

Linee guida per la facilitazione delle attività di riciclo degli imballaggi in **materiale plastico**

Linee guida per la facilitazione delle attività di riciclo degli imballaggi in materiale plastico

La presente pubblicazione rientra tra le attività promosse dal **Gruppo di Lavoro Prevenzione di CONAI** nell'ambito del progetto **"Pensare Futuro"** e nasce grazie alla collaborazione tra il **gruppo di ricerca in Design dell'Università Iuav di Venezia**, composto da Laura Badalucco, Luca Casarotto e Pietro Costa, ed i professionisti di **Corepla**.

Si ringraziano in particolare per la collaborazione:

Luca Stramare e tutta la struttura Corepla per il prezioso supporto tecnico e tutti gli utenti che hanno partecipato alla consultazione pubblica contribuendo a creare un progetto di filiera condiviso.

Indice

- 1** Introduzione PAGINA 4

- 2** Gli imballaggi in plastica per uso domestico PAGINA 12
 - 2a** Caratteristiche dei materiali e utilizzo nelle principali tipologie d'imballaggio PAGINA 12

- 3** Il processo di selezione e riciclo degli imballaggi in materiale plastico PAGINA 25
 - 3a** Raccolta differenziata degli imballaggi post-consumo PAGINA 28
 - 3b** Attività di selezione degli imballaggi in materiale plastico PAGINA 29
 - 3c** Il processo di riciclo PAGINA 33

- 4** Indicazioni progettuali per la facilitazione delle attività di riciclo degli imballaggi in materiale plastico PAGINA 38

4a Principi generali per la progettazione destinata alla facilitazione delle attività di riciclo [PAGINA 39](#)

4b Gli aspetti riguardanti il corpo/struttura dell'imballaggio [PAGINA 45](#)

4b|1 Residui e svuotamento [PAGINA 45](#)

4b|2 Colore [PAGINA 49](#)

4b|3 Trattamenti superficiali e accoppiamenti [PAGINA 52](#)

4c Le attenzioni relative alla progettazione delle componenti [PAGINA 55](#)

4c|1 Rapporto tra corpo e componenti [PAGINA 55](#)

4c|2 Sistemi di chiusura ed elementi di accessibilità [PAGINA 60](#)

4c|3 Elementi di grafica e stampa [PAGINA 62](#)

4d Formazione/informazione al consumatore finale sul corretto conferimento degli imballaggi in materiale plastico [PAGINA 67](#)

5 Glossario [PAGINA 72](#)

6 Bibliografia e sitografia [PAGINA 75](#)

7 Normativa di riferimento [PAGINA 78](#)

Check-list per progettisti e aziende [INTERNO COPERTINA](#)

A seguire, viene presentato anche uno schema utile a riassumere gli abbinamenti più frequenti tra tipologia di materiale plastico e tipologia di imballaggio.

TABELLA 1. Materiali plastici e tipologie di imballaggio

	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS
Film termoretraibile per fardellaggio				●		
Shoppers	●				●	
Sacchetti per confezionamento manuale		●		●	●	
Sacchi a rete per prodotti ortofrutticoli				●	●	
Bottiglie	●					
Flaconi	●	●	●		●	
Taniche		●				
Cassette		●			●	
Cassette in materiale espanso						●
Vaschette/vassoi	●	●	●		●	
Vaschette e vassoi in materiale espanso						●
Barattoli o vasetti	●	●	●		●	
Secchi		●	●		●	
Tubetti (es. per creme, dentifrici, salse, colle, etc.)				●	●	
Cestelli portabottiglie		●	●		●	
Astucci, scatole e altri contenitori di presentazione	●	●			●	
Stoviglie monouso (piatti e bicchieri)					●	●

3

Il processo di selezione e riciclo degli imballaggi in materiale plastico

La corretta progettazione di un imballaggio non può prescindere dalla conoscenza delle sue modalità d'uso, ma anche da tutti i processi che questo dovrà subire dalla produzione alla fase di smaltimento e riciclo.

Per progettare un imballaggio ecosostenibile è infatti fondamentale comprendere cosa accade anche nella fase di fine vita/nuova vita. La seguente descrizione, che potrebbe sembrare il semplice racconto dei processi di riciclo, è invece il punto di partenza sul quale si baseranno tutte le linee guida qui presentate.

Dalla descrizione della filiera del riciclo è possibile comprendere quali siano le fasi che l'imballaggio affronta una volta divenuto rifiuto. Inoltre, conoscere le fasi caratteristiche della filiera (raccolta, selezione e riciclo) dà la possibilità ai progettisti degli imballaggi

di avviare dei processi progettuali alternativi finalizzati a proporre variazioni tali da diventare buone soluzioni da emulare. L'oggetto di queste linee guida sono gli imballaggi in plastica destinati all'utilizzo domestico che, pertanto, per entrare nella filiera del riciclo transitano dalla raccolta differenziata urbana, primo anello per le successive attività di selezione e riciclo o, in alternativa, recupero energetico laddove il riciclo non sia al momento tecnicamente ed economicamente sostenibile.

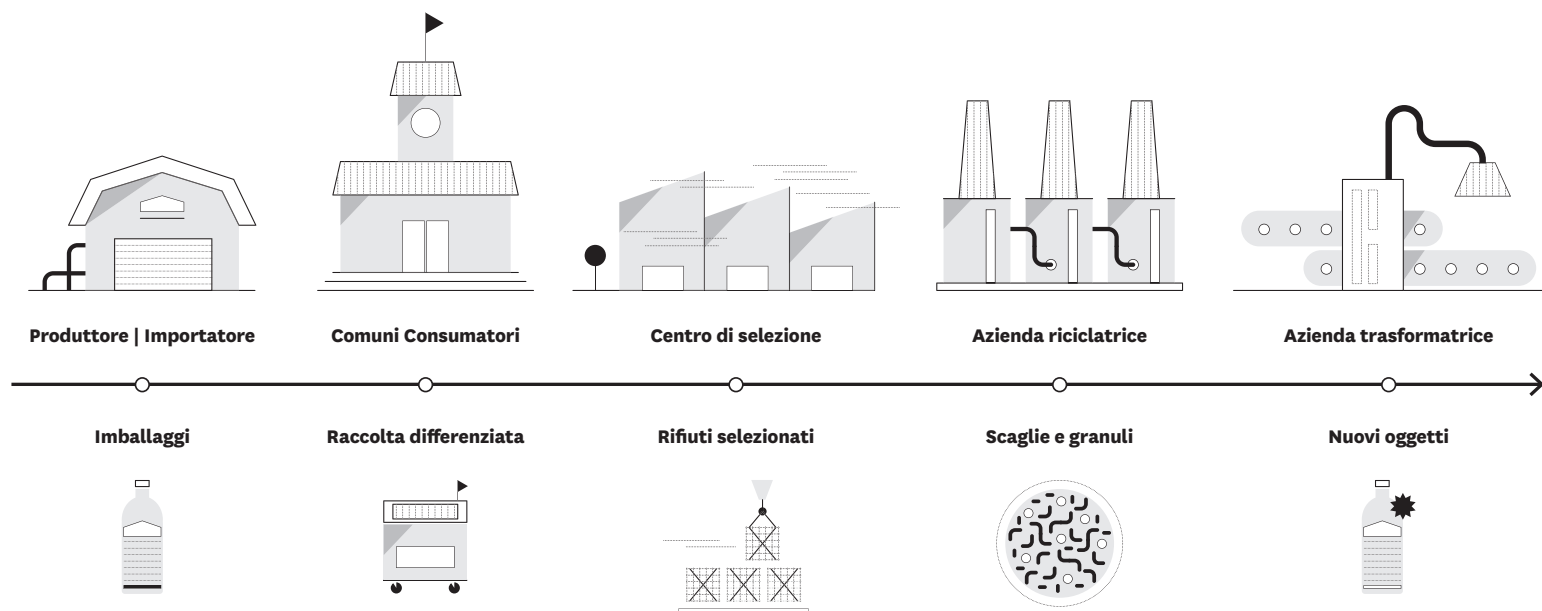
La maggior parte di questi imballaggi è composta da un "corpo" principale (in seguito chiamato anche "struttura"), ad esempio la bottiglia in PET, e da "componenti" accessori necessari per consentire all'imballo le sue molteplici funzioni, quali ad esempio il tappo, l'etichetta, le colle e gli inchiostri che sono applicati sul corpo. Nella filiera di riciclo attuale tutte le "componenti" applicate seguono il flusso del "corpo", perciò sono necessari diversi processi per separarli tra loro (ove questo sia necessario). Per questo motivo attualmente sono presenti indicazioni specifiche che, a seconda della componente, permettono di ottimizzare l'avvio a riciclo del corpo principale dell'imballaggio. Da una conoscenza più approfondita del funzionamento della filiera è possibile trarre considerazioni ulteriori, dando la possibilità al progettista di immaginare strade differenti. Una soluzione alternativa è, ad esempio, quella di fare in modo che l'utente, al momento della fruizione del prodotto, si trovi costretto a dividere i diversi materiali che compongono l'imballaggio al fine del conferimento: progettare, ad esempio, una vaschetta in cui sia necessario staccare completamente il film di chiusura per aprirla così da portare automaticamente lo stesso consumatore a conferire i due materiali separatamente, trasforma il sistema imballaggio composto dal corpo (vaschetta) e dalla componente (film) in due elementi/strutture distinte che, sin dalla fase di selezione, seguiranno percorsi diversi. Ciò ha senso ovviamente laddove sia preferibile che le componenti seguano un flusso diverso rispetto a quello del corpo principale per aumentare la resa a riciclo di entrambi. Questo è solo un esempio di come la conoscenza della filiera del riciclo possa portare i progettisti ad individuare soluzioni innovative per facilitare il riciclo degli imballaggi post consumo domestici in materiale plastico.

La filiera del riciclo è composta da tre macro processi:

- > la raccolta differenziata;
- > la selezione;
- > il (reale) processo di riciclo.

Fondamentali, però, sono anche le fasi a monte (produzione) e a valle (azienda trasformatrice delle materie prime seconde in nuovi oggetti). Difatti, solo se esiste un'adeguata conoscenza delle logiche di funzionamento dei flussi e di ciascuno degli anelli della filiera è possibile parlare di design for recycling.

Il riciclo è possibile solo se esiste la filiera



3a

Raccolta differenziata degli imballaggi post-consumo

La prima fase è inevitabilmente la raccolta differenziata da parte del cittadino. In questo senso è utile ricordare come il corretto conferimento dell'imballaggio in raccolta differenziata contribuisca all'ottimizzazione degli attuali processi di riciclo e alle relative rese.

Essendo questa la fase che può condizionare tutto il processo, Comuni, Enti e Istituzioni da anni informano i cittadini di alcune buone pratiche come:

- › svuotare il più possibile i contenitori da eventuali residui di prodotto contenuto;
- › ridurre al minimo il volume dei contenitori come bottiglie e flaconi per aumentare la quantità di imballaggio in rapporto al volume occupato.

Non è, invece, così diffusa la conoscenza del fatto che, ad esempio, il lavaggio dei contenitori da parte dell'utente finale sia sovente non necessario e non consigliato o che, tra le modalità di riduzione del volume degli imballaggi, ve ne siano alcune da preferire (ad esempio, è preferibile appiattare la superficie laterale delle bottiglie piuttosto che schiacciarle dal tappo verso il fondo perché ciò rende l'imballaggio più stabile sui nastri trasportatori degli impianti di selezione e facilita la lettura del materiale e la separazione delle etichette, o ancora che non si dovrebbero mai mettere gli imballaggi uno dentro l'altro per consentire la loro corretta riconoscibilità). Quest'ultima considerazione vale soprattutto per quei Comuni che ottimizzano la raccolta differenziata raccogliendo gli imballaggi in plastica insieme a quelli in metallo e separano i due materiali in un secondo tempo. Elementi metallici di una certa dimensione, se non intercettati ed allontanati durante le operazioni di selezione e preparazione per il riciclo, possono portare al danneggiamento delle lame dei mulini utilizzati per macinare gli imballaggi in plastica.

La corretta raccolta differenziata è quindi una prima fase di separazione che avviene in casa del consumatore e la cui qualità rappresenta un fattore fondamentale per l'intera filiera di riciclaggio, motivo per cui rivestono un ruolo importante le istruzioni per la raccolta differenziata domestica dei rifiuti di imballaggio. Cosa può fare quindi il progettista? La sua abilità sta anche nel non dare per scontata la collaborazione del consumatore e, come vedremo oltre, nell'identificare soluzioni che portino in modo automatico il consumatore ad agire correttamente (ad esempio, come si è già detto, rendendo completamente separabili al primo utilizzo dell'imballaggio le eventuali componenti che potrebbero interferire con le successive fasi di riciclo dell'imballaggio principale).

3b

Attività di selezione degli imballaggi in materiale polimerico

Una volta raccolti, gli imballaggi in plastica post-consumo raggiungono i centri di selezione, dove i materiali attraversano diverse fasi che portano a valorizzare flussi omogenei in uscita da destinare alle successive attività di riciclo.

Di seguito, sono brevemente descritte le macrofasi che caratterizzano il processo di selezione:

- › rimozione oggetti ingombranti che per le loro dimensioni, ostacolano il funzionamento degli impianti;
- › disimballo e lacerazione dei sacchi per liberare i singoli imballaggi in essi contenuti;
- › vagliatura, con eliminazione delle impurità e degli elementi di piccole dimensioni non selezionabili;
- › separazione in due flussi distinti: imballaggi bidimensionali (flessibili) e imballaggi tridimensionali (rigidi);
- › separazione con rivelatori ottici o ad infrarosso (detettori);
- › controllo manuale.

In questo ordine o altri, ripetute a seconda delle esigenze o suddivise in ulteriori sottocategorie a seconda dell'impianto, queste attività permettono di suddividere gli imballaggi provenienti dalla raccolta differenziata in una serie di flussi omogenei, ciascuno dei quali può essere avviato a riciclo. A valle delle operazioni di selezione, i flussi di imballaggi residuali e frazione fine vengono avviati a recupero energetico.

Dopo la **rimozione degli oggetti ingombranti**, gli imballaggi post consumo vengono trascinati tramite nastri trasportatori a un apposito macchinario adibito alle operazioni di **disimballo e lacerazione dei sacchi**.

Qui parte la **vagliatura**, generalmente una delle prime fasi, che ha lo scopo di separare gli imballaggi in materiale plastico selezionabili dai contaminanti e dagli imballaggi di piccole dimensioni. L'obiettivo di questo processo è la separazione tra gli imballaggi post consumo in plastica e i piccoli residui, come terra, pietre, piccoli pezzi di altri materiali (legno, metalli, vetro), che verranno separati dal flusso principale e poi destinati ad altre forme di recupero. In queste prime fasi vengono, inoltre, separati gli imballaggi troppo grandi (solitamente fusti o simili provenienti dalla raccolta non domestica) e gli elementi troppo piccoli per poter entrare nel processo di selezione ¹⁶.

Sempre grazie ad un processo di vaglio vengono **suddivisi i materiali rigidi da quelli flessibili** e indirizzati a flussi di selezione separati.

Al termine di questa fase, i due flussi (rigidi e flessibili) vengono distribuiti su nastri trasportatori, che generalmente si muovono ad una velocità di 2-3 metri al secondo. La corretta distribuzione del materiale sul nastro, evitando sormonti ed incastri tra i singoli imballaggi, è fondamentale per il successo delle successive operazioni di **selezione con detettori**.

Gli imballaggi vengono trasportati con dei nastri sotto i detettori che, in fasi successive, li suddividono in specifici flussi per il riciclo attraverso il riconoscimento della superficie dell'imballaggio.

16

Bisogna difatti tenere in considerazione che le tecnologie utilizzate nei processi di selezione, seppur molto varie e in continua evoluzione, non riescono a riconoscere il materiale di elementi molto piccoli. Ad esempio, esistono diversi lettori ottici che non permettono di leggere e separare correttamente il materiale di elementi inferiori a 5x5 cm.

Questa suddivisione riguarda principalmente due modalità di selezioni e può avvenire per materiale plastico e, eventualmente, per colore:

- › nella prima (quella per materiale plastico) i detettori sono a infrarossi NIR (Near Infra Red)¹⁷ e separano gli imballaggi post consumo in funzione delle famiglie di materiale polimerico di riferimento rispetto al flusso generale;
- › nella seconda (quella per colore) i detettori sono ottici e, indistintamente dal materiale, riconoscono uno specifico colore.

La combinazione delle due tipologie di detettori permette di separare gli imballi per famiglia di materiale e, successivamente, nei casi in cui risulti vantaggioso per migliorare la qualità del materiale selezionato, per colori, a seconda dei flussi che si vogliono ottenere.

Il corretto funzionamento di queste fasi dipende pertanto dalla capacità dei detettori di riconoscere correttamente gli imballaggi post consumo sia in funzione del materiale sia in funzione del colore.

Tale riconoscimento è un processo alquanto complesso ed è dal risultato di questa operazione che si determina poi il flusso in cui l'imballaggio andrà a finire; il tutto avviene in una frazione di secondo. È inoltre utile specificare che nella separazione con detettori non vengono suddivise le singole componenti, ad esempio le vaschette e il film di chiusura o le bottiglie e le etichette, perché il processo riconosce in ogni imballaggio post consumo il materiale prevalente in superficie, auspicabilmente il corpo (ma, in realtà, non sempre¹⁸). Ne deriva che i flussi ottenuti in questa fase non saranno completamente omogenei per materiale; nella fase successiva potrebbe rendersi necessaria un'ulteriore pulizia (normalmente manuale, ma in alcuni casi particolari potrebbe essere un ulteriore passaggio sotto un detettore), per ottenere un materiale da riciclo di qualità adeguata.

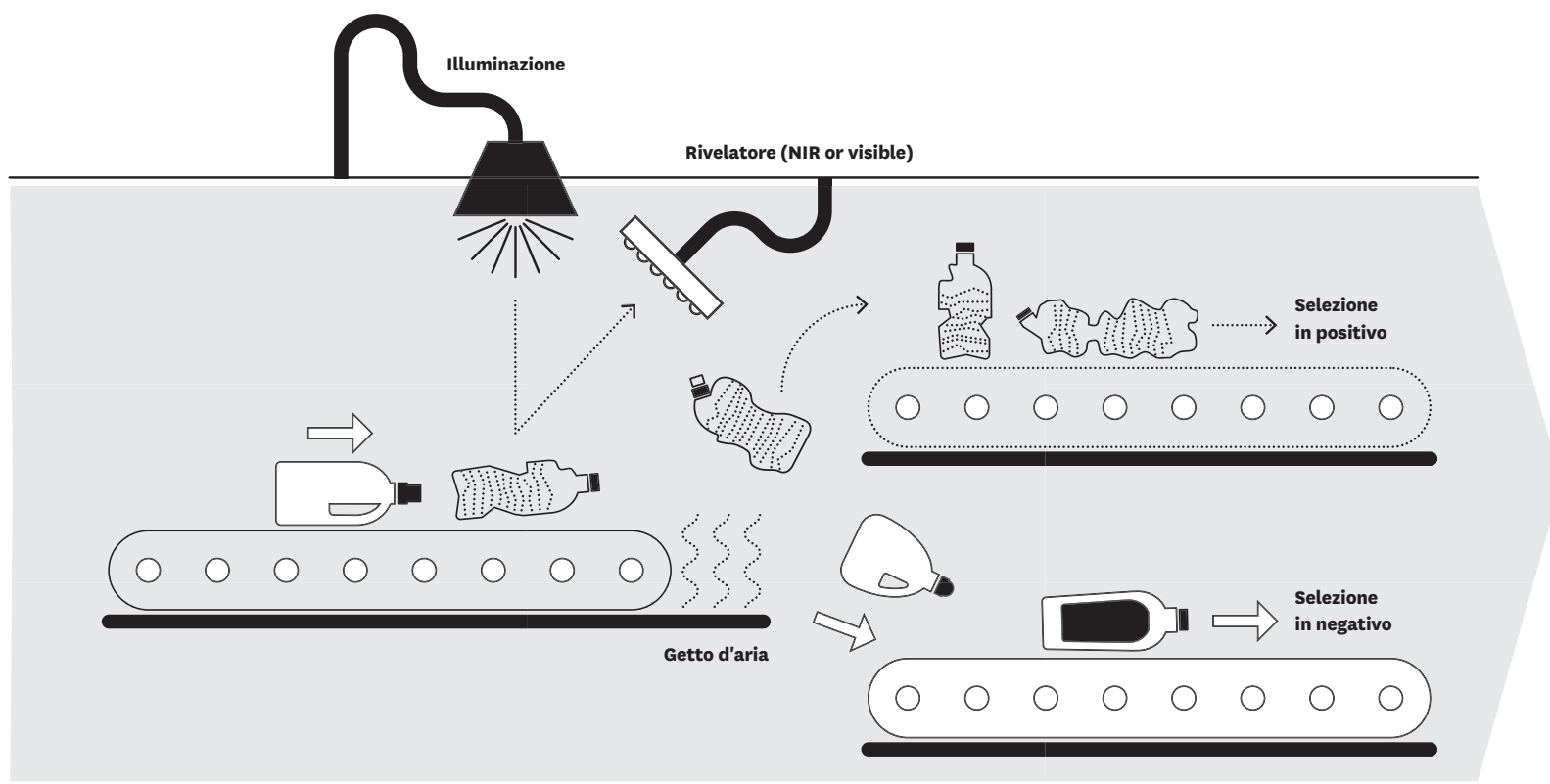
¹⁷

Questi apparecchi sono dotati di un emettitore di onde elettromagnetiche che, colpendo il materiale che transita sul nastro trasportatore, determinano per ogni polimero una diversa lunghezza e ampiezza delle onde riflesse. Con uno spettrometro è così possibile riconoscere quale polimero stia transitando. (da www.corepla.it/la-selezione-il-passaggio-chiave-verso-il-riciclo)

¹⁸

Tra gli imballaggi che non sono univocamente riconosciuti attraverso lettura superficiale vi sono, ad esempio, imballaggi neri che non riflettono la radiazione infrarossa e si confondono con il nastro trasportatore su cui scorrono, oppure imballaggi multistrato dove ad essere letto è solo lo strato superficiale.

Esempio di processo di selezione



L'ultima fase è il controllo dei flussi da parte di operatori specializzati. Questa fase serve per verificare che non ci siano stati errori nella lettura dei detettori o meglio che i materiali non siano inquinati con altri che non possono essere riconosciuti dai detettori, come nel caso della presenza di materiali non plastici all'interno degli imballaggi selezionati, che non sono riconoscibili in un processo automatizzato, ma solo da operatori attenti. Questo controllo può essere presente e ripetuto in più punti del processo. Ciò permette di rimediare agli errori di lettura, rimuovendo gli imballaggi selezionati per errore (ad esempio perché sormontati ad altri imballaggi) o quelli selezionati correttamente dal detettore ma la cui presenza riduce la qualità del materiale per il riciclo, ad esempio le vaschette in PET nei flussi di bottiglie in PET.

Il materiale così ottenuto viene infine pressato in balle, stoccato e inviato agli impianti di riciclo adatti a trattare gli specifici flussi.

3C Il processo di riciclo

Successivamente alla fase di selezione del materiale avviene il processo di riciclo vero e proprio. I flussi suddivisi più o meno dettagliatamente per materiale e, in alcuni casi, per colore vengono indirizzati, a seconda delle tipologie, a diversi processi basati su quattro fasi che, organizzate in modo variabile secondo la struttura dell'impianto, macinano, lavano, separano per flottazione e asciugano il materiale che sarà così pronto per essere immesso nel sistema produttivo come materiale riciclato.

Il primo elemento per il buon funzionamento di un impianto di riciclo è il rapporto del materiale plastico da riciclare rispetto ai residui e alle contaminazioni di altri materiali che provengono da componenti eventualmente introdotte nel flusso. È quindi auspicabile che il materiale d'interesse (target material) sia almeno l'80% del peso complessivo ¹⁹; in alcuni casi, soprattutto a seconda della tipologia dei flussi in ingresso, potrebbero rendersi necessarie ulteriori operazioni di selezione o pulizia per permettere un rapporto ottimale tra i diversi materiali. Dopo l'apertura delle balle, i materiali vengono caricati su nastri trasportatori, che li conducono alle diverse fasi.

Prima della macinazione viene generalmente installato un metal detector, che serve ad individuare e rimuovere eventuali residui metallici nel flusso che determinano l'usura precoce delle lame del mulino di macinazione e, se di dimensioni rilevanti, possono, in alcuni casi, danneggiarlo seriamente ²⁰.

L'individuazione di componenti metalliche è oggi un'operazione tecnologicamente semplice: i metal detector ²¹ utilizzati, a seconda di come sono tarati, possono individuare sia pezzi sia additivi o vernici con pigmenti a basi metalliche. Questi ultimi non danneggiano le lame ma in certi casi vengono rimossi perché riducono la qualità del polimero di riciclo ottenuto.

La prima vera fase del processo di riciclo è dunque la **macinazione meccanica**: il materiale passa attraverso un mulino, ad esempio

¹⁹

Cfr. descrizione della tecnologia della linea di lavaggio bottiglie PET sul sito www.epr-italia.com

²⁰

Insieme al consumo di acqua e di energia ed alla gestione dei materiali di scarto, l'usura delle lame, che necessitano di affilatura e sostituzione periodica, è tra le principali voci di costo di un impianto di riciclo.

²¹

Si tratta di magneti per i materiali ferrosi e a correnti parassite per gli altri metalli.

con lame rotanti che, generalmente con l'ausilio di acqua, sminuzza il materiale riducendolo in pezzi ²². Questo processo permette quindi di ottenere elementi uniformi indistintamente dalla loro precedente forma o funzione: bottiglie, flaconi, contenitori, vasette, tappi, pellicole ed etichette (a seconda dei flussi) vengono così ridotti in un agglomerato di pezzi di dimensioni uniformi di cui più dell'80% è il materiale che si vuole riciclare. L'obiettivo di questa fase è separare tra loro i materiali che fino a questo momento erano rimasti collegati da sistemi meccanici, ad esempio i tappi avvitati o a pressione.

La macinazione non ha alcun effetto su materiali tenuti assieme da incollaggi, saldature, estrusione o laminazione a caldo.

Alla macinazione fa seguito il **lavaggio**, che serve a rimuovere i residui e le impurità superficiali. A seconda del tipo di polimero e della qualità del materiale di riciclo che si vuole ottenere, può essere effettuato a caldo o a freddo. Nei casi più semplici viene usata solamente acqua, più di frequente vengono aggiunti detersivi, antischiuma e altre sostanze in grado di facilitare la rimozione della contaminazione superficiale, in particolare di quella oleosa. Lo sfregamento delle scaglie tra loro e contro le pale fornisce la necessaria azione meccanica. Se vengono impiegati detersivi, al lavaggio può far seguito un risciacquo con acqua per rimuovere i residui di detersivo.

Avviene poi la seconda e più importante fase del processo di riciclo: **la separazione per flottazione**. È qui che si separano i materiali da riciclare da quelli che non riguardano il flusso di riciclo. I materiali sminuzzati vengono introdotti in una vasca d'acqua nella quale avviene una separazione fisica per galleggiamento.

A seconda della loro densità (che generalmente oscilla tra gli 0,90 e gli 1,40 g/cm³) il PP, LDPE, HDPE galleggiano, mentre PS, PET e PVC si depositano sul fondo, avendo densità superiore a 1 g/cm³ (valore della densità dell'acqua). A questo punto, a seconda dell'impianto di riciclo, si andrà a raccogliere una delle due parti per recuperare il materiale d'interesse. A seconda delle situazioni, la parte restante può essere anch'essa oggetto di riciclo. È il caso, ad esempio, del riciclo delle bottiglie di PET. Durante la separazio-

22

I mulini possono essere di diversi tipi, tra i quali quello a lame rotanti. La macinazione non è necessariamente con acqua. Può, infatti, avvenire anche a secco in funzione del materiale e delle tipologie di impianto. Di solito viene preferita la macinazione ad umido perché si generano meno polveri e si riduce l'accumulo di cariche elettrostatiche per sfregamento del materiale.

TABELLA 2. Densità e comportamento in acqua pulita dei principali polimeri

Polimero	Sigla polimero	Densità (g/cm ³)	Comportamento
Polipropilene	PP	0.90 / 0.91	Galleggia ≈
Polietilene a bassa densità	LDPE	0.91 / 0.925	Galleggia ≈
Etilene acetato di vinile	EVA	0.925 / 0.950	Galleggia ≈
Polietilene lineare a bassa densità	LLDPE	0.926 / 0.940	Galleggia ≈
Polietilene ad alta densità	HDPE	0.941 / 0.965	Galleggia ≈
Polistirene	PS	1.04 / 1.11	Variabile ±
Poliammide	PA	1.13 / 1.14	Affonda ↓
Polivinilcloruro	PVC	1.30 / 1.58	Affonda ↓
Polietilentereftalato	PET	1.34 / 1.38	Affonda ↓

ne per flottazione, le scaglie di bottiglia si raccolgono sul fondo e vengono separate, mentre quelle dei tappi (che sono realizzati in HDPE o PP) galleggiano e possono essere recuperate per essere riciclate separatamente tramite un altro flusso.

È, quindi, necessario non mescolare il flusso di un materiale con altri che hanno la stessa densità, altrimenti in questa fase la separazione sarà errata ²³.

La fase conclusiva è l'asciugatura del materiale, accompagnata all'eventuale depolverizzazione. L'umidità residua viene allontanata e a questo punto l'imballaggio post consumo è stato trasformato in una materia prima seconda (MPS), che può essere immessa in un processo produttivo.

Il risultato finale di un impianto di riciclo è rappresentato da scaglie di materiale lavato. In alcuni casi, come nel riciclo dei flaconi di HDPE e delle bottiglie di PET, le scaglie si possono usare direttamente come materia prima seconda per produrre nuovi manufatti. In altri casi, il processo di riciclo si può concludere con l'estrusione del materiale, al fine di ottenere un materiale uniforme per dimensioni e colore. Quest'ultima fase restituisce un prodotto in granuli (generalmente simili a lenticchie) analogo per dimensioni a quello di un polimero vergine e quindi più facilmente gestibile in un

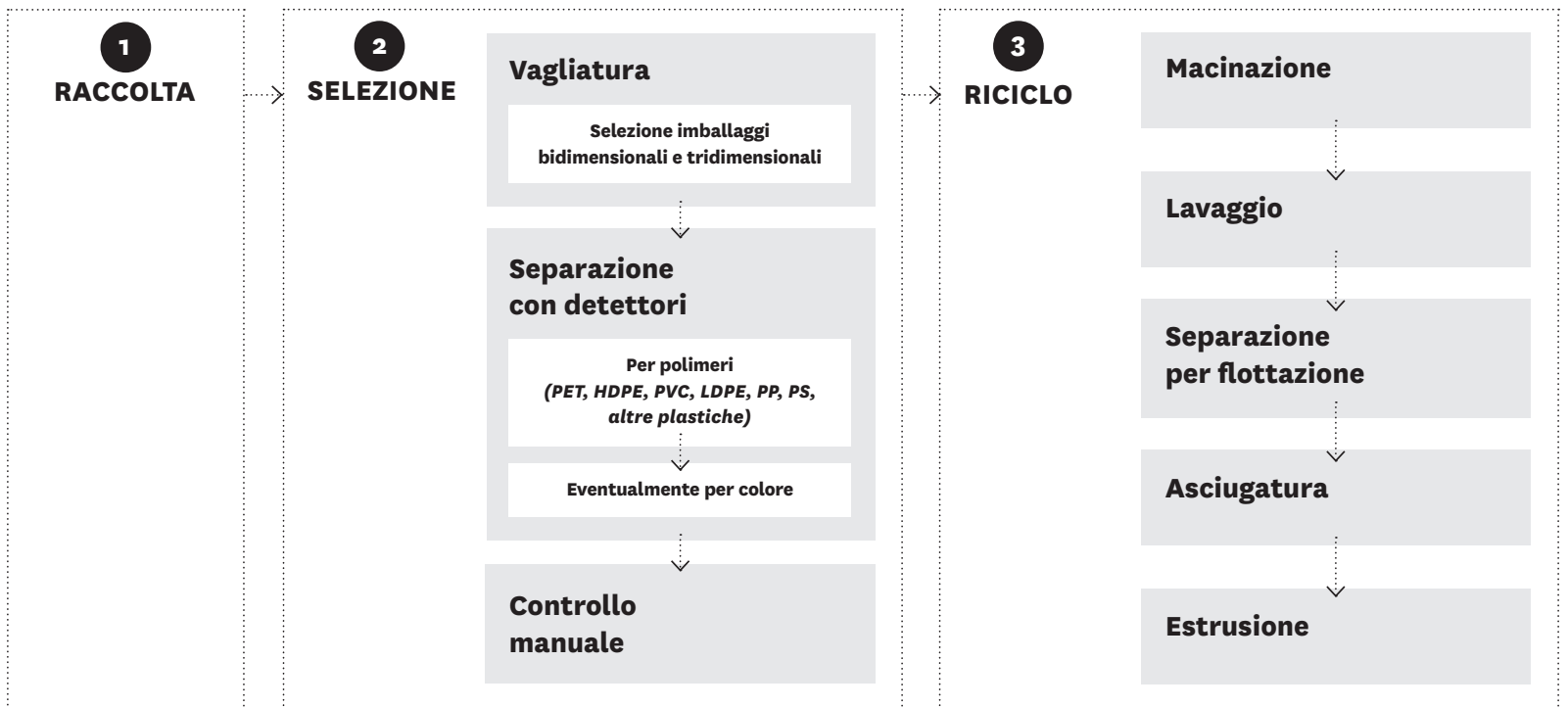
23

Esistono casi particolari per i quali si usano vasche con densità dell'acqua alterata da sali per consentire la separazione di materiali entrambi con densità superiore a 1 g/cm³. Si tratta ovviamente di casi finalizzati a ottenere materiali plastici di maggior valore e come tali risultano particolarmente costosi.

processo produttivo. L'estrusione fornisce anche l'opportunità di aggiungere al materiale di riciclo additivi, cariche o coloranti, che ne migliorino le caratteristiche per il tipo di applicazioni alle quali il materiale è destinato.

Di seguito è rappresentato uno schema esemplificativo che sintetizza i processi di selezione e riciclo.

Schema esemplificativo del processo di selezione e riciclo



Lo schema generale proposto si può contestualizzare rappresentando esempi di possibili processi di diverse tipologie di imballaggi considerando le tecnologie disponibili anche in funzione dei materiali oggi in ingresso nelle piattaforme.

Nella figura che segue sono rappresentati esempi di processi di selezione e riciclo di tre imballaggi differenti: una bottiglia trasparente, un flacone e un film utilizzato per fardellaggio. Le tre tipologie seguono fasi del processo simili, ma già in fase di selezione,

i percorsi si dividono e, nella fase conclusiva, seguono un percorso che corrisponde a un impianto di riciclo differente e dedicato alla tipologia del materiale.

