# Logistica e selezione

# 1.1.2 Gestione dei residui - Breve introduzione

**Quanti rifiuti generiamo?**

Inizieremo con un caso di studio introduttivo:

Il suo scopo è quello di spiegare in modo semplice il problema dei rifiuti. Siamo in grado di rispondere alla prossima domanda?

Sappiamo quanti rifiuti produciamo nel corso della nostra vita?

Una persona inizia a produrre rifiuti fin dalla nascita. Nel primo anno di vita, una persona produce oltre 200 kg di rifiuti, per lo più pannolini. Nel corso della vita, una persona produrrà più di 650.000 kg di rifiuti, spazzatura, sostanze tossiche e altre forme di inquinamento.

Da questi 650.000 kg una persona produrrà non meno di 34.000 kg di rifiuti domestici o rifiuti solidi urbani in circa 75 anni. **Si tratta di 440.000 m3, equivalenti a un appartamento di 120 m2 riempito fino al soffitto di rifiuti.**

## Come abbiamo gestito questo problema in passato?

**Ma come facevano le culture antiche a gestire questo problema?**

Prima ci si sbarazzava dei rifiuti nel modo che richiedeva il minimo sforzo, cioè gettandoli per strada, dietro le case, ecc. Questo non era un problema serio fino a quando le strade, i piazzali industriali, ecc. si sono riempiti di rifiuti, che hanno portato con sé insetti, ratti e altri tipi di animali.

## Una gestione collettiva per un problema individuale

**Per questo motivo, la maggior parte delle agenzie governative cerca di risolvere questo problema individuale attraverso una gestione collettiva**, dando ai comuni la possibilità di implementare i servizi di raccolta dei rifiuti. Per un certo periodo, questo ha risolto il problema dei rifiuti che si accumulano nelle strade.

A seconda di come viene attuata, la legge affida questo compito all'amministrazione più vicina al cittadino, generalmente il Comune.

**È chiaro che i cittadini vogliono il miglior servizio possibile al minor costo possibile.**   
  
È qui che sta il problema: **se non siamo in grado di spiegare ai cittadini cosa comporta una corretta gestione dei rifiuti, sarà difficile far pagare questo servizio.**

## Il lavoro invisibile

Ma perché le persone non sono consapevoli dei costi e degli sforzi reali che la gestione dei rifiuti comporta?

**Al giorno d'oggi la gestione dei rifiuti è come una scatola nera in cui basta gettare il nostro sacchetto nel contenitore e magicamente scompare.**

È per questo motivo che la **trasparenza e l'informazione sulla raccolta dei rifiuti sono considerate fondamentali.** Il cittadino lascia il sacchetto dell'immondizia nel contenitore e questo viene portato via, quindi, a suo avviso, non capisce la complessità del sistema e nemmeno perché deve pagare.

**Se il l’opinione pubblica non si rende conto delle centinaia di camion che vengono utilizzati, delle centinaia di persone che vi lavorano o anche di tutte le tonnellate che vengono movimentate, sarà difficile per lui capire il costo del servizio.**

E perché esiste questa percezione? Perché non permettiamo che i rifiuti si accumulino davanti alla loro porta. I rifiuti vengono raccolti abbastanza spesso, senza fare rumore, in modo da non creare odori offensivi. I residenti hanno a disposizione contenitori o punti di raccolta per i loro rifiuti relativamente vicini alle loro case, contenitori che sono puliti e non creano grossi problemi ai residenti.

## Il nostro ruolo di studenti

Come possiamo quindi lavorare per migliorare questa situazione?

Se ho cumuli di rifiuti nelle vicinanze e ogni volta che apro la finestra ne sento l'"aroma", il problema diventa evidente e la soluzione migliore di solito è bruciarli, anche se in questo modo si trasforma in un altro tipo di problema, che vedrò e sentirò dalla mia finestra ogni giorno.

**L'obiettivo di questa sezione è quello di accertare, da un punto di vista tecnico, quali sono i problemi, le soluzioni proposte dal mercato, i pro e i contro delle tecnologie disponibili, in modo da poter prendere in considerazione tutti i fattori e quindi personalizzare e implementare le soluzioni.**

## Obiettivi di questa area

Qual è dunque la nostra missione quando parliamo di gestione dei rifiuti in PackAll?

Determinare i parametri che definiscono il modello di gestione dei rifiuti. Analizzare le possibili alternative e i loro limiti e quantificare le soluzioni tecniche.

In breve, proporre:

* **Cosa**
* **Come**
* **Quando**
* **Con cosa.**

COSA

* + Definire cosa sono i rifiuti solidi urbani
  + Quali frazioni sono separate.
  + Dove vengono trasportati.

COME

* + Quale tecnologia utilizziamo.
  + Come vengono distribuiti i contenitori. Numero di contenitori per abitante. (Rapporti)
  + Scopo IMMAGINE - RISULTATO

QUANDO

* + Quando lo spreco lo richiede (economico)
  + Massimizzare il servizio (a tutte le ore). (Utilizzare l'esperienza)
  + Ridurre al minimo l'impatto sui residenti.
  + Saldo costi-servizi.

CON COSA

* + Determinare le risorse necessarie. Camion e operatori.
  + Includere soluzioni di emergenza. (Riserve)
  + Fornire al servizio le risorse ausiliarie necessarie. Strutture. Organizzazione. Controllo.

# Gestione dei residui - Metodi di gestione dei rifiuti solidi urbani.

## Cosa sono i rifiuti solidi urbani? - I rifiuti solidi urbani nella nostra vita quotidiana

Hai appena fatto colazione. Non hai finito un pezzo di pane con burro. Eravate pieni. Ci sono briciole di biscotti sul tavolo.

Raccogliete tutto e lo mettete nel bidone sotto il lavandino, insieme al sacchetto dell'aspirapolvere che avete cambiato e a dei calzini che, dopo la doccia di stamattina, vi siete accorti essere bucati.

C'è anche la bottiglia di latte vuota della colazione e la vaschetta di burro vuota. Bisogna cambiare il sacchetto perché è pieno.

- Chi ha buttato via il giornale prima che potessi leggerlo?

- Non importa. Si estrae il sacchetto e poi si scende nel contenitore.

**Qui finisce il vostro problema e inizia il nostro.**

**In un giorno, avete prodotto quasi un chilo di una miscela solida di materiali di cui volete sbarazzarvi. Si tratta della cosiddetta** spazzatura o di ciò che **noi addetti ai lavori chiamiamo rifiuti solidi urbani (MSW).**

## Definizioni di RSU

Facciamo un passo alla volta:

Cosa sono i rifiuti?

Alcuni autori definiscono lo **spreco come una risorsa nel posto sbagliato**. Quelle che per me sono scarpe antiquate potrebbero, altrove, essere l'unica protezione tra i piedi e il suolo. I miei avanzi di cibo possono essere trasformati in compost per fertilizzare le fattorie e la mia bottiglia di plastica può essere trasformata in filo per fare nuovi vestiti. **Il problema dei rifiuti è soprattutto come portarli da chi li genera a chi può sfruttarli per dargli una seconda vita e, inoltre, farlo in modo efficiente**.

Cosa si intende per rifiuti urbani?

Quei rifiuti che vengono generati nei **centri urbani o nelle loro aree di influenza e la cui gestione è di competenza delle** agenzie **governative.**

In sintesi:

possiamo definire **rifiuto tutto ciò che di solido il proprietario non vuole o non sa che farsene e lo butta via**, a quel punto il governo è responsabile della sua gestione.

## Cosa compone i rifiuti domestici?

Finora abbiamo usato i rifiuti solidi urbani come termine universale, senza capire di cosa sono fatti e quali scopi possono avere. **È importante capire quali tipi di materiali possono comporli e progettare sistemi che permettano di smistare questi rifiuti in modo efficiente** in relazione all'uso potenziale che avranno dopo il trattamento.

Volume dei rifiuti generati e redditività.

Innanzitutto, dobbiamo considerare quale livello di raccolta può rendere redditizio per un'azienda l'avvio di processi produttivi con i materiali recuperati.

In termini generali, l'**esiguità della produzione individuale rende** questo trasferimento di materiali tra la produzione (individuo) e il consumatore (azienda) **praticabile solo a livello di gruppo.**

**Gli impianti di trattamento dei rifiuti agiscono come strutture minerarie** che recuperano i materiali dalle miniere che li raggiungono: **maggiore è la purezza** (in termini di materiali raccolti separatamente), maggiore è **la quantità recuperata.**

## Scopo

**Quando si pianifica la raccolta dei rifiuti, bisogna capire a cosa serviranno i rifiuti raccolti**. Esistono diverse alternative per la gestione dei rifiuti, tra cui lo smaltimento in discarica, l'incenerimento, il riciclaggio e il compostaggio.

**Il diagramma del sistema dell'economia circolare - Fondazione Ellen MacArthur**

Il diagramma del sistema di economia circolare della fondazione Ellen MacArthur è molto interessante. Per ulteriori informazioni, consultare il sito <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/infographic>

## Discariche

Alternative come lo smaltimento in discarica **non generano alcun valore in termini di reintroduzione dei rifiuti in nuovi processi produttivi.** Inoltre, hanno un elevato impatto ambientale, ma senza entrare nei dettagli:

- Ha senso raccogliere i rifiuti separatamente se poi li depositiamo tutti in una discarica?

- La risposta sembra ovvia: **no**. Sarebbe più utile raccogliere tutti i materiali che lo compongono insieme. In questo modo si risparmierebbero soldi, tempo ed emissioni nei percorsi di raccolta.

## Recupero di energia o incenerimento

**Un'altra alternativa, come il** [**recupero energetico**](https://elearning.campusiberus.es/mod/lesson/view.php?id=170) **dei rifiuti attraverso l'incenerimento, recupera molto poco del valore potenziale dei rifiuti.**

Questa strategia non è consigliabile come alternativa principale nella gestione dei rifiuti solidi urbani, poiché, come abbiamo visto, **non privilegia il ciclo breve all'interno del diagramma del sistema dell'economia circolare**.

Ma in termini di approccio alla raccolta dei rifiuti, nell'ipotetico caso in cui si volesse incenerirli:

- Avrebbe senso raccogliere i rifiuti separatamente?

- In questo caso, forse sì.

Ma **quanto dovremmo smistarlo**?

- In tal caso, sarebbe necessario implementare un sistema di raccolta differenziata per quei materiali che non possono essere bruciati perché privi di valore energetico (vetro), e/o per quelli che sono di interesse per la tutela dell'economia, del commercio e/o in applicazione dei principi ambientali.

## Riciclaggio e compostaggio

Dopo aver analizzato le alternative che recuperano la minor quantità di valore, ne analizzeremo due che cercano di massimizzare il valore dei rifiuti solidi urbani preparandoli per essere reintrodotti nei cicli produttivi:

**Riciclaggio**

**Compostaggio**

**Questi due metodi richiedono la creazione di un sistema di raccolta differenziata** che permetta di segregare i rifiuti alla fonte. In questo modo si massimizzerebbero i flussi di materiale da reintrodurre nei processi produttivi.

- Ma a quali materiali dobbiamo dare la priorità?

Se ci venisse posta questa domanda, da un punto di vista esterno, diremmo: "Quello che c'è di più": Tutto quello che c'è di più!

La quantità è un elemento decisivo per il suo impatto sui costi. È più economico, per unità, spostare molto che poco (un autobus è più efficiente se trasporta più persone).

## Concetto di costo quando si parla di economia circolare

Abbiamo detto che ha senso dare priorità al flusso con una quantità maggiore...

- Ma non stiamo parlando solo di quantità, dobbiamo considerare il suo potenziale, come abbiamo detto prima. **Dobbiamo dare priorità a quelli che possono sostituire le materie prime vergini offrendo le stesse caratteristiche a un costo inferiore.**

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, è importante comprendere il **concetto di costo.** Mentre nell'attuale sistema produttivo si tende a semplificare il costo come costo economico, ci sono altre componenti che dovrebbero pesare in questa decisione: il costo ambientale, il costo reputazionale, ecc., che devono essere valutati anche dalle aziende.

Per capire meglio questo concetto, guardate il video della Fondazione Ellen macArthur.

<https://youtu.be/aGrcU0TPhuI>

Fonte: Canale Ellen MacArthur in youtube

Per promuovere questo cambiamento, le istituzioni europee, come vedremo più avanti in questo programma, stanno implementando nuovi sviluppi legislativi per migliorare la competitività dei materiali riciclati, come ad esempio tassi minimi di reintroduzione di materiale riciclato nei nuovi prodotti e tasse per tonnellata sui materiali vergini.

## Compostaggio

**La differenza principale nel decidere se fare il compostaggio o il riciclaggio è se i rifiuti sono organici o inorganici.**

Nel primo caso, opteremo per il compostaggio, mentre se vogliamo massimizzare il valore dei rifiuti inorganici, opteremo per il riciclaggio.

La materia organica, che è il tipo di rifiuti domestici più diffuso, ha un vantaggio quando si tratta di trattarla: è biodegradabile e da molti anni sappiamo come ridurne l'impatto. È semplice e bastano pochi mesi perché le sue catene organiche si degradino in gas: metano (di cui possiamo utilizzare l'energia) e la quantità di CO2 che ha assorbito nel corso della sua vita. **Inoltre, la raccolta dei rifiuti organici attraverso il contenitore marrone prima del gennaio 2024 è un requisito "inevitabile e inevitabile" dell'Unione Europea per tutti i suoi Stati membri.**

[L'Agenzia Europea per l'Ambiente](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjyhIj3mdrwAhXFxYUKHWP2C5YQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fbio-waste-in-europe%2Fdownload&usg=AOvVaw31DphEqXqiPosVohIr7Aat) ha redatto un [rapporto molto completo](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjyhIj3mdrwAhXFxYUKHWP2C5YQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fbio-waste-in-europe%2Fdownload&usg=AOvVaw31DphEqXqiPosVohIr7Aat) sulle sfide e le opportunità che i rifiuti organici rappresentano.

Attualmente, **questi eventi stanno dando luogo alla comparsa di una grande quantità di nuovi rifiuti compostabili,** non solo la materia organica che tutti conosciamo (rifiuti alimentari, fondi di caffè, ecc.), ma anche gli **imballaggi realizzati con bioplastiche compostabili, come i sacchetti realizzati con amido di patate o gli articoli monouso per la ristorazione realizzati con la canna da zucchero.**

Questi rifiuti devono essere opportunamente differenziati dall'utente e depositati nel contenitore predisposto per la materia organica, in modo da poter essere adeguatamente compostati. Finora, non essendo obbligatorio, una grande quantità di questo materiale veniva scartata insieme alla frazione "resto", dove poteva entrare in contatto con rifiuti pericolosi che ne avrebbero impedito il recupero.

## Riciclaggio

Definizione:

Innanzitutto, dobbiamo capire cos'è il riciclaggio: Possiamo definirlo come un **processo il cui obiettivo è quello di convertire i rifiuti in nuovi prodotti o materie prime da utilizzare successivamente**.

**È importante comprendere il riciclaggio come una delle alternative all'interno della gerarchia dei rifiuti quando un prodotto giunge a fine vita**.

Per saperne di più su questo concetto, visitate il sito <https://ec.europa.eu/environment/green-growth/waste-prevention-and-management/index_en.htm> e associatelo alle alternative di cui abbiamo parlato.

Ma per quanto riguarda questo programma, parleremo della **gestione dei rifiuti già prodotti** e di come trasformarli nuovamente in materie prime.

Nella prossima lezione analizzeremo alcune delle caratteristiche più importanti dei diversi flussi di materiali presenti nei rifiuti solidi urbani.

**Grazie per l'attenzione! 🤠**

# Gestione dei residui - Flussi di materiali nei rifiuti solidi urbani

## Flussi di materiali nei rifiuti solidi urbani - Introduzione

In questa lezione analizzeremo alcune delle caratteristiche più importanti dei diversi flussi di materiali presenti nei rifiuti solidi urbani.

Analizzeremo:

* Carta e cartone
* Vetro
* Organico
* Imballaggio leggero

## Carta e cartone

Caratteristiche:

- Possono essere raccolti insieme perché condividono lo stesso destino: diventare pasta di legno da riutilizzare nell'industria della carta.

- È un conglomerato di materiali con una **densità compresa tra 50 e 100 kg/m3** (in un contenitore).

- Per ottenere questa densità, i **contenitori devono essere progettati con piccole aperture che rendono necessario piegare il cartone prima di depositarlo**. Questo aumenta la densità e rende la raccolta più efficiente.

- Questo tipo di rifiuto non emette odori, quindi il suo ritiro può essere ritardato fino a quando il contenitore non è pieno.

Come viene generato:

- La produzione domestica varia da 15 a 25 kg per abitante all'anno in Spagna.

- A livello commerciale: produzione elevata, uso diffuso negli imballaggi. A causa del volume occupato, il suo stoccaggio è problematico e, se il volume di produzione non è abbastanza elevato da giustificare un trattamento dei rifiuti (piccola impresa), di solito finisce nei rifiuti domestici.

- Amministrazioni: Generatori di grandi volumi di carta come risultato dei processi amministrativi. Si tratta di rifiuti preziosi, ma con un rischio: le informazioni riservate che potrebbero contenere e la necessità di distruggerle come previsto dal GDPR.

## Vetro

Caratteristiche:

- Questi rifiuti sono riciclabili al 100%. È molto pesante e non si degrada né brucia, quindi o occupa il suo volume nel campo per l'eternità (come altri materiali inerti), oppure viene riciclato e utilizzato come materia prima nelle fabbriche di vetro.

- È un conglomerato di materiali con una **densità compresa tra 150 e 250 kg/m3** (in un contenitore).

- Quando il contenitore viene scaricato nel camion, il vetro si rompe, con un risultato positivo: si trasporta più peso nello stesso spazio. Tuttavia, genera molto rumore, quindi gli **orari di raccolta devono essere modificati per non disturbare il pubblico durante i momenti di riposo.**

- Esiste un'altra opzione per la gestione dei rifiuti di vetro che si basa su un sistema chiuso in cui l'utente riporta il contenitore vuoto in un punto specifico. Questo sistema consente di riutilizzare alcuni contenitori senza doverli fondere, ma pone sfide significative, come la logistica inversa o il controllo della qualità dei rifiuti.

- Come la carta, il vetro è un tipo di rifiuto che non emette odori, quindi il ritiro può essere ritardato fino a quando il contenitore è pieno. **È inoltre preferibile aumentare il numero di contenitori, riducendo così la frequenza di raccolta e ottimizzando i costi.**

Come viene generato:

**- La produzione domestica** varia da 5 a 10 kg per abitante all'anno in Spagna.

**- Ospitalità**: produzione molto elevata. Questo tipo di rifiuti è anche difficile da stoccare, quindi è consigliabile fornire al proprietario i mezzi per depositarli correttamente. L'utilizzo di contenitori di stoccaggio con ruote è una buona alternativa per facilitare il trasporto ai contenitori sulle strade pubbliche.

## Organico

Caratteristiche:

- La materia organica, che è il tipo di rifiuti domestici più diffuso, ha un vantaggio quando si tratta di trattarla: è biodegradabile e da molti anni sappiamo come ridurne l'impatto.

- Conglomerato di materiali con una **densità superiore a 200 kg/m3** (in un contenitore).

- Si tratta di un residuo che fermenta e dà un odore che rende importante un'alta frequenza di raccolta.

- È semplice e bastano pochi mesi perché le sue catene organiche si degradino in gas: metano (di cui possiamo usare l'energia) e la quantità di CO2 che ha assorbito nel corso della sua vita.

Come viene generato:

**- La produzione domestica** varia da 50 a 100 kg per abitante all'anno in Spagna.

## Imballaggio leggero

Caratteristiche:

- Possono essere raccolti insieme perché vengono successivamente separati in un impianto di selezione.

- È un conglomerato di materiali plastici, metallici e di cartone per bevande e **altri usi**, con una **densità di 20-30 kg/m3** . (In contenitore) (molto leggero).

**Prevediamo di raccogliere tra i 5 e i 20 kg** per abitante all'anno, con quantità diverse a seconda del sistema di distribuzione dei contenitori.

- Questo contenitore, poiché si chiede ai cittadini di riciclare diversi materiali e poiché il suo scopo è "riciclare", **può erroneamente indurre le persone a pensare che tutti i rifiuti riciclabili debbano essere depositati in esso.** Ma non è così. Da un lato, per via del funzionamento degli impianti di selezione degli imballaggi. Non tutto ciò che si pensa sia riciclabile può essere riciclato, ad esempio una borsetta.

E dall'altro, per ragioni di efficienza economica. Perché inviare la carta a un impianto, dove un dipendente deve selezionarla dai rifiuti rimanenti (costo), quando può essere messa nel suo apposito contenitore e inviata direttamente al riciclaggio (più economico = più efficiente)?

- Per evitare questo problema, i contenitori devono essere progettati con aperture piccole che scoraggino il deposito di rifiuti diversi dagli imballaggi.

- Questo tipo di rifiuto non emette odori, quindi il suo ritiro può essere ritardato fino a quando il contenitore non è pieno.

Come viene generato:

**- volontariamente da parte dei singoli, da 3 a 15 kg** per abitante all'anno.

- Dal settore alberghiero: produzione molto elevata, è anche un tipo di rifiuto che occupa molto volume, grande potenziale per migliorare la sua lavorazione.

## Imballaggio leggero

Basta dare un'occhiata ai nostri rifiuti per capire quanti contenitori vuoti ci sono al loro interno. Lattine di conserva o di bevande, bottiglie d'acqua o di soda, cartoni del latte o dei succhi di frutta e sacchetti di plastica monouso che servono solo per un breve periodo di tempo.

Questo elemento è relativamente nuovo nella nostra spazzatura e sta comparendo sempre più spesso. **Non si tratta di stigmatizzare l'imballaggio leggero.** Ne abbiamo bisogno per godere della qualità di vita che ci aspettiamo. È comodo aprire il frigorifero e trovare formaggio, latte, uova, carne e altro ancora. **L'imballaggio rende possibile tutto questo ed è un elemento essenziale del processo. Il punto è utilizzarlo in modo da non danneggiare l'ambiente. E questo richiede il riciclo.**

Quali materiali sono inclusi?

* **Plastica:**
  + HDPE e LDPE (polietilene ad alta e bassa densità).
  + PET (polietilene tereftalato)
  + PVC, in quantità decrescenti.
  + Polipropilene.
  + Polistirolo
* **Metalli:**
  + Acciaio
  + Alluminio
* **Imballaggi in cartone o Brik per alimenti e bevande.**
* **Wood e altri.**

## Imballaggio leggero - Caratteristiche

Questi materiali vengono riciclati o reintrodotti nella catena di consumo separatamente: il polietilene viene estratto dal polietilene e il PET dal PET, **ma non si ottiene nulla di utile da una miscela dei due.**

Il fatto che siano coinvolti molti materiali complica l'opzione della raccolta differenziata, perché **richiederebbe di avere almeno 7 contenitori diversi** e di smistare la plastica a casa in almeno 7 sacchi, oltre ai sacchi per la carta, il vetro e tutti gli altri rifiuti.

- Sarebbe quindi utile separare ciascuno di questi flussi separatamente?

**- Ovviamente, non c'è casa o famiglia che lo faccia se si può evitare.**

Finché la selezione da parte del pubblico rimane facoltativa, non è facile sostenere che complicare le cose snellirà il problema.

Per massimizzare il riciclaggio, è stato implementato un passaggio intermedio tra il consumatore finale o il destinatario del materiale, l'azienda che produce pellet o scaglie per la plastica e il produttore del rifiuto, il cittadino o il consumatore: l**'impianto di selezione**.

**Un impianto di selezione è una struttura in cui i materiali raccolti insieme vengono separati in frazioni prima di essere inviati al riciclaggio.**

La creazione di queste strutture permette di contare sulla collaborazione dei cittadini, **riducendo il numero di sacchetti a casa e di contenitori per strada**. Vedremo in dettaglio come funzionano queste strutture nell'ultima sezione del modulo.

**Imballaggi leggeri - Cosa si deve depositare?**

Questa frazione deve contenere **tutti gli imballaggi, tranne quelli in cartone,** che vanno nel contenitore della carta, **e quelli in vetro,** che hanno anch'essi un contenitore corrispondente.

**Il risultato è costituito da materiali selezionati privi o parzialmente privi di altre impurità o di materiali che non possono essere selezionati o riciclati, in quantità sufficiente per la selezione e la consegna ai riciclatori.**

Questo sistema, in cui vengono messi a disposizione contenitori specifici per depositare questi materiali, che vengono poi raccolti e trasportati a un impianto di selezione, **non è finanziato attraverso la vendita dei materiali recuperati**; pertanto, in applicazione di un principio di tutela ambientale, **il suo finanziamento è stato trasferito al consumatore attraverso i Sistemi di Gestione Integrata**.

I prossimi compiti riguarderanno i sistemi di gestione integrata.

# 1.2.2 Raccolta dei rifiuti

# Una sfida logistica

## Introduzione

Abbiamo visto i rifiuti solidi urbani più comuni, le loro caratteristiche e i fattori correlati.

Se tutto ciò che raccolgo finirà in una discarica o in un impianto di [recupero energetico](https://elearning.campusiberus.es/mod/lesson/view.php?id=170), cioè **se lo sotterrerò o lo brucerò, o se non c'è un mercato per i materiali recuperati, allora non ha senso fare la raccolta differenziata**.

A meno che non sia richiesto dalla legge per proteggere l'ambiente pubblico.

Sia perché ho un mercato e sono interessato al recupero, sia perché è in vigore una legge che mi obbliga, come amministrazione, a implementare sistemi di raccolta differenziata, **devo scegliere quale sistema di cassonetti installare. Posizione e numero.**

## Tipi di strategie di raccolta dei rifiuti

Se, come avviene in Europa, mi concentro sul recupero della frazione di imballaggio leggero, avrò:

|  |  |
| --- | --- |
| Vicino ai residenti | Raggruppati |
|  | AREE DI SCARICO |
| Rifiuti vari | Imballaggio + vetro + cartone/carta |
| O RACCOLTA DI PROSSIMITÀ |  |
| Immagine che contiene carretto  Descrizione generata automaticamente  Imballaggio + Frazioni varie | Immagine che contiene testo, interni  Descrizione generata automaticamente  Vetro + cartone/carta |

## Chi decide quale sistema implementare?

Strategie nazionali sui rifiuti che prevedono strategie di recupero e riciclaggio. **La conformità a queste direttive/leggi o strategie orienta l'implementazione verso un sistema o l'altro.** Se **stabilisco obiettivi di recupero degli imballaggi**, **concentrerò il sistema di raccolta su una delle alternative sopra citate.**

**Come viene finanziato?** Nel caso europeo, le **amministrazioni locali finanziano la raccolta differenziata attraverso sistemi di gestione integrata** che a loro volta promuovono uno dei sistemi incentrati sulla frazione di imballaggio per raggiungere gli obiettivi di riciclaggio.  
  
Quando gli obiettivi di riciclaggio per alcuni tipi di imballaggi aumentano, vengono**strategie complementari per incrementare il loro apporto**. Queste possono includere l'istituzione di nuovi sistemi di raccolta o l'uso di nuove tecnologie implementate nell'attuale serie di cassonetti.

Esistono esempi, come il progetto RECICLOS in Spagna, che per raggiungere gli obiettivi di raccolta delle lattine e delle bottiglie di plastica, premia l'impegno dei cittadini. Questo progetto ha un duplice aspetto: uno con nuovi elementi di raccolta, come le macchine RECICLOS (RVM), e un altro incentrato sull'uso dello smartphone e degli attuali cassonetti.

Maggiori informazioni su [www.reciclos.com](http://www.reciclos.com/)

Ma quando ci troviamo a dover prendere una decisione, ci sono **diversi fattori da tenere in considerazione:**

L'obiettivo finale della raccolta differenziata (ovvero il motivo per cui disturbiamo i residenti chiedendo loro di avere diversi sacchetti in casa) **è quello di ottenere il minor impatto con il massimo tasso di recupero.** Pertanto, **saranno le tecnologie disponibili a determinare l'opzione migliore** in termini di trattamento dei rifiuti.

**I materiali provenienti dalla raccolta differenziata degli imballaggi selezionati a domicilio producono tassi di recupero più elevati rispetto a quelli che non sarebbero stati selezionati. Meno materiale passa attraverso il nastro di selezione e più è puro, più se ne recupera, proprio come in un impianto minerario.**

**In ogni caso, si tratta di una decisione politica. Più frazioni separiamo, più è costoso raccoglierle, naturalmente.**

## La scelta del sistema. Un problema di territorio e di costi.

Una volta scelto il sistema, la soluzione deve rispondere ai seguenti criteri:

**- Facilitare l'accesso dei miei clienti al servizio**. (Porta a porta, fermate o punti di consegna, come nella distribuzione delle merci).

**- Stabilire un sistema di raccolta che minimizzi i costi**.

**- Soddisfare i criteri di qualità del trasporto**. In altre parole, scegliere tra avere un autobus che arriva subito ogni due cittadini, o aspettarne uno ogni due ore in modo che sia pieno e costi meno. È una funzione di **equilibrio tra servizio e costo**, un problema comune e diffuso nell'attività pubblica.

## Fattori limitanti

Un sistema di raccolta dei rifiuti è uguale a un sistema di consegna della posta o di fornitura di bevande, o a qualsiasi altro sistema.

Prima di tutto, **devo fornire un servizio a tutti gli utenti**, sempre basato sul rapporto qualità-prezzo. (L'importante è il servizio).

Cercherò di acquistare camion sufficientemente grandi per trasportare la maggior quantità possibile di rifiuti, nei limiti imposti dal mio sistema di trasporto (dimensioni dei veicoli, orari, ecc.). Compattazione, quando possibile.

I miei **limiti riguardano la capacità di carico** (veicolo) **e il tempo** (operatore). Entrambi **limitano l'utilizzo e definiscono le mie esigenze**.

Tornando all'esempio dell'autobus, se il costo dell'autista è lo stesso sia che trasporti 10 persone sia che ne trasporti 50, perché non esistono autobus da 250 posti?

**Le varie normative sul traffico limitano le dimensioni massime dei veicoli che possono circolare su strada**. Questo, unitamente alle piccole strade di alcuni quartieri e ai vecchi quartieri della città, limita le dimensioni dei veicoli per la raccolta.

## Come viene allestito un camion per la raccolta dei rifiuti?

Questi veicoli sono **progettati specificamente** per la raccolta e il trasporto di rifiuti solidi. In generale, sono dotati di un **sistema di compattazione per ottimizzare il peso trasportato**, poiché la capacità del camion in termini di massa è maggiore di quella occupata dai rifiuti non compattati.

Ha una scatola chiusa rinforzata per evitare che si fletta sotto la forza del carico compattato, da cui le traverse verticali che di solito ha.

La capacità di carico dipende dal cassone che viene posizionato sulla carrozzeria. È interessante notare che il costo del sistema di compattazione è sostanzialmente lo stesso sia che il cassone sia di 15 o 18 m3 . **Se anche il telaio è lo stesso, l'unica differenza di costo nell'installazione di un cassone da 15 o 18 m3 sarà solo qualche centimetro di lamiera**, poiché la parte costosa è comune a entrambi i camion. **È quindi prudente, quando si dimensiona il cassone, renderlo il più grande possibile per le dimensioni del telaio.**

In questo video potete vedere un esempio di come viene realizzato un camion per il riciclaggio:

[**https://youtu.be/dRAnI4FnwPI**](https://youtu.be/dRAnI4FnwPI)

## Criteri di raccolta II

Tornando ai criteri che abbiamo stabilito:

**Come possiamo semplificare l'utilizzo del servizio da parte dei miei clienti, minimizzando i costi e garantendo la qualità del sistema?**

Se continuiamo con l'analogia del servizio di autobus:

L'ideale sarebbe che un autobus venisse a prendervi dove siete e vi portasse dove volete, ma questo è un taxi, non un autobus. Un "taxi" non sarebbe economicamente conveniente per la raccolta dei rifiuti.

La seconda opzione è una linea regolare. Un autobus effettua **lo stesso percorso di andata e ritorno** e si ferma lungo il tragitto per far salire tutti coloro che **lo richiedono e farli scendere**, all'interno del percorso, dove vogliono.

Come servizio, funziona. L'unico inconveniente è che chi **va al capolinea non sa** quando arriverà, perché dipende da quante persone salgono **e scendono** lungo il percorso. Il servizio è buono per alcuni e cattivo **per altri**.

Tendiamo ad avere fretta e vogliamo sapere - più o meno - quando arriveremo da qualche parte, ecco perché è stato sviluppato il **sistema** delle **fermate degli autobus**. **Punti di raccolta** per le persone**.**

In altre parole, qualcuno che ha pensato a questo problema ci dà **la soluzione. "PUNTI DI RACCOLTA".**

## Criteri di raccolta III

Lo stesso accade con i rifiuti: è stata sviluppata una serie di punti di raccolta dove noi, residenti, sappiamo che possiamo depositare i nostri rifiuti e che verranno raccolti ogni tanto, evitando così il disagio che creano.

**Perché abbiamo scelto questo tipo di modello?**

**- Permette di abbandonare il lavoro in qualsiasi momento (la produzione è continua nel tempo).**

**- Essendo chiuso, evita l'impatto visivo.**

**- Facilita il caricamento rapido con mezzi meccanici**

Ora che abbiamo visto i vantaggi di un sistema di raccolta con cassonetti, resta da prendere una decisione fondamentale: **Il tipo di cassonetto.**

**Per la maggior parte delle frazioni di rifiuti, la risposta è "il più grande possibile",** soprattutto per frazioni come gli imballaggi leggeri, che non creano problemi di odore. **Ma perché dare priorità alle dimensioni?**

Soprattutto perché, **come abbiamo visto nei fattori limitanti, i miei limiti operativi riguardano la capacità di carico** (il m3 del camion quando è pieno non serve a molto finché non lo svuoto) **e il tempo** (la giornata lavorativa degli operatori).

Da questo punto di vista, è preferibile avere un cassonetto da 3.200 litri invece di quattro da 800 litri, perché raccoglierò gli stessi rifiuti in un quarto del tempo.

Tuttavia, quando la raccolta è molto limitata, è più conveniente riempire a metà un cassonetto da 800 litri che averne uno da 3200 litri quasi vuoto.

# Dimensionamento del sistema

## Introduzione

Nella scelta dei cassonetti da installare, oltre alle dimensioni ci sono altri fattori da considerare. **Devo analizzare**:

* + Che tipo di solido voglio trasportare? Purulento, grande, piccolo, di che forma, cilindrico, sferico, lunghezza, altezza, ecc.
  + Come mi arriva? In scatole, alla rinfusa, in grandi sacchi o in sacchetti.
  + Quanto c'è? Una scatola o 200, una tonnellata o 1.000 tonnellate
  + Da dove? Da una pila in un magazzino... da diversi magazzini.
  + E cosa c'è sul mercato per risolverlo, tipi di carrelli, sacchi, sistemi di carico, ecc.

**Devo stabilire un livello di sicurezza o di servizio**, cioè non posso dire al mio cliente che non gli porterò un altro chilo di merce perché non ci sta.

Di conseguenza, devo:

1. Conoscere il tipo di rifiuti.
2. Identificare i miei "clienti". (**ZONA**)
3. Identificare la produzione. (**IMPORTO**)
4. Conoscere l'ambiente, (**CRITERIO TECNICO**) difficile da quantificare con parametri oggettivi.
5. Avere margini di sicurezza (**OVERSIZING**)
6. Criteri di servizio. (**DISTANZA**).

## 1. Conoscere il tipo di rifiuti

Abbiamo già visto il primo punto. I **rifiuti solidi vengono raggruppati** (frazione varia o frazione dei rifiuti solidi urbani) **e separati.**

**Abbiamo visto la sua densità e la quantità prevista, cioè** conosciamo l'entità generale del problema.

La distribuzione di questi cassonetti sul territorio deve tenere conto della **distribuzione non omogenea della popolazione.**

Le città hanno aree con grandi edifici e attività commerciali, case monofamiliari di pregio e abitazioni di livello inferiore, aree per il tempo libero e parchi e aree per uso amministrativo.

**In altre parole, i cassonetti devono essere posizionati dove sono necessari, cioè dove vengono prodotti i rifiuti.**

Ma non sono solo i fattori tecnici a determinare la dimensione del servizio; c'è un fattore fondamentale, ovvero il **SENSO COMUNE**.

**Mi spiego meglio:**

Non metterò i cassonetti davanti alla porta della cattedrale, o nelle strade strette della parte vecchia della città dove i camion non entrano, o appena fuori da una stazione di polizia, per evitare che qualcuno pensi di metterci una bomba.

**Quando si è responsabili del servizio, non si possono fare certe cose sul campo che si possono fare sulla carta**.

## 2. Individuazione dei miei obiettivi - Zonizzazione

Dire che gli abitanti di una città sono tutti uguali in termini di produzione e conferimento di rifiuti è una semplificazione più o meno valida nel suo complesso, ma non produrrà le soluzioni più pratiche e il sistema dovrà subire una serie di aggiustamenti nel tempo.

La sfida consiste nell'**individuare o dimensionare il numero di cassonetti necessari dove si producono i rifiuti**, cioè metterne di più dove ne ho più bisogno e il più vicino possibile alla quantità di cui ho bisogno. Se riuscirò a farlo, risparmierò i soldi dei contribuenti.

Ad esempio, Madrid ha 3,2 milioni di abitanti organizzati in 21 distretti amministrativi, a loro volta suddivisi in quartieri.

**Più ingrandisco, più vedo il problema.**

In questo caso, il quartiere centrale, con il suo traffico turistico e commerciale e le sue strade antiche e strette, non è lo stesso dei quartieri esterni, che hanno più abitazioni e meno attività commerciali e amministrative.

**Se riesco ad analizzare le esigenze di ciascun quartiere**, o addirittura di ciascun distretto, separatamente, e **se conosco o posso almeno intuire come questa distribuzione urbana influisce sulla produzione di rifiuti**, il **mio sistema sarà dimensionato in modo più appropriato rispetto a quando guardo solo al quadro generale.**

Questo spiega la necessità di analizzare, se richiesto dalle dimensioni, la distribuzione della popolazione e di ripartire la produzione di rifiuti per zone più o meno uniformi, identificabili e distinguibili.

La foto seguente fa parte del progetto RECICLOS, come si può vedere la distribuzione dei contenitori gialli a Santiago de Compostela è diversa a seconda delle caratteristiche di ogni quartiere.

## 3. Identificazione della produzione - Ponderazione

Una volta capito che esistono diversi tipi di aree in termini di produzione di rifiuti in un comune, dobbiamo cercare di affinare il più possibile la percentuale che ogni area contribuisce alla produzione di rifiuti.

In primo luogo, dobbiamo determinare se la **produzione della popolazione di quell'area è superiore o inferiore alla media**. Per farlo, dobbiamo considerare fattori come il livello economico o l'uso commerciale:

Si prevede che **i rifiuti nelle aree commerciali** provengano dalle attività commerciali registrate e da coloro che vi si recano per godersi le attrazioni, la cucina o che vi lavorano o studiano. È quindi ragionevole pensare che il numero di persone che entrano quotidianamente in quest'area superi il numero dei suoi residenti che partono per altre zone della città per lavorare, il che **significa che avrà più rifiuti.**

**Non esistono dati buoni o cattivi, la ponderazione dipende dall'esperienza e dal buon senso del pianificatore che li applica**. È logico pensare che i luoghi utilizzati principalmente per dormire producano poca spazzatura. È anche logico pensare che gli esercizi commerciali buttino via una grande quantità di imballaggi. Quindi i rifiuti sono prodotti sia dai residenti che dai visitatori, con questi ultimi che hanno una densità minore.

Ma **non possiamo presumere** che la ripartizione dei cassonetti in questo modo li **riempia alla stessa velocità o in modo uniforme**, il che significa che **è necessario un volume installato più elevato per gestire i picchi di traffico.**

## 4. Criteri tecnici

Sembra ragionevole **dimensionare il volume necessario** per risolvere il problema **non considerando un giorno medio, ma i giorni di maggiore produzione**.

**Devo aggiungere ai miei calcoli un margine di sicurezza** che mi permetta di gestire le impennate di produzione dovute a un aumento dei consumi, ai giorni di punta, ecc. Perché non tutti i cassonetti saranno pieni quando vado a ritirarli. Alcuni saranno più pieni di altri, anche se si trovano nella stessa area, per ragioni oggettive che non si conoscono al momento del dimensionamento del sistema.

È quindi essenziale **condurre un'analisi e uno studio adeguati dei dati che tengano conto dell'esperienza precedente.**

**Per esempio, sono più propenso a usare un cassonetto se si trova sul percorso che faccio per portare i bambini a scuola, se è vicino a dove ho parcheggiato l'auto, se è in discesa, ecc.**

Potrei avere due cassonetti che forniscono un volume sufficiente, ma uno pieno o traboccante e l'altro mezzo vuoto. È a causa di questi motivi imprevisti o non quantificabili che contengono quantità diverse di rifiuti.

**Per ovviare a questi punti, devo mettere a disposizione un volume più grande di quello strettamente necessario.**

## 5. Sovradimensionamento

Il margine di sicurezza può essere determinato anche da ragioni oggettive sul campo. **Posizionerò più cassonetti dove hanno un impatto maggiore sulla città in caso di tracimazione.**

Un cassonetto stracolmo in centro non è lo stesso che in periferia. Può non sembrare giusto, ma è così.

C'è un altro margine di sicurezza che riguarda la distanza tra i residenti e il cassonetto. Se la densità di popolazione è bassa, avrò bisogno di più cassonetti in modo che siano relativamente vicini ai residenti. Questo è determinato dalla densità di popolazione: **una popolazione piccola in un territorio grande mi costringerà a installare più cassonetti di quelli strettamente necessari.**

Questa allocazione è teorica, basata su criteri tecnici difficili da definire e quantificare. **Un buon pianificatore è colui che ha un "buon naso" per analizzare queste condizioni.** Il sistema di cassonetti che propongo non sarà perfetto e avrà bisogno di aggiustamenti, ma saranno minimi. **L'importante è implementare indicatori, metriche e sistemi di regolazione per poterlo perfezionare.**

Più tardi, ci sarà un'intervista su come le nuove tecnologie possono aiutarci a implementare migliori metriche e analisi dei dati per la gestione dei rifiuti.

## 6. Criterio di servizio - Distanza

Camminare per 3 minuti andata e ritorno dalla mia porta al cassonetto è molto?

Dipende. Per molte persone è così, per altre no.

-Se l'alternativa è avere la strada piena di rifiuti...

- E se possono anche multarmi per averla lasciata per strada...

In ogni caso, **è una questione di equilibrio economico**. Per gli agglomerati di persone che vivono vicine, per i grandi edifici con più di 5 piani, sarà più vicino, mentre per le aree isolate potrei dovermi spingere fino a 150 m. **Non esiste una formula unica per ogni caso.**

**In altre parole, la distanza massima tra un cassonetto e un residente è inferiore a 75 metri in ambienti urbani e circa 150 metri in ambienti più aperti o rurali.**

# Trasporto di rifiuti

## Tecnologie di raccolta disponibili

Quando si utilizza un sistema di punti di raccolta, per la raccolta dei rifiuti vengono utilizzati **camion appositamente adattati.**

Questi camion per la raccolta combinano solitamente **due tecnologie chiave** per semplificare il modello di gestione dei rifiuti:

- Tecnologie di caricamento (cercando di ridurre al minimo il tempo necessario)

- Tecnologie di compattazione (che cercano di massimizzare il carico)

Tuttavia, devono fare i **conti con una serie di limitazioni fisiche e legali**:

- Quelli fisici hanno a che fare con lo **spazio necessario per la raccolta dei rifiuti nelle aree urbane.**

- Quelli legali comportano il rispetto dei **requisiti del codice della strada, dal momento che i lavori saranno eseguiti su strade pubbliche.**

**Dove si possono acquistare questi camion? Posso comprarne uno per andare in campeggio?**

**I produttori di autocarri vendono solo il telaio**. Sono i **costruttori di carrozzerie a montarci sopra**. Quale utilizzare dipenderà da ciò che voglio.

In Spagna, un'azienda installa cassoni da carico, ROS ROCA / (normalmente, in Francia (SEMAT) o (SITA), in Italia (FARID, OMB), in Olanda (GEESING), in SVEZIA (NORBA)), consegniamo il camion dopo aver confermato che il cassone che vendono può essere installato sul camion, e loro installano tutto ciò che è necessario. **Il camion viene quindi approvato dal governo e può essere utilizzato per la raccolta dei rifiuti.**

Il governo ne approva l'uso attraverso il **controllo tecnico a cui questi veicoli devono essere sottoposti ogni anno. È inoltre necessario un progetto ingegneristico, che deve essere approvato,** e che sostanzialmente specifica la distribuzione del peso per asse, a pieno e a vuoto, in modo che il suo intervallo sia compreso tra i valori accettati in base alle caratteristiche del telaio, dei freni, ecc.

## Tecnologie per autocarri

Abbiamo già visto il primo punto. Le caratteristiche principali dei carrelli da raccolta, ma prima di descrivere nel dettaglio ogni modello principale, descriveremo due tecnologie comuni. Utilizzeremo il sistema di carico più semplice, quello composto da un telaio + un cassone.

Capacità di carico:

Questo esempio è costituito da un camion dotato di un cassone grande quanto le dimensioni del camion stesso, nel quale possono essere depositati i rifiuti.

Utilizzato per prelevare mobili e altri oggetti (da 6 a 8 tonnellate), **scatole da 12 a** 14 m3

Questo sistema presenta un problema: come abbiamo visto spesso, la **spazzatura ha una bassa densità e questo spreca parte della capacità di carico del camion**.

Come possiamo risolvere questo problema? Possiamo guardare al Giappone, che è sempre stato un leader in termini di tecnologia all'avanguardia.  
La compattazione è una tecnica che ci permetterà di ridurre la quantità di spazio vuoto.

Compattazione in camion:

Sono state sviluppate tecnologie che "**comprimono**" i rifiuti utilizzando cilindri idraulici in modo che occupino meno volume, ottimizzando così la capacità di carico dei camion e riducendo i costi di raccolta.

**Il rapporto di compattazione per volume raggiunto è di 5 a 1**. Un rapporto di 5 a 1 significa che 5 m3 in un cassonetto possono essere compattati a solo 1 nel cassone di un camion, passando da 120 kg/m3 a 600 kg/m3 in un camion.

Se la portata massima è di 12.500 kg e il cassone più grande è di 25 m3 , si ottiene 12.500/25 = 500 kg/m3

**Tipi di sistemi di carico per autocarri**

Le prossime pagine si concentreranno sui diversi tipi di sistemi di carico per autocarri. Ci saranno 5 gruppi principali e gli ultimi due saranno composti da sistemi meno comuni ma non per questo meno interessanti.

Principali tipi di sistemi di carico per autocarri:

* Attraverso la parte superiore. Con una gru. **Caricamento dall'alto**
* A lato. **Carico laterale**.
* Attraverso la parte posteriore. **Caricamento posteriore**.
* Altri tipi meno comuni
* **Raccolta pneumatica**

## Sistemi di carico posteriore

Caratteristiche:

* **Gli operatori portano il cassonetto sul camion**, lo posizionano sotto l'elevatore e azionano il sistema di sollevamento e scarico.
* Nonostante le misure di sicurezza, **la vicinanza dei lavoratori ai meccanismi di sollevamento può essere pericolosa.**
* Tra l'altro, è consigliato per i **luoghi in cui è necessario un solo camion.**
* La cosa **migliore** di questo sistema è che sono **gli operatori a caricare i rifiuti** avvicinando il cassonetto. **Se ci sono rifiuti all'esterno, li mettono dentro.** Se qualcuno ha lasciato un materasso a molle o una carrozzina per bambini, possono inserirlo. I sistemi automatici non consentono questa opzione.

|  |  |
| --- | --- |
| **Aspetti chiave** | |
| Versatilità. Posso caricare qualsiasi cosa, dato che il processo è manuale. | I regolamenti per gli operatori del trasporto influiscono negativamente sui tempi di raccolta. Se l'operatore deve salire in cabina tra una fermata e l'altra |
| Facile da sostituire, è un sistema molto comune. | Costo della manodopera elevato. 3 operatori per camion. |

## Sistemi a caricamento laterale

Caratteristiche

**Il raccoglitore è dotato di due telecamere**, una sulla parte superiore (focalizzata sul cassonetto nel punto di inclinazione) e una laterale, che guarda il lato del veicolo di raccolta. **Nella cabina di guida sono presenti un sistema di controllo computerizzato e un monitor.**

In questo video potete vedere come funziona (con una colonna sonora epica...):

<https://youtu.be/zbdQDFLwL9U>

Fonte: Canale Econovo in youtube

**Ha un costo di investimento più elevato rispetto a un camion a caricamento posteriore** e sarebbe fattibile solo quando si raccolgono molti rifiuti. Come nel caso precedente, la tecnologia è la stessa a prescindere dalle dimensioni del cassone, ed è **una tecnologia costosa** (telecamere, sensori, ecc.), per cui **viene installato il cassone più grande possibile.**

Non metterò sistemi di carico laterale per popolazioni inferiori a 20.000 abitanti, più o meno quello che può essere raccolto con un solo camion. Perché?

Il sistema minimo di carico laterale è di due camion, per circa 40.000 abitanti, perché se uno di essi si rompe, l'altro può essere utilizzato in un altro turno, cioè in due turni giornalieri, mentre il primo viene riparato. **Se ne ho solo uno e si rompe, non c'è un sistema di riserva se non un altro camion a caricamento laterale**.

Date le dimensioni ridotte del comune, è possibile che non ci siano altri caricatori laterali nelle aree vicine che possano aiutarmi.

Problema

**I rifiuti devono trovarsi all'interno del cassonetto.**

E se fuori c'è della spazzatura?

**Abbiamo bisogno di squadre di "pulizia".** Un operatore con un veicolo percorre i percorsi di raccolta davanti ai camion, rimuovendo i rifiuti lasciati all'esterno o appoggiati ai cassonetti.

|  |  |
| --- | --- |
| **Aspetti chiave** | |
| Caricamento automatico. Nessuna manipolazione manuale. | I cassonetti si trovano a destra del camion. |
| Ha bisogno di una squadra di pulizia. | Investimento elevato, ma compensato da costi di manodopera inferiori. |

## Sistemi a caricamento dall'alto

Caratteristiche

Carrello a caricamento dall'alto

* Gli operatori agganciano la gru al cassonetto, la sollevano sopra la scatola e aprono il coperchio inferiore con un argano in modo che **i rifiuti cadano per gravità.**
* Questo sistema è **destinato a grandi volumi e pesi**. Vale a dire, i rifiuti che possono essere raccolti.
* **L'argano è un sistema a doppio gancio**: uno mantiene il cassonetto in posizione verticale e l'altro viene sollevato per aprire la base del cassonetto e svuotarlo.
* Il criterio di progettazione è: la scatola è la più grande possibile. E quale gru devo usare?
* I criteri per ordinare una gru da un produttore sono **quanti chili voglio sollevare e a quale distanza.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Aspetti chiave** | |
| Per i carichi che consentono lo stoccaggio o l'immagazzinamento | Nessuna compattazione. Carta (vetro)? Imballaggio con compattazione. |
| Tempo di ciclo più lungo rispetto ad altri sistemi, grazie al suo sistema di carico, ovvero un numero inferiore di cassonetti all'ora. | Con o senza sistemi operativi remoti per gru |

## Altri tipi meno comuni

Caricamento frontale:

Non è molto diffuso, non offre vantaggi comparativi rispetto a un modello a caricamento laterale e **ostacola l'accesso al cassonetto, poiché deve essere avvicinato dal davanti.**

Scatole a due scomparti:

**Utilizzato per raccogliere due tipi di rifiuti contemporaneamente.**

In una grande città, hanno senso solo per evitare di avere due camion che percorrono lo stesso tragitto per raccogliere tipi di rifiuti diversi.

**La soluzione è più sensata se nessuno dei due cassoni viene riempito e se si percorrono lunghe distanze.** Se raccolgo 10 m3 di rifiuti solidi urbani e 8 di imballaggi e ho due camion, spendo il doppio in carburante e operatori rispetto a questa soluzione.

Nessuna delle due scatole è riempita al 100%, devo scaricarla quando una delle due è piena.

Due autocarri con box di comparazione.

**Sistema primario-satellitare:**

La maggior parte delle città europee ha centri storici di origine medievale, strade strette, dove la gente vive (il centro storico).

A causa delle strade strette, dei balconi e così via, solo i camion di piccole dimensioni sono abbastanza maneggevoli da poterci entrare.

L'impianto di trattamento dei rifiuti o la discarica si trova, diciamo, a circa 20 km di distanza, ci vogliono circa 20 minuti per riempire un camion e 45 per fare il giro dell'impianto. Cosa devo fare?

Combinare camion piccoli (satellite) per raccogliere i rifiuti in aree ristrette con camion grandi (primari) che ricevono i rifiuti dai piccoli per il trasporto.

Sistema primario-satellitare

## Raccolta pneumatica

Caratteristiche:

Esistono metodi che non richiedono camion di raccolta e che funzionano con una rete di tubi sotterranei che funzionano per aspirazione.

Ogni cassetta di raccolta è dotata di una valvola che consente di aspirare i rifiuti quando il contenitore è pieno o secondo un programma prestabilito.

Un impianto di "aspirazione" regola il sistema.

Presso l'impianto, i rifiuti vengono compattati in un **contenitore statico e trasportati con un camion** all'impianto di lavorazione.

**Si tratta di un investimento significativo**. Il periodo di ammortamento va dai 30 ai 50 anni.

Scoprite come funziona nel prossimo video:

<https://youtu.be/qEkiAugc1GA>

# 1.2.3 Impianti di selezione

# Introduzione

In questa lezione studieremo:

- Aspetti chiave

- I materiali

- Processi

che un impianto di selezione comprende. Lavoreremo con il modello spagnolo, uno dei più comuni in Europa, ma in seguito vedremo le altre alternative più diffuse.

## Modelli di impianti di smistamento in Spagna

Per comprendere meglio gli impianti di selezione, questo primo capitolo spiega in dettaglio uno degli standard per i piani di selezione (quello stabilito in Spagna per i 95 impianti che ricevono gli imballaggi leggeri domestici finanziati da Ecoembes). Inoltre, il capitolo spiega le differenze con altri standard. **Modello di impianto di selezione spagnolo**

**I rifiuti trattati negli impianti di selezione degli imballaggi leggeri in Spagna provengono dalla raccolta differenziata dei cassonetti gialli**, dove i cittadini depositano gli imballaggi leggeri domestici. Si tratta di imballaggi in plastica, metallo e cartone per alimenti e bevande. I contenitori contengono impurità o materiale non richiesto che deve essere separato dai materiali richiesti durante il processo di selezione.

## Materiale richiesto

**Materiale richiesto:**

HDPE (polietilene ad alta densità)

PET (polietilene tereftalato)

LDPE (polietilene a bassa densità, generalmente in forma di film)

Frazione di plastica mista composta da materiali in PS (polistirene), PP (polipropilene) e altre plastiche;

Sono inclusi anche:

Alluminio

Pacchetti in acciaio

Cartoni per bevande (di seguito BC).

**Materiale non richiesto:**

Cartone

cellulosa

P/C

film plastici a bassa e alta densità e

altre impurità come il vetro

legno tessile

plastica non da imballaggio

materia organica

altri metalli, ecc.

## Processo di trattamento in un impianto di selezione degli imballaggi leggeri

Gruppi di operazioni:

Il processo di trattamento in un impianto di selezione degli imballaggi leggeri si divide in quattro gruppi principali di operazioni:

* Reception e magazzino.
* Pre-trattamento.
* Smistamento dei materiali.
* Controlli di qualità, adattamento dei materiali selezionati e gestione degli scarti.

Queste operazioni variano a seconda del livello di automazione degli impianti di smistamento. Gli impianti sono classificati **come automatizzati o manuali a seconda di** come viene eseguita l'operazione di smistamento dei materiali.

## Ordinamento delle piante Diagrammi

In questa pagina si possono vedere due diagrammi: **uno per il processo di smistamento automatico e il secondo per quello manuale.**

# Operazioni di ricezione e smistamento dei materiali

## Introduzione

In questa lezione approfondiremo i primi due gruppi di operazioni:

- Operazioni di ricezione e stoccaggio

- Operazioni di smistamento dei materiali

**Questa lezione tratta il processo che va dall'arrivo degli imballaggi leggeri all'impianto di selezione fino alla loro suddivisione nei diversi flussi di materiale.**

## Operazioni di ricezione e stoccaggio

Bilance per il monitoraggio e la pesatura dei veicoli di raccolta:

I veicoli con i rifiuti di imballaggio raccolti dalle strade arrivano all'impianto di selezione passando attraverso il **controllo degli accessi e la pesatura (bilance)**.

Per trasportare il materiale raccolto in modo più efficiente, **quando i veicoli per la raccolta stradale devono percorrere grandi distanze** dal luogo di raccolta all'impianto di destinazione, è conveniente scaricare il materiale in luoghi intermedi (**stazioni di trasferimento**) per compattarlo e trasportarlo successivamente in contenitori più grandi, se possibile e se esistono tali strutture.

In questo caso, il materiale che arriva all'impianto ha una densità maggiore, che deve essere considerata quando si dimensiona la capacità di trattamento dell'impianto.

## Operazioni di ricezione e stoccaggio II

Area di scarico dei rifiuti trasportati:

Dopo aver pesato i veicoli e averne identificato l'origine e l'orario, vengono condotti nell'area di ricezione coperta dove i rifiuti trasportati vengono scaricati nell'area o nel luogo indicato dall'operatore di scarico e alimentazione.

Posizionamento e accatastamento dei rifiuti scaricati:

La pala di carico impila i rifiuti scaricati in verticale, ottimizzando la superficie disponibile per lo stoccaggio prima del trattamento. **Questo processo può includere diversi componenti di rifiuti ingombranti con dimensioni o forme** (come materassi, pacchi di grandi dimensioni, biciclette, ecc.) che ostacolano il lavoro e potrebbero influenzare le attrezzature di selezione da utilizzare. **Utilizzando la pala di carico, l'operatore deve collocarli in un contenitore specifico situato su questa o un'altra superficie.**

## Operazioni di ricezione e stoccaggio III

Operazioni di pretrattamento:

**Le operazioni di pretrattamento sono quelle eseguite una volta che il materiale è stato stoccato e prima della sua separazione nei diversi flussi di materiale.**

Alimentazione primaria-dosaggio:

I rifiuti depositati nell'area di ricezione vengono raccolti con la pala di carico (piazzale di scarico) o con il gancio a pinza (fossa), trasferiti e scaricati nel dosatore con velocità variabile e limitatore di flusso, utilizzato per controllare la portata del trattamento.

Selezione dei rifiuti ingombranti:

I rifiuti regolarmente riciclati forniti dall'alimentatore vengono scaricati in un nastro trasportatore di selezione dei rifiuti ingombranti, dove gli operatori addetti alla selezione selezionano i materiali che per dimensioni o forma sono dannosi per i trattamenti successivi, come fogli di pellicola, cartone, rifiuti EED, ecc. **I materiali ingombranti selezionati (recuperabili e non recuperabili) vengono stoccati in contenitori situati sotto la cabina di selezione per essere consegnati al riciclatore o alla sezione degli scarti di trattamento.**

## Operazioni di ricezione e stoccaggio IV

Apriscatole:

I rifiuti non selezionati vengono scaricati dallo stesso nastro di selezione in un'unità di apertura dei sacchi progettata per estrarre i materiali dai sacchi quando sono pronti per le altre operazioni di selezione.

Classificazione in trommello:

In molti casi, i componenti dei sacchi vengono sottoposti a un processo di setacciatura mediante un setaccio rotante o piatto (trommello), che classifica i materiali in tre dimensioni:

- Componenti fini con un elevato contenuto di materiale organico e inerte.

- Componenti intermedi ad alto contenuto in confezioni riciclabili.

- Componenti di grandi dimensioni o scarti di setacciatura.

## Operazioni di ricezione e stoccaggio V

Classificazione nel separatore balistico:

Il flusso di materiali di dimensioni intermedie provenienti dal trommello, se presente, o direttamente dall'apritore di sacchi, se non presente, viene successivamente sottoposto a classificazione balistica in base a dimensioni, forma e densità, e nuovamente separato in tre nuovi flussi di materiali:

* **Flusso di materiale pesante in rotolamento** formato dalla maggior parte del materiale pesante e/o in rotolamento, principalmente imballaggi per liquidi, imballaggi metallici e cartoni per bevande. Questo cade lungo il pendio inclinato del separatore balistico.
* **Flusso di materiali leggeri e piatti**, formati principalmente da cartone, carta e altri film plastici di forma piatta o appiattita, che salgono sul piano inclinato del separatore.
* **Flusso di materiali fini** costituito da materiale fine che non è stato possibile setacciare nel trommello perché attaccato o bloccato da altro materiale, che cade attraverso le maglie del separatore.

La quantità di materiale che raggiunge ciascuna delle tre frazioni dipende dalla qualità del materiale introdotto nell'impianto. Ad esempio, in impianti con il 75-85% di materiale richiesto in ingresso, la classificazione effettuata da un separatore balistico è di circa l'80% di materiale laminato, il 15% di materiale piatto leggero e il 5% di materiale fine.

Negli impianti in cui le operazioni di cernita vengono eseguite manualmente, il separatore balistico non viene utilizzato. Il materiale in arrivo dal trommello, se presente, viene portato direttamente alla cabina di cernita, dove gli operatori selezionano i materiali richiesti.

## Operazioni di smistamento dei materiali

**Separazione pneumatica:**

L'obiettivo principale della separazione pneumatica è la pulizia di film e carta dai flussi di materiali laminati e piatti leggeri, che ostacolano la segregazione dei materiali rimanenti.

Il materiale selezionato viene sottoposto a un controllo di qualità manuale per separare le impurità. Successivamente viene stoccato per prepararlo alla spedizione (compattazione).

**Separazione magnetica:**

Il flusso di materiale laminato ottenuto dalla segregazione balistica viene sottoposto a segregazione di materiali magnetici (acciaio) mediante separatori a banda larga.

Allo stesso modo, la frazione di materiale fine proveniente dal trommello, se l'impianto è dotato di questa apparecchiatura, e il separatore balistico sono sottoposti a cernita magnetica del materiale prima di essere inviati alla frazione di rifiuti scartati.

## Operazioni di smistamento dei materiali II

**Separazione ottica:**

Il flusso di materiale laminato che non è stato selezionato dall'aspirazione pneumatica su questa linea né dal separatore magnetico viene sottoposto a segregazione ottica mediante rivelatori a infrarossi o colorimetrici per separare i seguenti materiali richiesti:

- Imballaggio in PET

- Imballaggio in HDPE

- Imballaggio in cartone per bevande

- Imballaggio misto in plastica.

Per migliorare le prestazioni e la qualità della selezione di questi materiali, la selezione magnetica e pneumatica deve avvenire prima della separazione ottica.

**Separazione per induzione:**

Il flusso di materiali non selezionati dalla separazione ottica viene sottoposto a una selezione dei metalli non magnetici (alluminio) mediante un separatore a correnti parassite.

**Separazione manuale:**

I materiali non selezionati nei flussi di materiali laminati e piatti leggeri convergono su un nastro in cui vengono sottoposti a cernita manuale. Il restante materiale non selezionato viene inviato alla frazione di rifiuti scartati.

# Controllo qualità, adeguamento dei materiali e operazioni di scarto

## Introduzione

In questa lezione approfondiremo i tre gruppi di operazioni successivi:

- Controllo qualità

- Adattamento del materiale

- Gestione dei rifiuti

## Controllo qualità

Controllo di qualità:

A causa degli errori che si verificano nei diversi tipi di apparecchiature, il materiale di confezionamento selezionato contiene impurità che riducono la purezza del prodotto finale.

Queste impurità vengono rimosse attraverso una cernita manuale. Questa operazione viene solitamente eseguita dopo la cernita di ciascuno dei materiali recuperati (PET, HDPE, cartoni per bevande e plastiche miste) prima dello stoccaggio in silos per la compattazione.

In altri impianti, il controllo di qualità viene eseguito prima della compattazione, in modo che un solo operatore possa eseguire l'operazione.

Le impurità selezionate vengono inviate al flusso di rifiuti scartati dell'impianto o, se si tratta di materiali richiesti, ricircolate ai punti precedenti del processo per la selezione.

## Adattamento del materiale

**Stoccaggio temporaneo di materiali selezionati:**

I materiali selezionati vengono depositati in spazi confinati specifici per ciascuno di essi (sili intermedi di stoccaggio) in attesa delle operazioni di compattazione. I sili di stoccaggio sono compartimenti dimensionati in base ai seguenti parametri:

* Densità apparente di ciascun materiale
* Produzione di ciascun materiale selezionato per turno
* Capacità oraria della pressa di compattazione.

L'estrazione dei materiali stoccati nei silos avviene tramite basi mobili, nastri trasportatori o direttamente con una pala di carico, che li evacuano verso l'alimentatore della pressa per balle posta a valle.

**Se la quantità di materiale selezionata è piccola (ad esempio, alluminio), la produzione viene immagazzinata in contenitori ausiliari per la successiva compattazione.**

**Compattazione dei materiali selezionati:**

I materiali stoccati temporaneamente nei contenitori sono successivamente sottoposti a operazioni di aumento della densità mediante presse, che producono balle con una densità adatta allo stoccaggio finale e al successivo trasporto.

**Una singola pressa adeguatamente dimensionata può imballare la produzione di tutti i materiali selezionati** (PET, HDPE, FILM, cartoni per bevande e plastiche miste), ad eccezione dei metalli, e in particolare dell'acciaio, che richiedono dimensioni e caratteristiche diverse e presse specifiche.

## Gestione dei rifiuti

Gestione dei rifiuti presso l'impianto:

Tutti gli scarti dell'impianto di selezione sono in genere concentrati su un unico nastro trasportatore in uscita che li scarica nel punto di evacuazione. Occasionalmente, la corrente di materiali fini viene scaricata in punti diversi dagli altri rifiuti scartati.

A causa della bassa densità del materiale di scarto, il suo volume deve essere adattato per uno smaltimento efficiente in discarica. Ciò può comportare diversi sistemi alternativi:

* + Autocompattatori.
  + Compattatori statici.
  + Rifiuto della stampa dei rifiuti.
  + Contenitori (per impianti a basso volume).

Il trasporto dei contenitori con gli scarti viene effettuato con veicoli per container per portarli ai siti di trattamento (discarica o [recupero energetico](https://elearning.campusiberus.es/mod/lesson/view.php?id=170)).

**Differenze tra gli impianti**

Il modello presentato è uno standard progettato in Spagna per definire gli impianti di selezione degli imballaggi leggeri.

Non tutti questi impianti seguono lo standard alla lettera; ci sono differenze tra loro. Le operazioni in un impianto di selezione variano a seconda del livello di automazione dell'impianto stesso. Ecco alcune differenze:

* Sono presenti strutture con fossa di scarico e strutture con **piazzale di scarico come area di accoglienza.**
* Le linee di trattamento con **pozzetto di scarico sono alimentate da ganci a pinza**.
* Le linee di trattamento con **piazzale di scarico sono alimentate dalla pala di carico.**
* Esistono alcuni **impianti di selezione con trommello.**
* **La dimensione delle maglie del** separatore **balistico varia da 50 a 70 mm.**
* Alcuni impianti hanno **incorporato la separazione ottica per i film**.
* Si possono trovare **molte configurazioni diverse di catene di separatori ottici**.
* **La separazione a induzione con un'intensità diversa** viene utilizzata per la selezione degli **imballaggi in cartone per bevande in alcuni impianti.**
* **Il controllo di qualità dei** materiali selezionati **viene eseguito per lo più da un operatore.** Tuttavia, è possibile trovare il controllo di qualità dei separatori ottici

# Diversi modelli europei

## Introduzione

**Secondo il Piano d'azione per l'economia circolare**, la Commissione proporrà di armonizzare i sistemi di raccolta differenziata dei rifiuti in tutta Europa. **In futuro, tutti i materiali richiesti saranno armonizzati, per cui si dovrebbe stabilire un modello di piano di selezione europeo**. In questa sottosezione vengono presentati alcuni altri modelli europei di impianti di selezione, i cui risultati possono essere estrapolati in una certa misura.

**Il modello tipico di impianto di selezione in Europa prevede diverse fasi di selezione simili, come quelle presentate nell'esempio spagnolo.** Queste includono lo smontaggio manuale e la selezione con processi automatizzati, la separazione in base alla densità e alle dimensioni e la separazione ottica o magnetica.

Tuttavia, il processo esatto può variare a seconda del comportamento dei consumatori e dei sistemi di raccolta. Ad esempio, nei **Paesi nordici, il comportamento dei consumatori e la disponibilità del mercato fanno sì che venga utilizzata una quantità minore di imballaggi in cartone per bevande (TetraPack) rispetto alla Spagna, il che significa che non esiste un flusso separato per questo tipo di imballaggi.**

Anche il sistema di raccolta utilizzato nei diversi Paesi ha avuto una grande influenza sullo sviluppo storico delle MRF. **Quando i materiali riciclabili vengono raccolti in flussi separati, si può ridurre il numero di fasi di selezione necessarie o liberare capacità per selezionare un maggior numero di tipi o classi**. D'altro canto, la raccolta mista dei materiali riciclabili consente di risparmiare risorse nella fase iniziale, ma richiede un maggior grado di complessità tecnica negli MRF.

## Principali modelli di raccolta applicabili in Europa

In generale, esistono quattro principali modelli di raccolta applicabili in Europa (Lorenzo et al, 2016):

**Raccolta a flusso unico:** tutti i materiali secchi riciclabili (plastica, metallo, carta, cartone e talvolta vetro) vengono raccolti insieme. Ad esempio, questo è il modello di raccolta principale in Grecia, Irlanda, Malta e Romania.

**Raccolta a doppio flusso: le** "fibre" (carta e cartone) e le "non fibre" (cioè plastica, metallo e vetro) vengono raccolte separatamente. Questo è il sistema di raccolta principale in Finlandia e nel Regno Unito.

**Raccolta mono-flusso:** ogni materiale viene raccolto separatamente (ad esempio carta e cartone, vetro e imballaggi leggeri) e trattato in un MRF. Il modello spagnolo descritto sopra rientra in questa categoria.

Questo sistema di raccolta è il più diffuso in Europa e viene applicato in Belgio, Bulgaria, Croazia, Cipro, Francia, Germania, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Polonia, Portogallo, Slovenia, Svezia e Ungheria.

Inoltre, alcuni Paesi separano ulteriormente il flusso di imballaggi leggeri nelle sue componenti, tra cui Austria, Danimarca e Paesi Bassi.

**Schema di raccolta dei rifiuti solidi urbani (RSU) misto:** nessuna raccolta differenziata dei materiali riciclabili. Questo porta ad alti tassi di contaminazione e alla necessità di un trattamento intensivo. Mentre la Direttiva Quadro sui Rifiuti ([2008/98/CE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02008L0098-20180705)) richiedeva la raccolta differenziata di carta, metallo, plastica e vetro dai rifiuti domestici entro il 2015 e la preparazione del 50% per il riutilizzo e il riciclaggio entro il 2020.

14 Stati membri sono stati identificati come a rischio di mancato raggiungimento dell'obiettivo. L'inefficacia della separazione dei materiali riciclabili è stata indicata come un fattore che contribuisce in 11 Paesi (Bulgaria, Croazia, Cipro, Estonia, Grecia, Lettonia, Malta, Polonia, Portogallo, Romania e Slovacchia).

**In pratica, tuttavia, il modello di raccolta e smistamento può variare notevolmente all'interno dei Paesi, poiché il potere decisionale sulla scelta e sul funzionamento dei sistemi di raccolta dei rifiuti spetta solitamente alle autorità locali.**

## MRF a flusso singolo

La mescolanza di fibre e flussi di imballaggi leggeri richiede ulteriori fasi di cernita rispetto all'esempio spagnolo sopra descritto.

**L'impianto MRF di Ford, nel Regno Unito, è un esempio di MRF avanzato a flusso singolo**. In funzione dal 2009, è stato progettato per trattare 100.000 ton/anno di materiali riciclati differenziati, **compreso il vetro, sulla base di un funzionamento su tre turni con 13 selezionatori manuali per turno.**

**Operazioni di condizionamento:** Al momento del ricevimento, i sacchi contenenti i materiali riciclati misti vengono aperti e alimentati alla linea di ingresso. Il materiale viene convogliato in una cabina di preselezione, dove vengono rimossi manualmente gli elementi che potrebbero danneggiare le apparecchiature, come cartone di grandi dimensioni, metalli e fogli di plastica.

Successivamente, viene eseguito un processo di separazione primaria in un tamburo a due sezioni, al fine di pre-concentrare i materiali e rompere il vetro in pezzi più piccoli. La maggior parte del vetro viene selezionata nella prima sezione che separa i "fini" (inferiori a 75 mm).

La seconda sezione separa un flusso misto di carta e contenitori, che viene poi inviato a un separatore balistico a due piani, che separa gli elementi 3D (contenitori) da quelli 2D (carta). In questa fase viene separato anche un altro flusso di fini, che viene unito ai fini della separazione primaria. Rimane un flusso di elementi in eccesso o "sovradimensionati".

**Smistamento delle operazioni sui materiali:** Dalla cernita iniziale descritta sopra, emergono quattro flussi di materiali:

1. **Sovradimensionamento:** deve essere pulito per produrre il suo output principale - giornali e riviste - utilizzando il NIR per rimuovere cartone e plastica, seguito da un controllo di qualità manuale. L'output del NIR viene ulteriormente suddiviso da un secondo NIR in cartone (che viene unito al flusso 2D) e plastica (che viene trattata con un secondo separatore balistico per recuperare eventuali contenitori per il flusso 3D). Il materiale 2D rimanente viene classificato come residuo di cernita.
2. **Flusso 2D**: i componenti ferrosi e non ferrosi vengono rimossi mediante separazione magnetica e a correnti parassite. Il flusso passa attraverso un NIR per una pulizia finale prima di arrivare al controllo qualità manuale. Il materiale rimosso nel NIR viene inviato al secondo separatore balistico per recuperare eventuali contenitori.
3. **Flusso 3D**: i componenti ferrosi e non ferrosi vengono rimossi mediante separazione magnetica e a correnti parassite. Passa attraverso un NIR che rimuove cartone e carta (restituiti alla linea 2D), il controllo qualità manuale, prima di essere appiattito ed entrare nel blocco di selezione dei polimeri. La selezione NIR lo divide in PET trasparente, PET colorato, HDPE naturale e HDPE colorato. Gli avanzi passano attraverso un selezionatore NIR finale che rimuove i polimeri mancanti, che vengono ricircolati all'inizio della linea 3D.
4. **Flusso di fini: i** componenti ferrosi e non ferrosi vengono rimossi mediante separazione magnetica e a correnti parassite. Il flusso passa poi attraverso la vagliatura, la separazione della densità dell'aria e la selezione NIR finale, ottenendo un prodotto di vetro pulito (>12 mm).

## MRF monostrato

**In Germania, i "sacchi gialli" raccolgono un'ampia gamma di rifiuti di imballaggio**, tra cui plastica (comprese le pellicole), lattine e cartoni. Il vetro e la carta vengono raccolti separatamente. Inoltre, grandi volumi di bottiglie in PET vengono restituiti separatamente dai consumatori nell'ambito del sistema tedesco "pfand". Senza la sfida di separare le fibre dai contenitori, gli MRF nei Paesi con raccolta differenziata si sono sviluppati per gestire grandi volumi di rifiuti molto leggeri.

Ogni anno vengono raccolti circa 2,25 milioni di tonnellate di imballaggi, il 90% dei quali viene smistato in meno di 50 impianti, con un elevato livello di standardizzazione nella progettazione dei processi (Cipman et al. 2016). **Gli impianti più avanzati possono avere fino a 20 macchine di cernita NIR, oltre ad apparecchiature di rilevamento aggiuntive come dispositivi di misurazione del flusso volumetrico basati su ultrasuoni o telecamere VIS.**

**Operazioni di condizionamento:** come prima fase, i sacchi gialli vengono triturati grossolanamente. I materiali vengono poi setacciati con vagli a tamburo (trommelli), al fine di selezionarli in dimensioni lavorabili per le apparecchiature a valle. I film di plastica vengono separati con un classificatore ad aria.

I materiali più piccoli di 220 mm vengono ulteriormente separati in due o quattro ulteriori intervalli granulometrici. Il flusso di massa principale (20-220 millimetri) rappresenta l'80-85% del flusso in ingresso e viene trattato su due o tre linee individuali.

La classificazione ad aria viene utilizzata per separare ulteriormente i film plastici (10%), per migliorare la selezione dei sensori a valle. Successivamente, i magneti a sospensione separano i materiali ferromagnetici (9-13% del flusso in ingresso). I sensori NIR vengono quindi utilizzati per separare i cartoni per bevande, prima di separare i componenti non ferrosi mediante correnti parassite (soprattutto alluminio, <5% in ingresso).

Successivamente, altri due passaggi NIR separano gli imballaggi in carta/cartoncino e tutte le plastiche. La plastica mista viene poi ulteriormente pulita con separatori balistici per rimuovere i fini e qualsiasi residuo di materiale 2D prima di entrare nella selezione dei polimeri, dove la plastica viene selezionata in HDPE, PP, PET e PS.

A questo punto può avere luogo una seconda fase di pulizia o di selezione del colore (per il PET), oltre a una NIR finale per rilevare i polimeri mancanti e ricircolarli all'inizio del blocco di selezione dei polimeri.

## Separazione completa delle fonti MRF

Nei sistemi in cui gli imballaggi leggeri vengono separati alla fonte nelle loro parti costitutive, sono possibili impianti di selezione specializzati. Völkermarkt è specializzata nel riciclaggio del PET dal 2003 e produce rigranulato alimentare nel suo impianto "bottle-to-bottle" (Kruschitz Plastics and Recycling, no date).

Le bottiglie in PET arrivano all'impianto in balle, dove vengono aperte e triturate e passano attraverso un separatore balistico. Il flusso di PET passa poi attraverso un separatore NIR e un trituratore secondario riduce ulteriormente i fiocchi a 12 mm.

**I fiocchi vengono prelavati e selezionati con una tecnica di selezione e flottazione della densità per eliminare capsule e altre impurità**. Il PET viene poi lavato a caldo con idrossido di sodio (NaOH) per rimuovere le etichette e le acque di scarico di questo processo vengono microfiltrate per eliminare la colla.

Il PET passa attraverso un reattore sottovuoto per ripulirlo da eventuali contaminanti organici, viene infine essiccato e passa agli estrusori, dove il PET viene fuso e pressato attraverso un cono per produrre lunghe stringhe di plastica, che possono poi essere tagliate in pellet.

Di conseguenza, la purezza del PET secondario può raggiungere il 99,9%, con impurità massime di 100-200 ppm.

## Impianto di smistamento croato modello Mariščina

Con la creazione e lo sviluppo del sistema di gestione dei rifiuti di imballaggio, molte aziende hanno ammodernato gli impianti esistenti o ne hanno costruiti di nuovi per il recupero dei rifiuti utilizzando le sovvenzioni dell'EPEEF.

Anche se sono stati costruiti nuovi impianti e sono stati migliorati alcuni di quelli esistenti, ossia **sono state aumentate le capacità di recupero dei rifiuti di imballaggio, in particolare degli imballaggi in plastica,** considerando che il mercato dei materiali di imballaggio è in rapida evoluzione, sarà necessario un miglioramento della tecnologia esistente, in termini di applicabilità tecnologica per il trattamento di alcuni tipi di rifiuti di imballaggio, ad esempio per alcuni tipi di imballaggi multistrato (compositi).

Le capacità di trattamento degli imballaggi contenenti resti di sostanze pericolose o inquinati da sostanze pericolose sono insufficienti a livello nazionale, per cui vengono per lo più esportati dai Paesi Bassi.

**Nonostante la direzione positiva nella gestione dei rifiuti di imballaggio, esiste la necessità di migliorare il meccanismo di supervisione dei dati relativi alla quantità di rifiuti di imballaggio prodotti, nonché i** dati sull'efficienza del recupero (riciclaggio) e il miglioramento dei sistemi per alcuni materiali (ad esempio, per gli imballaggi ad eccezione di quelli per le bevande), e la necessità di istituire un sistema di gestione dei rifiuti di imballaggio per gli imballaggi che contengono resti di sostanze pericolose o che sono inquinati da sostanze pericolose. L'attuale sistema di gestione dei rifiuti di imballaggio non comprende sufficientemente tutti i tipi di rifiuti di imballaggio.

***Analogie con il modello spagnolo di smistamento delle piante:***

In Croazia i rifiuti di imballaggio vengono raccolti in contenitori gialli (o con coperchio giallo) collocati in luoghi pubblici e nei centri di riciclaggio. I materiali utilizzabili smaltiti nei contenitori gialli sono:

o sacchetti di polietilene, fogli, pellicole, pluriball - devono riportare le seguenti etichette: PE-HD, PE-LD, PET, PP, ecc;

o bottiglie di olio alimentare, acqua distillata, detergenti e detersivi, cosmetici, medicinali (eccetto i citostatici), prodotti alimentari, ecc. - etichette: PE-HD, PE-LD, PP, ecc;

o bicchieri e vasetti di yogurt, formaggio, ecc. - con designazione: PS, PP, ecc;

o imballaggi per vari prodotti alimentari in polistirolo (styrofoam) - con il marchio EPS, ecc;

o imballaggio multistrato (cartone per bevande),

o altri prodotti in plastica: bottiglie per bibite, tappi, piatti di plastica, posate, ecc. - con le seguenti etichette: PE-HD, PP, PVC, PS, PET, ecc;

o lattine per alimenti e lattine per bevande.

 Il processo di trattamento dei rifiuti di imballaggio è simile a quello degli impianti di selezione spagnoli (ricezione e stoccaggio, pretrattamento, selezione dei materiali, controlli di qualità, adattamento dei materiali selezionati e gestione dei rifiuti scartati).

**Ricezione e stoccaggio**: I rifiuti di imballaggio, raccolti attraverso i contenitori, vengono consegnati all'impianto da autocarri da carico. Al momento dell'accettazione dei rifiuti, viene determinata la massa dei rifiuti ricevuti e questi dati vengono annotati nel registro di ogni tipo di rifiuto ricevuto. Dopo un'ispezione visiva dei rifiuti, questi vengono scaricati dal camion e scaricati nell'impianto di stoccaggio dei rifiuti in base alla loro categorizzazione - tipi di materiali polimerici, in vasche primarie, balle o cumuli.

**Operazione di pretrattamento**: Dopo l'ispezione e la categorizzazione dei rifiuti, questi vengono separati e stoccati in base al tipo di materiale polimerico e al tipo di imballaggio in cui sono stati ricevuti, per evitare la diffusione di polvere, rumore, odori e altre emissioni. Il trasporto dei rifiuti da e verso lo stoccaggio viene effettuato con carrelli elevatori e con transpallet manuali.

**Smistamento dei materiali, controlli di qualità, adattamento dei materiali selezionati**: I rifiuti depositati nell'area di ricezione vengono raccolti con carrelli elevatori e consegnati alla linea di recupero. I rifiuti vengono immessi nella vasca di ingresso e poi trasportati al mulino/frantumatore con un trasportatore verticale con alimentatore in ingresso.

Il mulino/frantumatore sminuzza i rifiuti in una frazione di 14 mm di dimensione. Lo scopo della triturazione è quello di ottenere un rifiuto più facile da pulire nel successivo processo di lavaggio e pulizia del materiale di scarto.

Il trasportatore cingolato, situato all'uscita del mulino/frantumatore, trasporta le frazioni plastiche triturate alla macchina di lavaggio a centrifuga. La macchina centrifuga viene utilizzata per pulire il materiale polimerico in modo tale che ad alta velocità, utilizzando la forza centrifuga, si verifichi la separazione delle impurità (inferiori a 3 mm) dalla frazione polimerica. Impurità come polvere o fango vengono separate da un setaccio perforato.

Dopo aver pulito i rifiuti nella macchina centrifuga, il materiale di scarto frantumato e purificato entra nella macchina di idroseparazione. Nella macchina di idroseparazione, il materiale di scarto viene immerso e pulito con acqua, ma l'idroseparatore serve anche a selezionare i rifiuti. La frazione plastica, in quanto materiale più leggero, galleggia in superficie e viene trasferita alla macchina centrifuga attraverso l'acqua e le pale portatili. I contaminanti (frazione più pesante) come pietre, metalli, ecc. finiscono sul fondo dell'idroseparatore. Dopo l'essiccazione, i rifiuti vengono trasportati nei silos di stoccaggio. I rifiuti sono poi pressati in balle e adatti a un ulteriore trasporto.

**Gestione dei rifiuti**: Tutto il materiale non adatto al riciclaggio viene trasportato in uno degli impianti di trattamento meccanico-biologico in Croazia. Il processo di trattamento meccanico-biologico dei rifiuti urbani misti inizia con l'accettazione degli stessi nella fossa di ricezione all'interno dell'edificio MBT, dopodiché i rifiuti vengono triturati con il trituratore primario e vengono riempiti i box di bioessiccazione.

Una volta completato il processo di essiccazione biologica, che dura circa 7-8 giorni, in modo che i rifiuti si stabilizzino, vengono estratti dalle fosse e trasferiti a un trattamento meccanico, dove la frazione da 0 a 25 mm viene prima separata su un setaccio vibrante, poi viene separato il ferro e quindi i metalli non ferrosi.

Segue la separazione delle frazioni pesanti inerti mediante separatore ad aria, seguita dalla separazione del PVC mediante separatori ottici. I rifiuti vengono poi triturati nei trituratori secondari e diventano così SRF o CDR.

PROJECT INFO

|  |  |
| --- | --- |
| Grant Agreement | 612212-EPP-1-2019-1-ES-EPPKA2-KA |
| Programme | Erasmus+ |
| Key Action | Cooperation for innovation and the exchange of good practices |
| Action Type | Knowledge Alliances for higher education |
| Project Title | PackAlliance: European alliance for innovation training & collaboration towards future packaging |
| Project starting date | 01/01/2020 |
| Project end date | 31/12/2022 |
| Project duration | 3 years |

**This project has received funding from the European Union**



**Copyright: CC BY-NC-SA 4.0:** <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

With this license, you are free to share the copy and redistribute the material in any medium or format. You can also adapt remix, transform and build upon the material.

**However only under the following terms:**

**Attribution —** you must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

**NonCommercial** — you may not use the material for commercial purposes.

**ShareAlike —** if you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original.

**No additional restrictions —** you may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.



The information and views set out in this report are those of the authors and do not necessarily reflect the official opinion of the European Union. Neither the European Union institutions and bodies nor any person action on their behalf may be held responsible for the use, which may be made of the information contained therein.