterne. Una minima presenza di un polimero estraneo può alterare profondamente le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche della plastica riciclata. L'incompatibilità tra polimeri non permette di affrontare esigenze diverse contemporaneamente, motivo per cui la selezione è una fase cruciale.

La miscelazione di diverse plastiche con vari punti di fusione può causare una distribuzione disomogenea del materiale fuso; in particolare, alcune plastiche potrebbero fondere prima di altre. Tale disomogeneità si traduce in un prodotto finale di qualità compromessa, presentando imperfezioni e punti deboli. Di conseguenza, tali materiali diventano adatti solo per applicazioni che non richiedono prestazioni meccaniche elevate o spessori consistenti (ECCO Climate, 2022).

L'ottimizzazione della progettazione, con un focus sulla diminuzione dei prodotti composti da materiali misti e sulla facilitazione del disassemblaggio in componenti omogenee, è necessaria per raggiungere, oltre che maggiori tassi di riciclaggio, anche una migliore qualità del materiale riciclato.

3.2 GLI ATTORI DEL RICICLO ITALIANO

In Italia, il settore del riciclo della plastica comprende una moltitudine di attori, ciascuno con responsabilità e competenze specifiche. Dalle aziende produttrici ai consorzi, dagli impianti di riciclo specializzati ai riciclatori commerciali e industriali, la rete di soggetti attivi nel riciclo della plastica in Italia è un ampio ecosistema.

Nella gestione delle attività legate alla raccolta, separazione e riciclo della plastica, interviene Corepla che funge da Consorzio nazionale privato senza scopo di lucro in collaborazione con le autorità locali e gli operatori industriali. Sebbene non si occupi direttamente di tali processi, assume un ruolo di coordinamento e supervisione, gestendo un'ampia rete di imprese consorziate, perché operino in conformità con le normative stabiliti.

Nel 2022 le imprese che aderiscono al Consorzio sono 2.480, appartengono alle seguenti categorie:

- imprese produttrici di materie prime per la produzione di packaging;
- imprese trasformatrici che producono imballaggi in plastica;
- imprese utilizzatrici (“autoproduttori” e importatori di imballaggi pieni);
- imprese che si occupano di attività di riciclo e recupero.

Corepla persegue gli obiettivi di riciclo del “sistema CONAI”, istituito col decreto legislativo 22/1997. Il sistema si prefigge di far rispettare il principio della responsabilità estesa del produttore e della responsabilità condivisa, per il quale i produttori e gli utilizzatori di imballaggi si fanno carico delle responsabilità per la gestione a fine vita degli imballaggi. Produttori e utilizzatori devono pagare il CAC (Contributo Ambientale CONAI), una tariffa per l'immissione dei packaging plastici o prodotti imballati all'interno del mercato italiano, così da coprire i costi sostenuti nelle fasi della filiera del riciclo e sostenere gli enti locali (COREPLA, 2021).

A fine 2022 sono 7.665 i Comuni serviti (97% dei Comuni italiani), e quasi l'intera popolazione nazionale, precisamente il 99%, beneficia attivamente di sistemi di raccolta differenziata.

La raccolta differenziata, in termini di quantità, ha toccato livelli elevati: una media di 25 kg per abitante. Quella effettuata nel 2022, gestita da Corepla risulta essere di 1.291.850 tonnellate, di cui un totale di 1.166.479 tonnellate sono imballaggi (COREPLA, 2022).

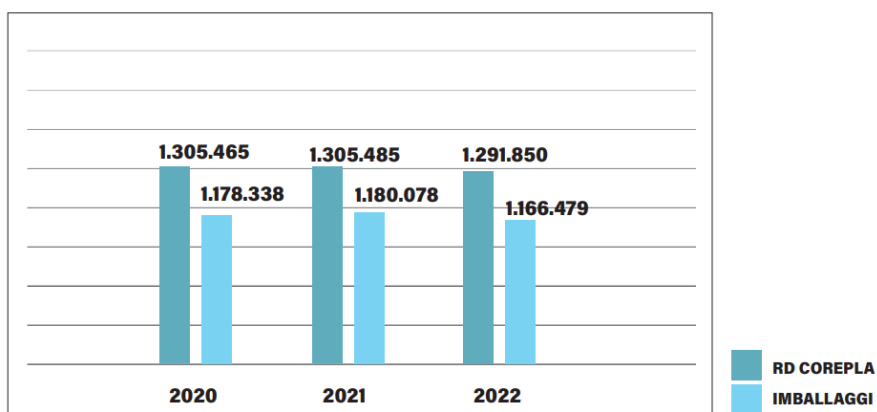


Figura 17: Quantità di raccolta differenziata gestita da COREPLA – Fonte: COREPLA, 2023

Dal report di Legambiente (2023) emerge che nel 2022 sono state riciclate 692.684 tonnellate di rifiuti di imballaggio in plastica principalmente provenienti da raccolta differenziata urbana. Con l’aggiunta degli imballaggi derivanti dal flusso di rifiuti delle attività commerciali e industriali (34.797 tonnellate), la quota totale di riciclo è di 727.481 tonnellate.

	2019	2020	2021	2022
A riciclo da raccolta urbana (t)	590.682	625.115	684.615	692.684
A riciclo da raccolte dedicate Commercio&Industria (t)	26.610	30.278	37.603	34.797
Totale avviato a riciclo (t)	617.292	655.393	722.218	727.481

Figura 18: Tonnellate di rifiuti di imballaggi di plastica avviate a riciclo da COREPLA – Fonte: COREPLA, 2021

La missione di Corepla è quella di garantire che gli imballaggi in plastica siano raccolti in modo efficiente, ma anche che siano trasportati e trattati correttamente negli impianti di riciclo specializzati. Gli impianti di riciclo specializzati sono fondamentali in questo processo che collaborano aderendo al Consorzio e lavorano fisicamente il rifiuto.

Dopo essere stati selezionati, i materiali passano ad aziende riciclatrici all’interno dell’Unione Europea, dopo previa verifica delle strutture. Nel 2022, un totale di 92 impianti si è occupato di questa fase di cui il 58% in Italia e il 42% nel resto d’Europa.

Oltre che appoggiarsi al sistema consortile, è possibile attuare un sistema autonomo per gestire gli imballaggi.

Un esempio è CORIPET, formato da produttori, trasformatori e riciclatori di bottiglie in PET. Questo consorzio ha sviluppato un meccanismo per gestire le bottiglie in PET presenti nel mercato. Le aziende che mettono in commercio contenitori per imballare prodotti come acqua, latte, olio, aderendo a CORIPET, soddisfano gli impegni legati alla Responsabilità Estesa del Produttore per la gestione post-consumo dei loro imballaggi venduti. Nel 2021 sono stati raccolte 127.700,861 tonnellate di imballaggi per liquidi in PET (Banca Dati ANCI – CORIPET, s.d.).

Aliplast, invece, è un operatore indipendente nella gestione del ciclo di vita dei propri imballaggi che ha sviluppato il sistema autonomo PARI (Piano per la gestione Autonoma dei Rifiuti di Imballaggio) delineato nell'art. 221 del Testo Unico Ambientale. Oltre a occuparsi del recupero di materiali plastici domestici, affianca le attività commerciali e industriali riuscendo a recuperare il 60% degli imballaggi immessi al consumo (Aliplast, s.d.). Ogni anno, dalla lavorazione di oltre 100.000 tonnellate di plastica, vengono creati polimeri rigenerati di PET e PE di altissima qualità che trovano impiego nella fabbricazione di articoli finiti (Brillo, 2023). L'impronta ecologica è molto minore rispetto ai materiali vergini e, si stima che, per produrre i kg di prodotto in granulo PET, Aliplast emette 2 kg di CO₂ in meno rispetto alla produzione di PET vergine (Aliplast, s.d.).

Altri impianti operano indipendentemente come nel caso di Montello S.p.A. All'interno dello stabilimento viene trattata una vasta gamma di materiali e vengono riciclate 350.000 ton/anno di imballaggi post-consumo. È presente un impianto per selezionare gli imballaggi che suddivide i polimeri per tipo e colore, e successivamente li prepara. Poi il materiale viene avviato a riciclo negli appositi impianti di Montello Spa ottenendo come output granuli HDPE, LDPE, PP e PET. Le elevate qualità permettono di utilizzare i granuli e le scaglie riciclate in svariati settori, tra cui edilizia, tessile e packaging.

Tabella 2: Aziende nel settore del riciclo in Italia – Fonte: nostra elaborazione, 2023.

Azienda	Sede	Fatturato	Dipendenti	Attività	Ton/anno
COREPLA https://www.corepla.it/	Milano	€800 mln	64	Consorzio raccolta e riciclo di imballaggi in plastica	727.481

CORIPET	Milano	€154 mln	19	Consorzio riciclo del PET	127.700
Aliplast Spa https://www.aliplastspa.com/	Treviso	€198 mln	311	Raccolta e riciclo di plastica	100.000
Montello Spa https://www.montello-spa.it/	Bergamo	€221 mln	650	Recupero e riciclo di materiali plastici ed organici	350.000

3.3 BENEFICI DERIVANTI DALLA CIRCOLARITÀ DELLA PLASTICA

La scelta di recuperare e riciclare questi imballaggi apporta significativi vantaggi sotto il profilo economico e ambientale.

Primo fra tutti, il recupero di tali imballaggi contribuisce significativamente alla conservazione delle risorse naturali: il riciclo consente di ridurre la dipendenza dalle risorse vergini.

Dalle stime di Corepla, risulta che nel 2021 è stata risparmiata un quantitativo di 520.000 tonnellate di materia prima vergine, corrispondente a circa 11 miliardi di contenitori di PET da 1 litro.

	2019	2020	2021
Materia prima vergine risparmiata (t)	424.000	458.000	520.000

Figura 19: Materia prima vergine risparmiata grazie al riciclo di plastica - Fonte: COREPLA, 2021

Inoltre, vi è un vantaggio dal punto di vista del risparmio energetico.

La produzione di plastica vergine prevede diverse fasi che vanno dall'estrazione del petrolio, alla sua raffinazione e successiva polimerizzazione, e ognuna di queste fasi comporta un elevato rilascio di CO₂ nell'atmosfera legato al consumo energetico.

Il riciclo della plastica, al contrario, richiede processi che nel complesso comportano un dispendio energetico nettamente inferiore rispetto alla produzione ex novo. Le stime dei

ricercatori confermano che il riciclo della plastica determina un risparmio energetico tra il 30% e l'80% rispetto alla produzione di plastica vergine (Imperial College London, s.d.).

L'energia risparmiata nel 2021 è stata di 10.867 GWh, equivalente al 2,5% del totale dell'energia primaria prodotta in Italia nell'arco dell'anno, mentre la CO2eq evitata grazie al riciclo COREPLA è stata stimata pari a 879.000 tonnellate.

	2019	2020	2021
Energia primaria risparmiata (GWh)	8.714	9.472	10.867

Figura 20: Energia primaria risparmiata grazie al riciclo di plastica- Fonte: COREPLA, 2021

Considerando che una delle alternative al riciclo è il conferimento in discarica, si è prevenuta l'allocazione di un volume approssimativo di 34,5 milioni di metri cubi in tali siti di smaltimento.

La discarica rappresenta una modalità di gestione dei rifiuti che, se non adeguatamente controllata e gestita, può comportare ripercussioni ambientali e per la salute. Sebbene abbia un impatto ambientale inferiore all'incenerimento e al riciclo, la discarica rappresenta comunque un danno per la circolarità (Plastic Energy, s.d.). Quando le precipitazioni infiltrano il cumulo dei rifiuti, l'acqua può interagire con una serie di composti chimici presenti, inclusi additivi e pigmenti, generando un liquido contaminato denominato percolato. Il riciclo, quindi, permette di recuperare e riutilizzare materiali preziosi, utilizzando quelli che altrimenti sarebbe considerati un "rifiuto".

	2019	2020	2021
Volume in discarica evitata (mc)*	35.436.800	34.440.000	34.572.733

Figura 21: Volume in discarica evitata grazie al riciclo di plastica - Fonte: COREPLA, 2021

CONCLUSIONI

Questo elaborato ha avuto la finalità di analizzare le limitazioni del sistema lineare, mettendo in luce le problematiche scaturite da tale modello economico e i fattori che ne hanno facilitato lo sviluppo.

La produzione di massa, in risposta all'aumento della popolazione e all'evoluzione delle abitudini di consumo, continua a creare una quantità di rifiuti non proporzionata alla capacità di trattamento a fine vita.

Adottando l'economia circolare si modifica l'intero sistema produttivo e si supera l'idea del monouso o della vita breve, per promuovere le pratiche di riutilizzo, di riparazione e di riprogettazione dei processi produttivi.

Si è posta particolare attenzione al ruolo del riciclo della plastica come soluzione sostenibile, in seguito alla crescente consapevolezza dell'inquinamento negli ultimi decenni causato dalle microplastiche e dallo scorretto smaltimento dei rifiuti.

È emerso che il riciclo permette di ridurre le estrazioni di materie prime fossili, di limitare i consumi energetici e di tagliare le emissioni di CO₂ relative alla produzione dei polimeri. Al contempo, le lavorazioni e l'utilizzo delle materie plastiche, la scarsa efficienza di alcuni sistemi di selezione dei rifiuti e l'aggiunta di additivi limitano il riciclo meccanico alla produzione di materiali di scarsa qualità.

Per scongiurare la perdita di valore, è cruciale adottare un approccio olistico che tenga conto dell'intera catena produttiva e del ciclo di vita del prodotto, anziché concentrarsi esclusivamente sui rifiuti.

Conseguentemente alle limitazioni imposte dai governi sulla plastica e agli sforzi per adottare un approccio più circolare, il mercato delle bioplastiche sta lentamente acquistando popolarità. Questo è alimentato dalla convinzione errata che, data la loro origine organica, il rilascio di questi materiali nell'ambiente non costituisca più un problema. Sono da considerare le questioni relative a costi, prestazioni e impatti ambientali, ma anche gli aspetti legati alla consapevolezza dei consumatori e alla compatibilità con gli attuali sistemi di gestione dei rifiuti.

In ultima analisi, è stata sottolineata l'importanza di un sistema nazionale come COREPLA che coordini le fasi di riciclo della plastica e supervisioni l'attività di imprese ed impianti. Altri attori come Aliplast SpA e Montello SpA si occupano del riciclo, della raccolta e della lavorazione vera e propria dei rifiuti. La collaborazione tra questi attori, insieme all'adozione di tecnologie avanzate e all'impegno da parte di consumatori ed enti pubblici, sarà fondamentale per continuare a migliorare il sistema di riciclo della plastica.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AGENZIA ANSA, 2023. *L'Italia in linea con i target riciclo imballaggi al 2025* [online]. S.l.: Agenzia ANSA. Disponibile su: https://www.ansa.it/europa/notizie/rubriche/altrenews/2023/06/08/litalia-in-linea-con-i-target-riciclo-imballaggi-al-2025_6a87fc88-9211-4629-87d0-1fb2e40d88ca.html [Data di accesso: 08/08/2023].

ALASSALI, A., et al., 2021. *Towards Higher Quality of Recycled Plastics: Limitations from the Material's Perspective*. *Sustainability*, 13 (23), 13266. S.l.: MDPI. Disponibile su: <https://doi.org/10.3390/su132313266> [Data di accesso: 08/05/2023].

ALIPLAST, s.d. *Il Sistema* [online]. Disponibile su: <https://www.aliplastspa.com/sistema-pari/il-sistema> [Data di accesso: 11/08/2023].

ALIPLAST, s.d. *Polimeri Riciclati in granuli e scaglie* [online]. Disponibile su: <https://www.aliplastspa.com/prodotti/polimeri-rigenerati-granuli-scaglie> [Data di accesso: 04/08/2023].

ANON., 2021. *Contributo Ambientale CONAI* [online]. S.l.: Corepla - Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli imballaggi in Plastica. Disponibile su: <https://www.corepla.it/contributo-ambientale-conai> [Data di accesso: 04/08/2023].

ANON., 2022. *Da un modello economico lineare a un modello circolare - KPMG Italia* [online]. S.l.: KPMG. Disponibile su: <https://kpmg.com/it/it/home/insights/2022/07/da-un-modello-economico-lineare-a-un-modello-circolare.html> [Data di accesso: 18/08/2023].

ANON., s.d. *Azienda - Montello Industria del recupero e riciclo* [online]. S.l.: Montello. Disponibile su: <https://www.montello-spa.it/azienda/> [Data di accesso: 25/08/2023].

ANON., s.d. *Aziende Consorziato* [online]. S.l.: Corepla - Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli imballaggi in Plastica. Disponibile su: <https://www.corepla.it/target/aziende-consorziate> [Data di accesso: 10/08/2023].

ANON., s.d. *Banca Dati ANCI – CORIPET* [online]. Disponibile su: <https://bancadaticoripet.anci.it/> [Data di accesso: 13/08/2023].

ANON., s.d. *Breathing life into plastic waste*. *Economist Impact* [online]. Disponibile su: <https://impact.economist.com/ocean/rethinking-plastics/breathing-life-into-plastic-waste/> [Data di accesso: 22/07/2023].

ANON., s.d. *Certificazioni Aliplast* [online]. S.l.: Aliplast s.p.a. Disponibile su: <<https://www.aliplastspa.com/aliplast/certificazioni>> [Data di accesso: 04/08/2023].

ANON., s.d. *Ciclo integrato – Aliplast* [online]. S.l.: Aliplast s.p.a. Disponibile su: <<https://www.aliplastspa.com/ciclo-integrato>> [Data di accesso: 02/08/2023].

ANON., s.d. *Dati della società - Aliplast s.p.a.* [online]. Disponibile su: <<https://www.ufficiocamerale.it/3979/aliplast-spa>> [Data di accesso: 25/08/2023].

ANON., s.d. *Responsabilità Estesa del Produttore (EPR)* [online]. S.l.: Corepla - Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli imballaggi in Plastic. Disponibile su: <<https://www.corepla.it/responsabilita-estesa-del-produttore-epr>> [Data di accesso: 03/08/2023].

ANON., s.d. *Riciclo rifiuti plastici* [online]. Disponibile su: <<https://www.montello-spa.it/riciclo-rifiuti-plastici/>> [Data di accesso: 28/08/2023].

AVANTIUM, 2023. *Annual report 2022*. Amsterdam: Avantium N.V.

AVANTIUM, 2023. *Avantium Announces 2022 Results* [online]. Amsterdam: Avantium. Disponibile su: <[2022 FY press release \(avantium.com\)](https://www.avantium.com/2022-FY-press-release)>.

AVANTIUM, s.d. *Lead products* [online]. Disponibile su: <<https://www.avantium.com/lead-products/>> [Data di accesso: 24/08/2023].

AVANTIUM, s.d. *Renewable Polymers* [online]. Disponibile su: <<https://www.avantium.com/business-units/renewable-polymers/>> [Data di accesso: 25/08/2023].

BIOTEC, s.d. *More than a resource: a virtuous cycle*. Disponibile su: <<https://www.biotec.de/company/>> [Data di accesso: 24/08/2023].

BIOTEC, s.d. *Our Products* [online]. Disponibile su: <<https://www.biotec.de/products/>> [Data di accesso: 25/08/2023].

BRESSANELLI, G., PERONA, M. e SACCANI, N., 2019. *Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: a literature review and a multiple case study* [online]. *International Journal of Production Research*, 57(23), pp. 7395–7422. Disponibile su: <<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1542176>> [Data di accesso: 25/05/2023].

BRILLO, N., 2023. *Aliplast laboratorio Europeo per la plastica rigenerata* [online]. S.l.: Nord Est Economia. Disponibile su: <[Aliplast laboratorio europeo per la plastica rigenerata - Nord Est Economia \(gelocal.it\)](http://www.gelocal.it)> [Data di accesso: 4/082023].

CARRINGTON, D., 2019. *After Bronze and Iron, Welcome to the Plastic Age, Say Scientists* [online]. S.l.: *The Guardian*. Disponibile su: <<https://www.theguardian.com/environment/2019/sep/04/plastic-pollution-fossil-record>> [Data di accesso: 28/05/2023].

CHANGE FOR PLANET, 2021. *Dall'economia lineare alla circolarità sostenibile* [online]. Disponibile su: <<https://www.changeforplanet.it/2021/04/27/dalleconomia-lineare-alla-circularita-sostenibile/>> [Data di accesso: 14/08/2023].

CIRCLE ECONOMY, 2022. *The Circularity Gap Report 2022*. Amsterdam: Circle Economy.

CIRCLE ECONOMY, s.d. *The Circularity Gap summary 2021*. Disponibile su: <[Italian - CGR Global 2021 - Executive summary.pdf - Google Drive](#)>

CIRCLE ECONOMY, s.d. *What are circular jobs? - Jobs & Skills in the Circular Economy Programme* [online]. S.l.: Circle Economy. Disponibile su: <<https://www.circle-economy.com/circular-jobs-initiative/circular-jobs>> [Data di accesso: 24/05/2023].

Commissione europea. (2018). Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Strategia europea per la plastica nell'economia circolare.

COREPLA, 2021. *Responsabilità Estesa del Produttore (EPR)* [online]. Disponibile su: <<https://www.corepla.it/responsabilita-estesa-del-produttore-epr>> [Data di accesso: 03/08/2023].

COREPLA, 2021. *Risultati* [online]. Disponibile su: <<https://www.corepla.it/risultati-1>> [Data di accesso: 14/08/2023].

COREPLA, 2021. *Risultati e benefici* [online]. Disponibile su: <<https://www.corepla.it/risultati-e-benefici>> [Data di accesso: 12/08/2023].

COREPLA, 2022. *Relazione sulla gestione 2022*. Milano: COREPLA.

COREPLA, s.d. *Rapporto di sostenibilità 2021*. Disponibile su: <[corepla rapporto di sostenibilita 2021 x web 4.pdf](#)>.

DI STEFANO, D., 2023. *Riciclo, così il nuovo metodo di calcolo ha 'ridotto' la circolarità della plastica* [online]. S.l.: Economia Circolare. Disponibile su: <<https://economiecircolare.com/metodo-calcolo-riciclo-circularita-plastica/>> [Data di accesso: 09/08/2023].

Direttiva (UE) 2018/852 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio.

Direttiva 94/62/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 dicembre 1994 sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio.

ECCO Climate, 2022. *La plastica in Italia: vizio o virtù?* Disponibile su: <https://eccoclimate.org/wp-content/uploads/2022/04/La-plastica-in-Italia_Rapporto.pdf?_gl=1*ovz6uh*_up*MQ..*_ga*MTQzODU3MDY5OS4xNjkwMzc4OTY4*_ga_052XKWDPLE*MTY5MDM3ODk2Ny4xLjAuMTY5MDM3ODk2Ny4wLjAuMA>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013. *Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*. S.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014. *Towards the circular economy. Accelerating the scale-up across global supply chains*. S.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021. *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change*. S.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021. *The Nature Imperative: How the circular economy tackles biodiversity loss*. S.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2022. *Flexible packaging: Deepdive*. S.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, s.d. *Regenerate nature*. Disponibile su: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/regenerate-nature>> [Data di accesso: 27/08/2023].

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, s.d. *Towards a regenerative food system*. S.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, s.d. *We need to radically rethink how we design* [online]. Disponibile su: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/introduction-to-circular-design/we-need-to-radically-rethink-how-we-design>> [Data di accesso: 27/08/2023].

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, s.d. What is the linear economy? [online]. S.l.: Ellen MacArthur Foundation. Disponibile su: <<https://ellenmacarthurfoundation.org/what-is-the-linear-economy>> [Data di accesso: 18/05/2023].

ELOBEID, E., s.d. *How the circular economy can help us stay within planetary boundaries* [online]. Disponibile su: <<https://emf-digital.shorthandstories.com/how-the-circular-economy-can-help-us-stay-within-planetary-boundaries/>> [Data di accesso: 27/08/2023].

ESPOSITO, M., TSE, T. e SOUFANI, K., 2015. *L'avanzata dell'economia circolare*. Harvard business review, 10, pp. 94–97.

EUROPEAN BIOPLASTICS E.V., s.d. *Total Corbion builds Europe's first world-scale PLA plant* [online]. Disponibile su: <<https://www.european-bioplastics.org/total-corbion-builds-europes-first-world-scale-pla-plant/>> [Data di accesso: 27/07/2023].

EUROPEAN BIOPLASTICS, s.d. *Bioplastics facts and figures*. S.l.: European Bioplastics.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2023. *Plastics* [online]. Disponibile su: <<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/plastics>> [Data di accesso: 25/08/2023].

EUROSTAT, 2022. *Plastic packaging waste: 38% recycled in 2020*. Disponibile su: <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20221020-1>> [Data di accesso: 29/08/2023].

EUROSTAT, 2023. *Packaging waste statistics* [online]. Disponibile su: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Packaging_waste_statistics> [Data di accesso: 25/08/2023].

GROSSI, D., 2022. *Conferenza Nazionale dell'Industria del Riciclo: Italia leader europeo di riciclo dei rifiuti col 72%* [online]. S.l.: Fondazione Sviluppo Sostenibile. Disponibile su: <<https://www.fondazionevilupposostenibile.org/conferenza-nazionale-dellindustria-del-riciclo-italia-leader-europeo-di-riciclo-dei-rifiuti-col-72/>> [Data di accesso: 08/08/2023].

HERTWICH, E., LIFSET, R., PAULIUK, S., e HEEREN, N, 2020. *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.

HUB CAMPUS, 2020. *La chimica della plastica* [online]. Disponibile su: <<https://campus.hubscuola.it/primaria/secondo-ciclo/la-chimica-della-plastica/>> [Data di accesso: 30/05/2023].

ILO, 2019. *Skills for a greener future. Key findings*. Ginevra: ILO

ISPRA, 2022. *Rapporto rifiuti urbani edizione 2022*.

LAUBINGER, F., E. LANZI E J. CHATEAU, 2020, *Labour market consequences of a transition to a circular economy: A review paper*. OECD Environment Working Papers, No. 162. Parigi: OECD Publishing. Disponibile su: <https://read.oecd-ilibrary.org/environment/labour-market-consequences-of-a-transition-to-a-circular-economy_e57a300a-en#page1>.

LEGAMBIENTE, 2023. *Comuni Ricicloni 2023*. S.l.: Editoriale La Nuova Ecologia soc. coop.

McKinsey Global Institute, 2011. *Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food, and water needs*.

MORSELETTO, P., 2020. *Targets for a circular economy*. Resources, Conservation and Recycling, 153, p. 104553. Disponibile su: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>>.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY NEWSROOM, 2018. *7 Things You Didn't Know About Plastic (and Recycling)* [online]. S.l.: National Geographic Society Newsroom. Disponibile su: <<https://blog.nationalgeographic.org/2018/04/04/7-things-you-didnt-know-about-plastic-and-recycling/>> [Data di accesso: 08/05/2023].

NATIONAL GEOGRAPHIC, 2020. *Tutto Quello Che c'è Da Sapere Sull'inquinamento Da Plastica* [online]. S.l.: National Geographic. Disponibile su: <<https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2020/01/tutto-quello-che-ce-da-sapere-sullinquinamento-da-plastica>> [Data di accesso: 30/05/2023].

Norma armonizzata EN 13432 del Comitato europeo di normazione del 2000

NOVAMONT, 2019. *Novomant porta a 150 mila tonnellate la produzione del Mater-Bi®* [online]. Disponibile su: <<https://www.novamont.com/leggi-comunicato-stampa/novomant-porta-a-150-mila-tonnellate-la-produzione-del-mater-bi/>> [Data di accesso: 29/07/2023].

NOVAMONT, 2020. *Novamont e Melinda presentano il nuovo packaging sostenibile in Mater-Bi durante lo Speciale Frutta&Verdura di Mark Up* [online]. Disponibile su: <<https://www.novamont.com/leggi-news/novamont-e-melinda-presentano-il-nuovo-packaging-sostenibile-in-mater-bi-durante-lo-speciale-fruttaverdura-di-mark-up/>> [Data di accesso: 24/08/2023].

OECD, 2013. *Policies for Bioplastics in the Context of a Bioeconomy*. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 10. OECD Publishing, Parigi.

OECD, 2015. *Material Resources, Productivity and the Environment* [online]. Parigi: Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponibile su: <https://www.oecd-ilibrary.org/environment/material-resources-productivity-and-the-environment_9789264190504-en> [Data di accesso: 25/08/2023].

OECD, 2022. *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. Parigi: OECD Publishing. Disponibile su: <[Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options | READ online \(oecd-ilibrary.org\)](#)>

OECD, 2022. *Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD* [online]. Disponibile su: <<https://www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm>> [Data di accesso: 17/07/2023].

PARLAMENTO EUROPEO, 2018. *Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures* [online]. Disponibile su: <<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>> [Data di accesso: 05/06/2023].

PARLAMENTO EUROPEO, 2018. *Statistiche sulla gestione dei rifiuti in Europa: infografica con fatti e cifre* [online]. Disponibile su: <<https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20180328STO00751/statistiche-sulla-gestione-dei-rifiuti-in-europa-infografica-con-fatti-e-cifre>> [Data di accesso: 22/07/2023].

PHILP, J.C. et al., 2013. *Bioplastics science from a policy vantage point* [online]. *New Biotechnology*, 30(6), pp. 635–646. Disponibile su: <<https://doi.org/10.1016/j.nbt.2012.11.021>> [Data di accesso: 26/07/2023].

PLASTIC ENERGY, s.d. *Plastic Energy Lifecycle Assessment* [online]. Disponibile su: <<https://plasticenergy.com/sustainability/lca-report/>> [Data di accesso: 13/08/2023].

PLASTIC SOUP FOUNDATION, s.d. *Properties of Plastic - Monomers and Polymers* [online]. Disponibile su: <<https://www.plasticsoupfoundation.org/en/plastic-problem/what-is-plastic/monomers-and-polymers/>> [Data di accesso: 29/05/2023].

PLASTICS EUROPE, 2022. *Plastics - the Facts 2022*.

PLASTICS EUROPE, s.d. *Plastics - the Facts 2020*.

- PLASTICS RECYCLERS EUROPE, s.d. *Who we are* [online]. Disponibile su: <<https://www.plasticsrecyclers.eu/about/>> [Data di accesso: 29/08/2023].
- PORTA, R., 2021. *Anthropocene, the plastic age and future perspectives* [online]. FEBS Open Bio, 11(4), pp. 948–953. Disponibile su: <<https://doi.org/10.1002/2211-5463.13122>> [Data di accesso: 29/05/2023].
- SARIATLI, F., 2017. *Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability* [online]. Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development, 6(1), pp. 31–34. Disponibile su: <<https://www.sciendo.com/article/10.1515/vjbsd-2017-0005>>.
- SCHIRMEISTER, C.G. AND MÜLHAUPT, R., 2022. *Closing the Carbon Loop in the Circular Plastics Economy* [online]. Macromolecular Rapid Communications, 43(13), p. 2200247. Disponibile su: <<https://doi.org/10.1002/marc.202200247>> [Data di accesso: 28/05/2023].
- SCIENCE HISTORY INSTITUTE, 2016. *Science of Plastics* [online]. Disponibile su: <<https://www.sciencehistory.org/science-of-plastics>> [Data di accesso: 29/05/2023].
- SISIFO, s.d. *Economia lineare*. Disponibile su: <<https://www.sisifo.eu/glossario/economia-lineare/>> [Data di accesso: 27/08/2023].
- STATISTA., s.d. *Europe: plastic production volume 1950-2021* [online]. S.l.: Statista. Disponibile su: <<https://www.statista.com/statistics/987838/plastics-production-volume-in-the-eu-28/>> [Data di accesso: 02/06/2023].
- TOTALENERGIES CORBION, s.d. *Bioplastica Luminy® PLA: per un futuro migliore!* Disponibile su: <<https://www.totalenergies-corbion.com/about-totalenergies-corbion/>> [Data di accesso: 24/08/2023].
- TOTALENERGIES CORBION, s.d. *Imballaggio flessibile*. Disponibile su: <<https://www.totalenergies-corbion.com/applications-solutions/flexible-packaging/>> [Data di accesso: 25/08/2023].
- UFFICIO CAMERALE, s.d. *Dati della società – CORIPET* [online]. Disponibile su: <<https://www.ufficiocamerale.it/8832/coripet>> [Data di accesso: 29/08/2023].
- UNEP, 2016. *Global Material Flows and Resource Productivity. Assessment Report for the UNEP International Resource Panel*. S.l.: UNEP.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS,
POPULATION DIVISION, 2021. *Global Population Growth and Sustainable Development*.
New York: United Nations.

VOULVOULIS N., s.d. *Examining material evidence the carbon fingerprint*. s.l.: IMPERIAL
COLLEGE LONDON.

WATTS, J., 2019. *Resource extraction responsible for half world's carbon emissions*. S. l.: The
Guardian. Disponibile su: <<https://www.theguardian.com/environment/2019/mar/12/resource-extraction-carbon-emissions-biodiversity-loss>>.

WORLD ECONOMIC FORUM, ELLEN MACARTHUR FOUNDATION e MCKINSEY &
COMPANY, 2016. *The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics*.

Numero parole (bibliografia esclusa): 9965