

ANCI-CONAI FORMAZIONE 2022 INCONTRI TERRITORIALI



Innovazione nella gestione
dei rifiuti: raccolta dei rifiuti



GIULIA CAVENAGO

*Ricercatrice presso il Dipartimento di
Ingegneria Civile e Ambientale del
Politecnico di Milano*



**POLITECNICO
MILANO 1863**

INDICE

1

Sistema integrato di gestione dei rifiuti:

- Come raggiungere i target europei in materia di raccolta e riciclo dei rifiuti?
- Casi di innovazione nella gestione dei rifiuti (panorama europeo)
- Focus sul sistema di tariffazione puntuale PAYT (Pay As You Throw)

2

Funzionamenti alternativi di gestione di alcuni imballaggi a fine vita:

- Raccolta selettiva e sistema con deposito cauzionale (DRS)
- Casi di applicazione in Europa



COME SI POSSONO RAGGIUNGERE I TARGET EUROPEI?



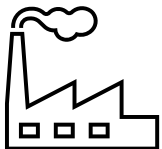
AGENDO SULLA RACCOLTA DIFFERENZIATA: raccogliere in modo tempestivo ed economico i rifiuti differenziati



Aumentare la resa di intercettazione = raccolto/impresso al consumo



Favorire il riciclo di alta qualità (closed loop)



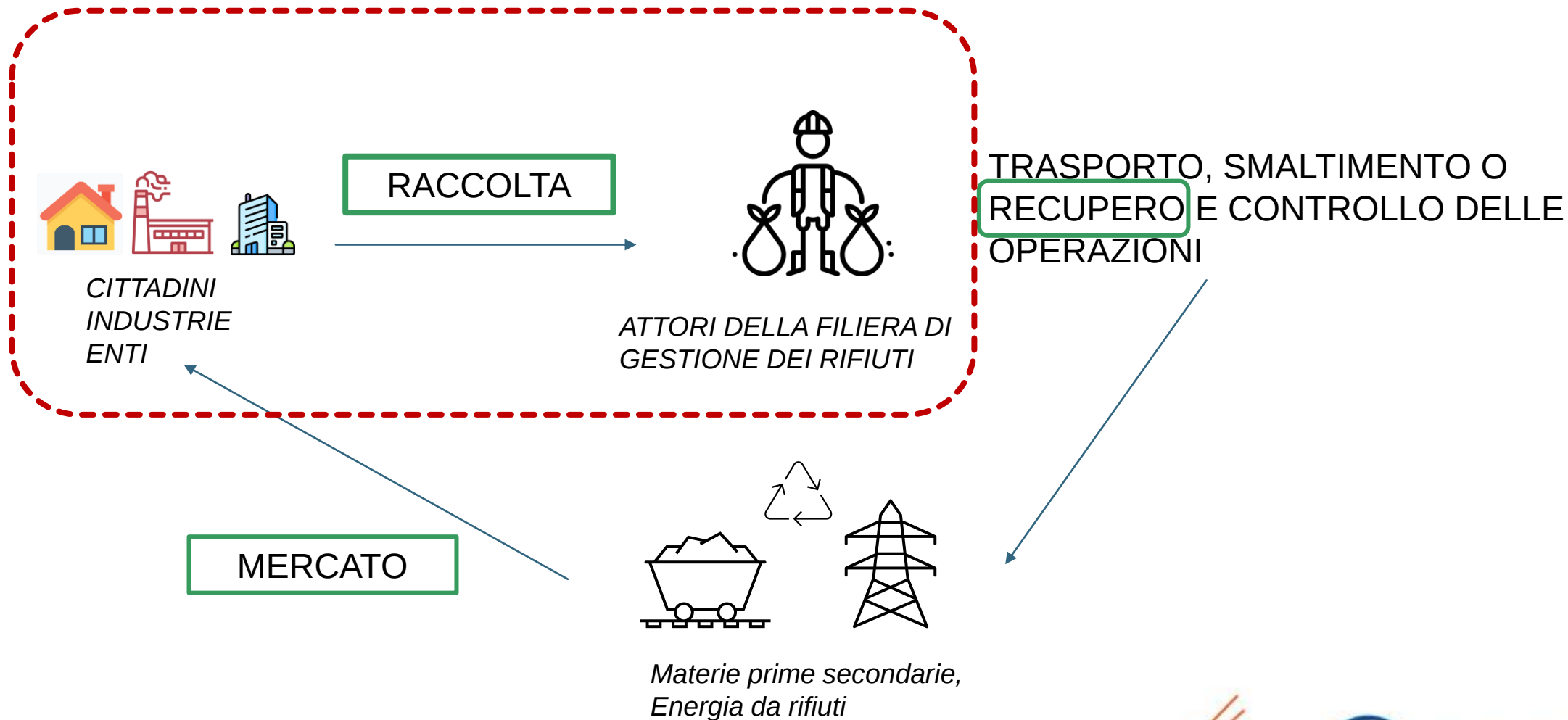
AGENDO SUL RECUPERO: implementare processi di selezione e/o trattamento efficaci con l'obiettivo finale di massimizzarne il riciclo / altro recupero



AGENDO SUL MERCATO: predisporre un mercato per i materiali riciclati



SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE DEI RIFIUTI



RACCOLTA DEI RIFIUTI

1

Analizzare l'attuale **organizzazione delle singole operazioni di raccolta** e valutare come renderle più efficienti →

- Su cosa si può agire?
- Buone pratiche
- Soluzioni innovative nel panorama europeo

2

Analizzare **funzionamenti alternativi per la gestione di alcune categorie di prodotti a fine vita** →

- Sistema DRS e raccolta selettiva
- Casi di applicazione in Europa

3

Valutare la reale sostenibilità delle azioni e soluzioni proposte in ottica del **ciclo di vita** (*metodologia LCA, LCC, SLCA → vedi intervento di Camilla Tua*)



1

SISTEMA DI RACCOLTA: SU COSA SI PUÒ AGIRE?

ORGANIZZAZIONE DELLE OPERAZIONI

- **Modalità di raccolta** (porta a porta, contenitori stradali in superficie o sotterranei..)
- **Frequenza di raccolta** (che può variare per le singole frazioni)
- **Tipologia di sacchetti** (es. Carta o bioplastica per frazione organica)
- **Tipologia di mezzi per la raccolta** (dimensione, con o senza compattatore, carburante)
- **Definizione del percorso di raccolta**
- **Introduzione di tariffazioni come il PAYT**



RAGGRUPPAMENTO DEI MATERIALI

- **Raccolta monomateriale**
- **Raccolta multimateriale** (efficienza di separazione, no cross contaminazione...)



- Raccolta **porta a porta**: rese di intercettazione superiori ma i costi sono spesso maggiori → questo aspetto può essere bilanciato da maggiori ricavi di vendita dei materiali riciclati e minori costi di gestione
- Raccolta in **contenitori stradali**: maggiori impurità ma è sensata per alcune frazioni come il vetro
- Raccolta **differenziata** strettamente **monomateriale**: porta tassi di riciclo più alti perché gli scarti sono minori
- Raccolta **multimateriale**: riduce i costi ma funziona solo se poi si possono separare bene le singole frazioni e non c'è contaminazione
- **Tariffazione puntuale** (PAYT): può portare a una raccolta differenziata di successo, ma possibili conseguenze negative sono smaltimenti illegali e *waste tourism* se non applicata anche nei comuni limitrofi
- **Piccoli comuni** possono ricorrere ad opzioni di raggruppamento multimateriale per ottimizzare la raccolta e possono raggrupparsi con altri comuni per gestire unitamente i rifiuti



1

BUONE PRATICHE NELL'AMBITO DELLA RACCOLTA DEI RIFIUTI

1. **Definizione di una strategia di gestione** → numero di frazioni raccolte in modo differenziato; frequenza di raccolta delle singole frazioni (soprattutto nel porta a porta)
2. **Cooperazione intercomunale tra comuni di piccole dimensioni** → Per comuni con meno di 4000 abitanti è quasi sempre vantaggiosa l'aggregazione per gestire unitamente o affidare a terzi la gestione (De Feo et al, 2012 – studio con metodologie LCA e analisi economica)
3. **Centri di raccolta per rifiuti domestici (ecocentri)** → a integrazione della raccolta porta a porta è consigliabile una rete di centri dove conferire rifiuti domestici, anche pericolosi; incentivare il riutilizzo con aree di scambio (centri del riuso)
4. **Ottimizzazione della logistica** → algoritmi e software per ottimizzare i percorsi dei giri di raccolta, anche in tempo reale; tecniche di guida ecologica; sistemi di raccolta pneumatica
5. **Scelta dei veicoli per la raccolta** → al fine di ridurre il consumo di carburante e/o le emissioni

1

PROGETTI FINANZIATI DALL'UNIONE EUROPEA



SEVESO



VARESE, BITETTO,
BASSANO DEL GRAPPA



TREVISO, PARMA



FIRENZE



NOTA: diversi progetti hanno visto implementare le soluzioni pilota proposte in città italiane



1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: SOLUZIONI PER I CENTRI STORICI



Eco-stop ed Eco-bus

VENETO,
EMILIA
ROMAGNA,
MARCHE



Fonte: Contarina S.p.A. – centro storico di Treviso



Ricicleria mobile



MILANO



1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: SOLUZIONI ALTERNATIVE O AGGIUNTIVE AGLI ECOCENTRI

ECOSTAZIONI E CONTENITORI SMART PER RIFIUTI SPECIFICI (es. lampadine, RAEE)



- Punti fissi di conferimento, operative 24/7
- Ampliare l'offerta del servizio di raccolta degli ecocentri
- Possibile autoalimentazione con pannelli solari sul tetto

Fonte: Parma, progetto COLLECTORS



1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: SOLUZIONI ALTERNATIVE O AGGIUNTIVE AGLI ECOCENTRI

CENTRI DEL RIUSO



Cassina de Pecchi (MI)

(<https://www.comune.cassinadepeccchi.mi.it/it/page/casa-del-riuso>)



1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA

Sensori di riempimento



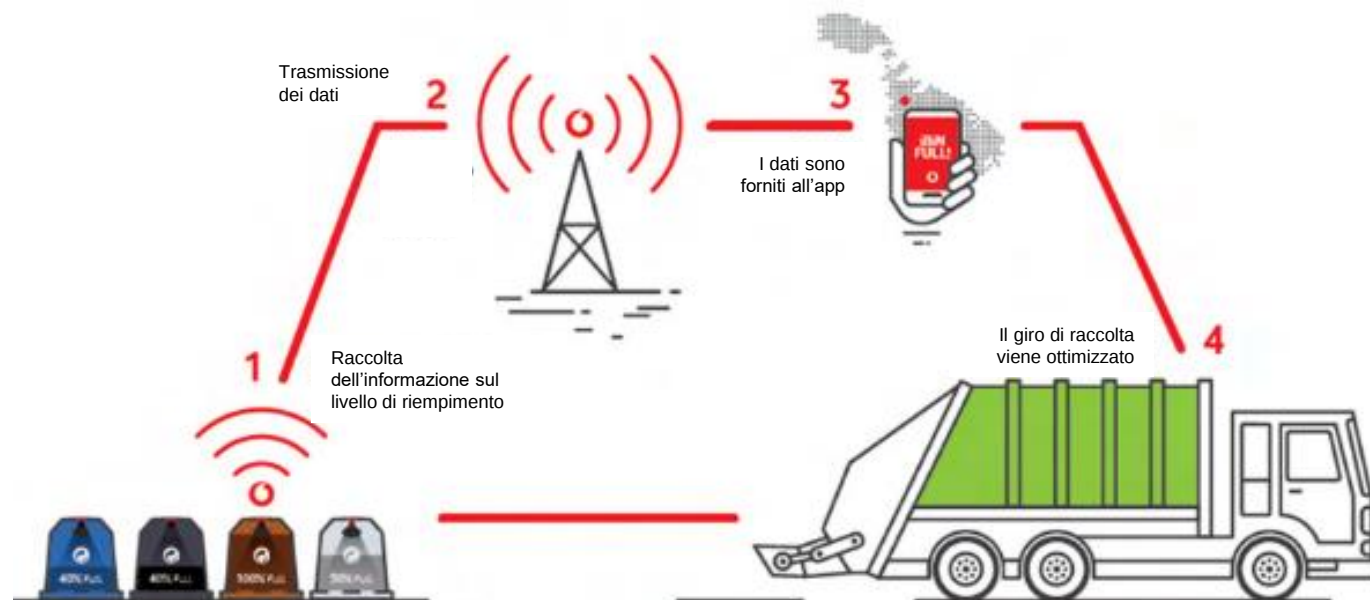
Registrazione del livello di riempimento e invio dati attraverso sistemi wireless; ad esempio, sensori ad ultrasuoni o telecamere per il *Digital Image Processing*

Fonte: PlastiCircle

Fonte: a2a smartcity – smart bin

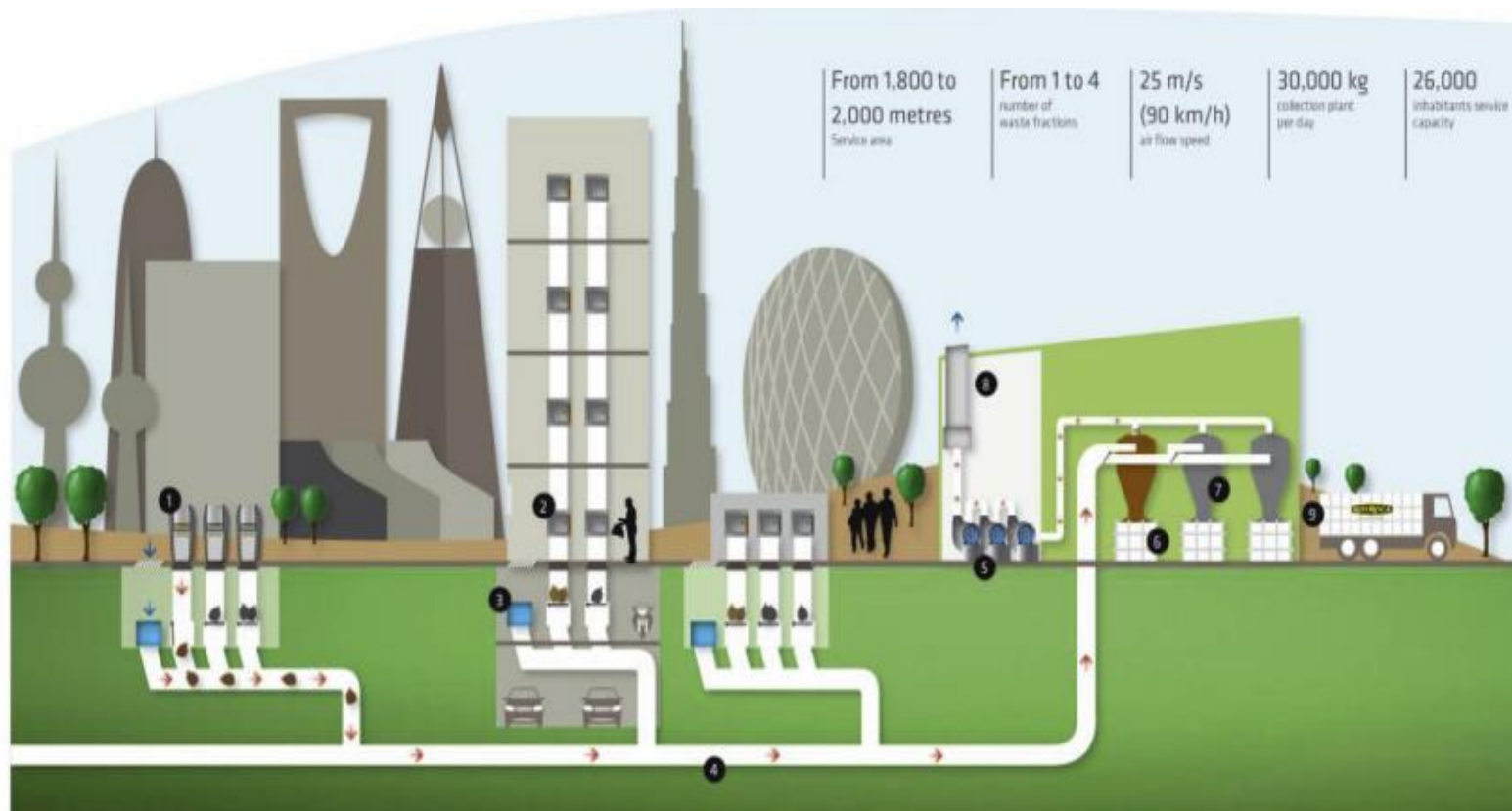
Pianificazione del percorso di raccolta ottimale

Tecnologia CVRS (*Computerised Vehicle Routing and Scheduling*)



1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: SISTEMI DI RACCOLTA PNEUMATICO



1. Punto di immissione outdoor
2. Punto di immissione indoor
3. Deposito intermedio
4. Rete di trasporto
5. Aspiratori per l'aria
6. Cicloni
7. Compattatori
8. Trattamento odori
9. Rimozione dei rifiuti

Sistema di condutture sotterranee che portano ad un punto di aspirazione o raccolta

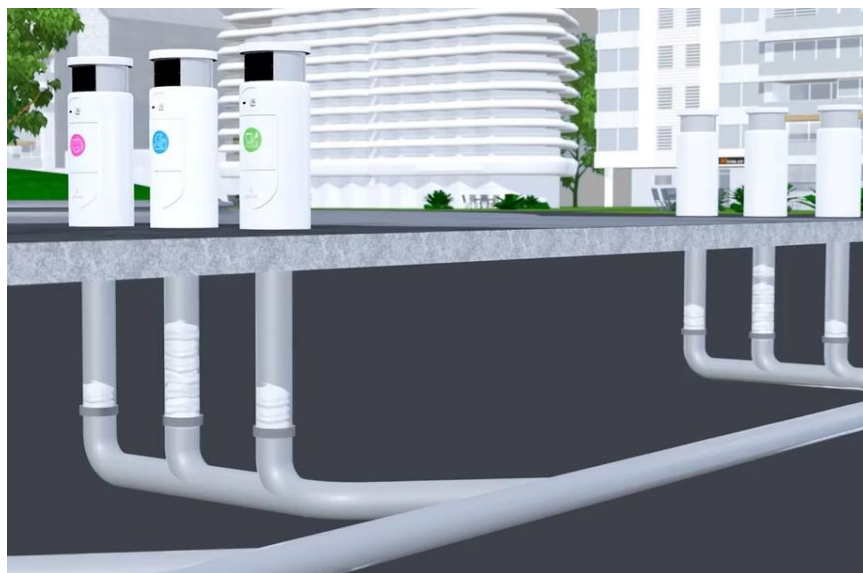


1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: SISTEMI DI RACCOLTA PNEUMATICO

SISTEMA

➤ Statico



➤ Mobile



1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: SISTEMI DI RACCOLTA PNEUMATICO

ESEMPI IN EUROPA



PRO

- + Riduce inquinamento locale, traffico e rumore dovuti ai mezzi di raccolta
- + Miglioramento generale dell'igiene (odore, animali)
- + Occupa meno spazio in superficie
- + Con aperture piccole può prevenire il conferimento di rifiuti impropri

CONTRO

- Ingenti investimenti iniziali
- Difficile implementazione in aree urbane consolidate
- Alti consumi energetici (elettricità) però decarbonizzabili
- Non sensibilizzano sulla prevenzione dei rifiuti

Italia: Milano Porta Nuova

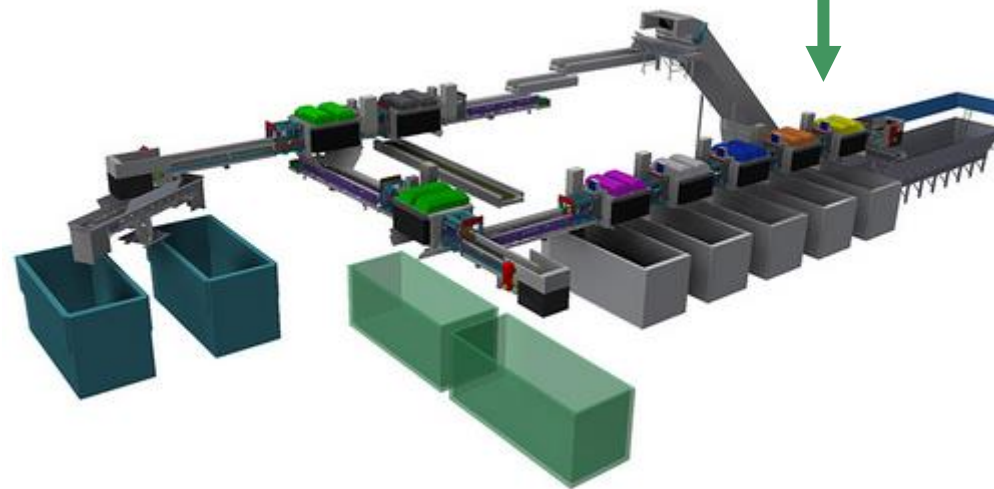
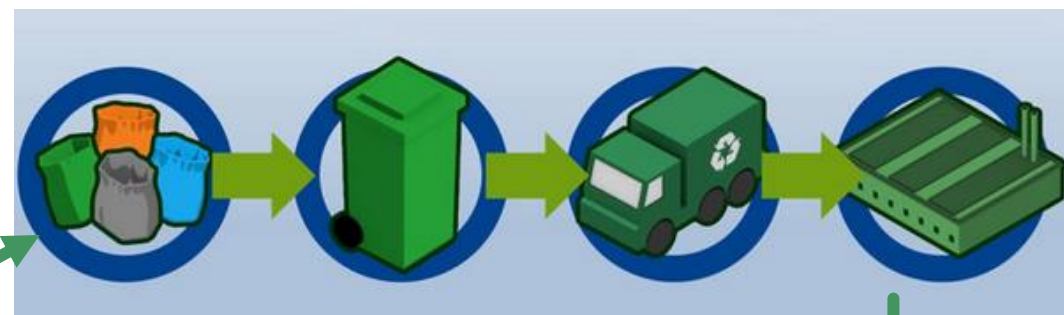


1

ESEMPI DI INNOVAZIONE: GESTIONE/LOGISTICA

■ Opti-bag

- In uso in Scandinavia



Questa soluzione permette di utilizzare un unico mezzo per la raccolta e poi portare tutti i sacchetti ad impianto con sensori ottici di separazione



PAY-AS-YOU-THROW: applica il principio "chi inquina paga" quindi l'utente paga in base alla quantità di rifiuti che effettivamente produce

- **Tariffa:** quota base + quota variabile e basata su peso dei rifiuti o numero di sacchi generati, volume dei contenitori, frequenza della svuotamento
- **Benefici:** aumenta raccolta differenziata e diminuisce quantità di rifiuto residuo
- Possibili **effetti collaterali:** smaltimento illegale, *waste tourism*
- Generalmente applicata sull'**indifferenziato** ed eventualmente sull'organico
- È applicabile sia con raccolta porta a porta che con raccolta stradale

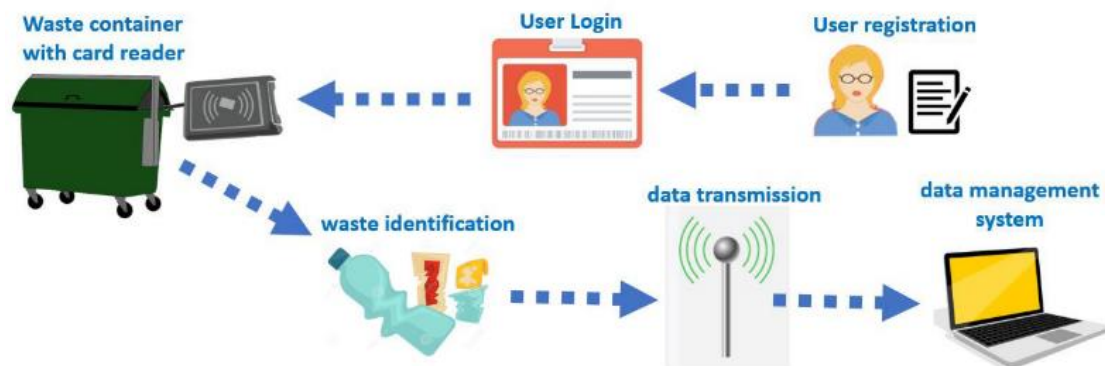


1

TARRIFAZIONE PUNTUALE - PAYT

L'implementazione PAYT necessita:

Identificazione dell'utente



- identificare chi genera il rifiuto
- misurare il rifiuto generato
- decidere il prezzo unitario da addebitare
- sistema di raccolta dati

Sistema di comunicazione



- dal contenitore al mezzo di raccolta
- tra il mezzo di raccolta e un sistema centrale

Fonte immagini: PlastiCircle



1

PAYT – SISTEMI DI IDENTIFICAZIONE DEGLI UTENTI

Identificazione ai
cassonetti stradali o sui
sacchi/contenitori



Identificazione dell'utente al
momento della raccolta



Discovery Mobile

Sistemi di riconoscimento
(e pesatura) sui mezzi di raccolta

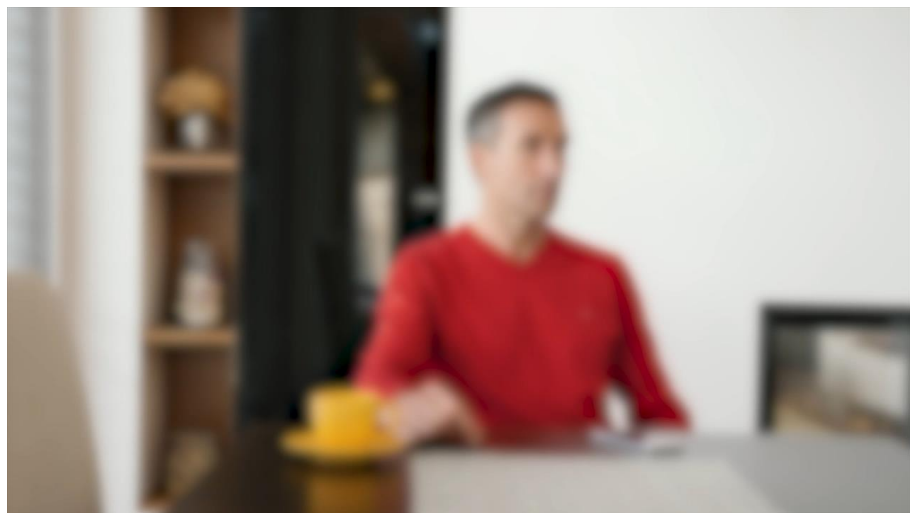


1

INFORMAZIONE PUNTUALE - KAYT

Strumento integrativo o che preceda l'introduzione del PAYT → KNOW-AS-YOU-THROW (KAYT): "informazione puntuale" dei cittadini al fine di ridurre i rifiuti urbani

- Strumenti di **conoscenza e persuasione** (*tecniche di nudging*)
- **Informare il cittadino** sulle proprie performance di generazione di rifiuti (quantità, composizione)
- **Benefici** attesi: + 5-10% di tasso di riciclo (Fonte: RethinkWaste)



resource scanner



Fonte: ARS Ambiente

Fonte immagini: PlastiCircle



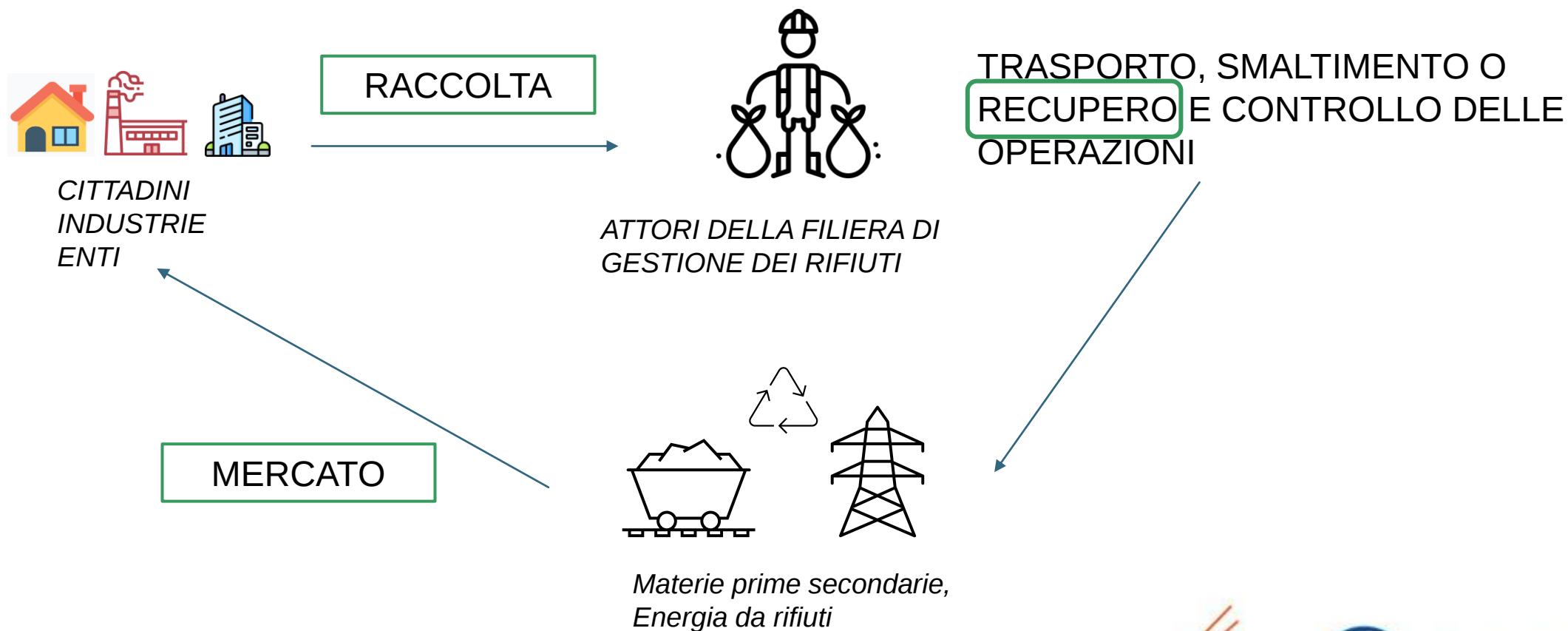
RACCOLTA DEI RIFIUTI

- 1 Analizzare l'attuale **organizzazione delle singole operazioni di raccolta** e valutare come renderle più efficienti →
 - Su cosa si può agire?
 - Buone pratiche
 - Soluzioni innovative nel panorama europeo
- 2 Analizzare **funzionamenti alternativi per la gestione di alcune categorie di prodotti a fine vita** →
 - Sistema DRS e raccolta selettiva
 - Casi di applicazione in Europa
- 3 Valutare la reale sostenibilità delle azioni e soluzioni proposte in ottica del **ciclo di vita** (*metodologia LCA, LCC, SLCA → vedi intervento di Camilla Tua*)



SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE DEI RIFIUTI

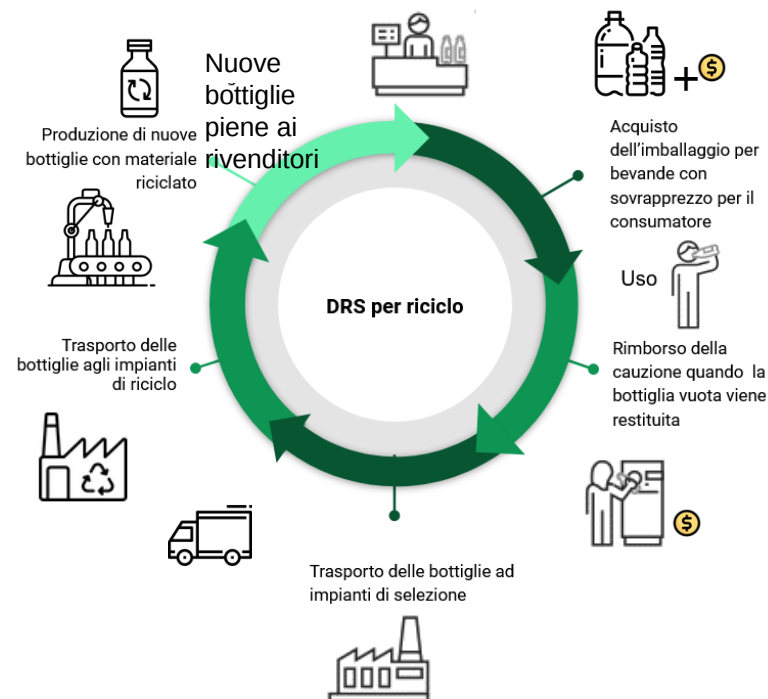
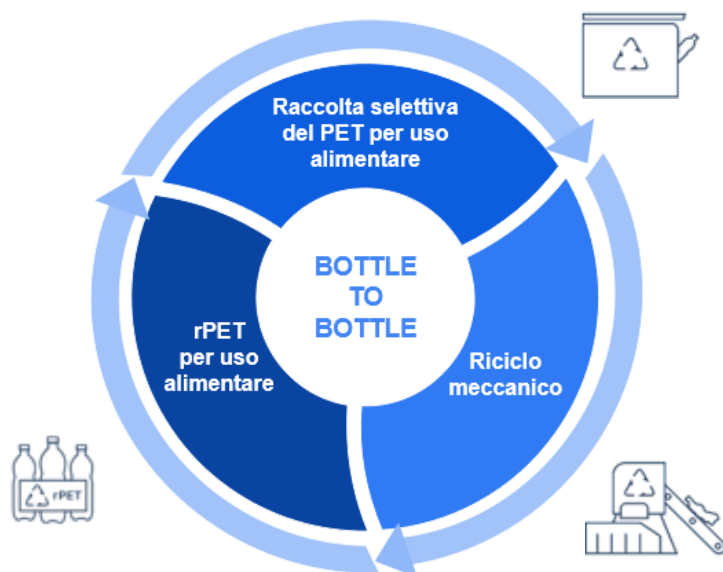
FUNZIONAMENTO TRADIZIONALE PER ALCUNE TIPOLOGIE DI IMBALLAGGI



2

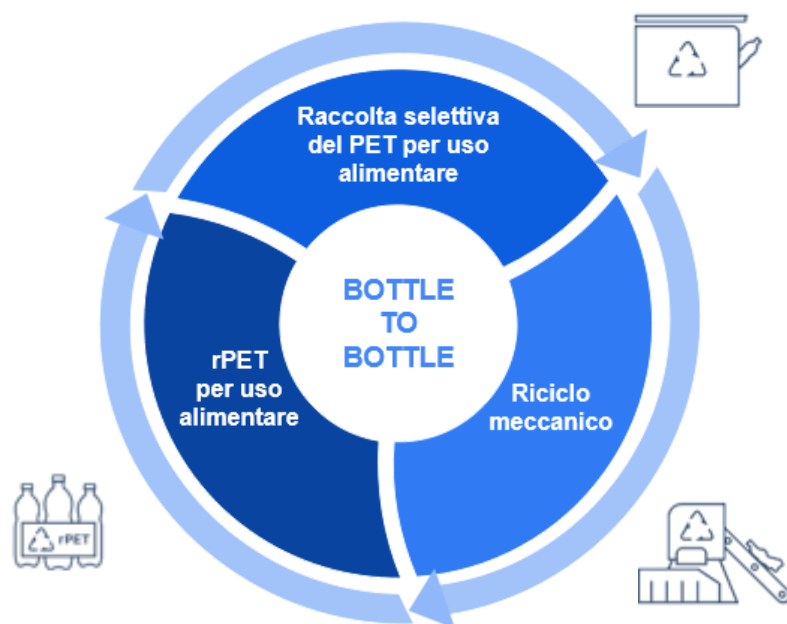
RACCOLTA SELETTIVA E DRS

FUNZIONAMENTO ALTERNATIVO PER ALCUNE TIPOLOGIE DI IMBALLAGGI



2

RACCOLTA SELETTIVA



Non c'è un sovrapprezzo al momento dell'acquisto e la restituzione è ricompensata con punti/sconti/premi



“Programma sperimentale Mangiaplastica” - Contributi ai Comuni al fine di ridurre i rifiuti in plastica

- Con il decreto “Mangiaplastica”, il Ministero della Transizione ecologica ha promosso l’acquisto di eco-compattatori da parte delle amministrazioni comunali attraverso il riconoscimento di uno specifico contributo.
- In particolare, ogni comune può ricevere un contributo di:
 - **15.000 euro** per eco-compattatori di capacità media
 - **30.000 euro** per eco-compattatori di capacità alta
- La dotazione è di **16 milioni di euro** per il 2021. La misura sarà confermata per altri tre anni, **fino al 2024**, con ulteriori risorse pari a 11 milioni di euro.

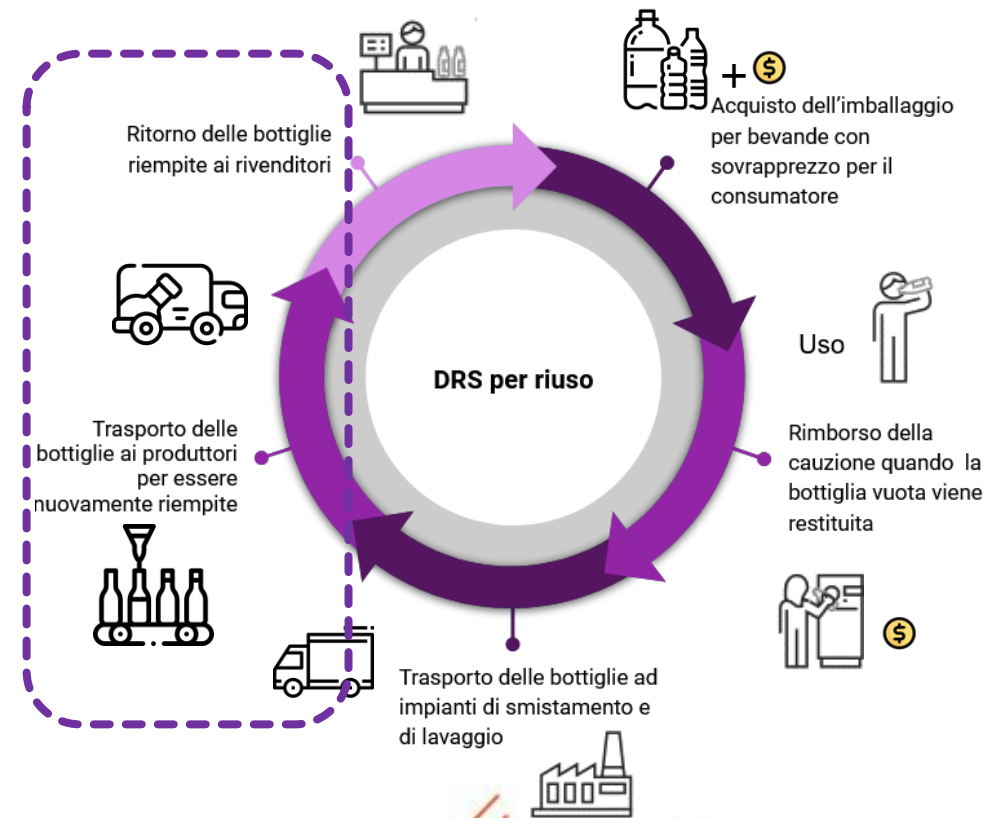
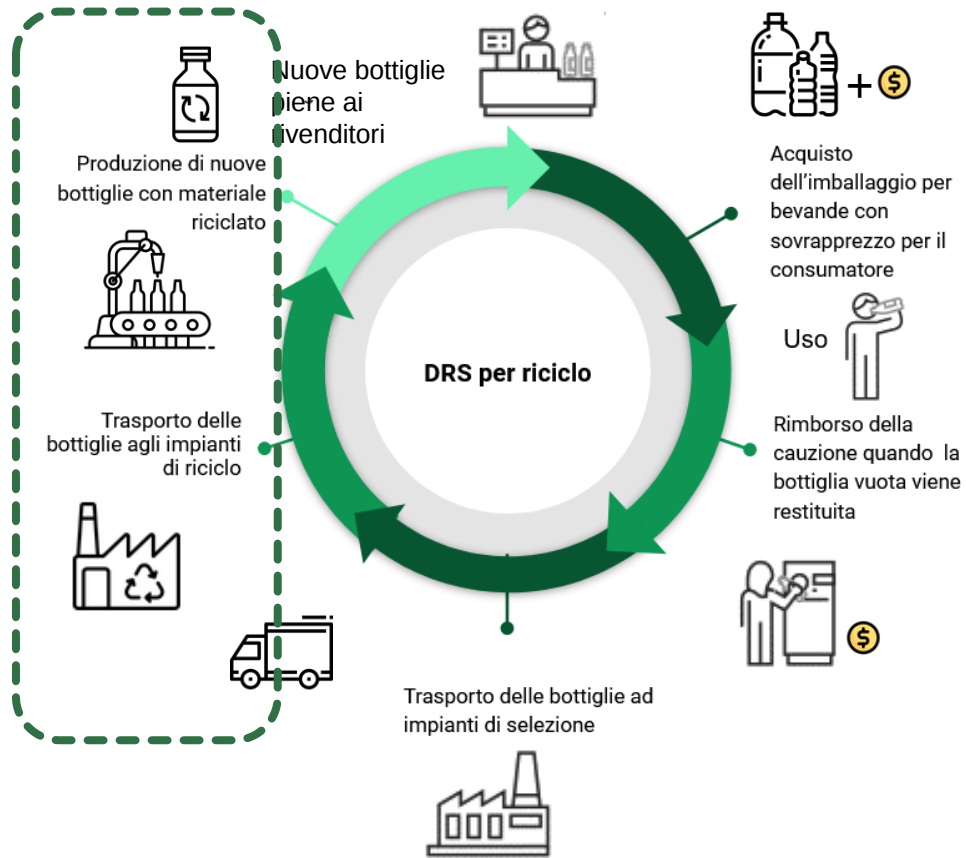


Conferendo le bottiglie Pet negli ecocompattatori Coripet si otterranno dei punti utilizzati per diverse tipologie di acquisto (in particolare on line) e si potrà aderire ad un apposito concorso a premi (fino al 31/10/2022), prendendo parte all'estrazione mensile di bici elettriche Nilox, gift card Mediaworld e libri e all'estrazione finale di una Fiat 500. Per poter partecipare al concorso bisognerà, necessariamente, scaricare l'App Coripet e registrarsi alla stessa. Ogni bottiglia correttamente inserita e rilevata dall'eco-compattatore darà diritto ad una partecipazione che verrà acquisita tra le giocate valide al fine dell'estrazione mensile dei premi in palio.



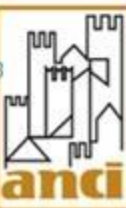
2

DRS – SISTEMA CON DEPOSITO CAUZIONALE



AWAR

CONAI
CONSORZIO NAZIONALE IMBALLAGGI



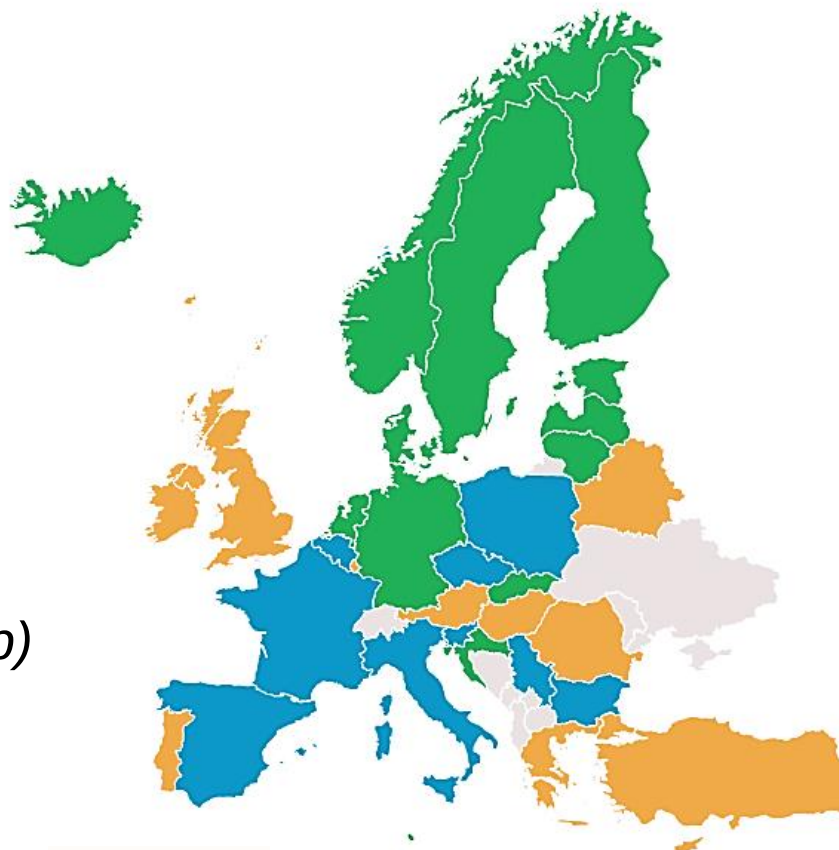
2

DRS IN EUROPA

Applicazioni: generalmente sui contenitori per bevande → contrassegnati con un simbolo riconoscibile

Benefici:

- Permette di incrementare quantità e qualità dei materiali raccolti
 - Tassi di raccolta oltre al 90%
 - Riciclo di alta qualità (*closed-loop*)
- Previene il *littering*
- Predisporre anche a sistemi di riuso



Sistemi attivi: 13

Decisione politica: 12

Discussione in corso: 9

Svezia (1984)	Portogallo (2024)
Norvegia (1989)	Bielorussia
Finlandia (1996)	Lussemburgo
Danimarca (2022)	Ungheria (2023)
Estonia (2005)	Romania (2022)
Paesi Bassi (2005, 2022*)	Turchia (2023)
Germania (2003, 2022/24*)	Grecia (2023)
Croazia (2006)	Cipro
Lituania (2016)	Belgio
Lettonia (2022)	Francia
Malta (2022)	Italia
Irlanda (2023)	Spagna
Scozia (2023)	Polonia
Inghilterra (2024)	Repubblica Ceca
Austria (2025)	Bulgaria
	Slovenia
	Serbia

Migliore qualità del materiale riciclato (Snell et al., 2017 → *L'analisi delle proprietà specifiche dei fiocchi di PET dimostra la superiorità dei sistemi con deposito cauzionale (DRS) rispetto alla tradizionale raccolta domiciliare*)





<https://buonrendere.it/>



Campagna

Chi siamo

Sistemi di deposito

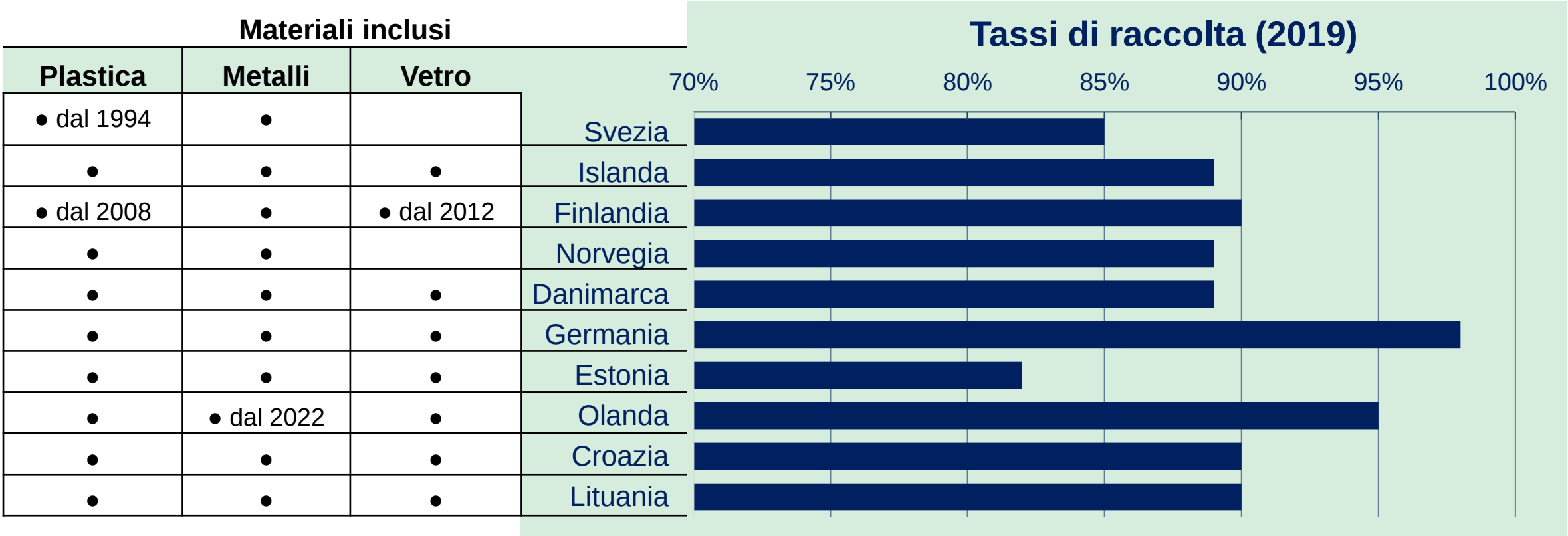
Partecipa

Firma la petizione

Aiutaci a ridurre l'inquinamento, firma la petizione per fermare la dispersione degli imballaggi nell'ambiente!

2

DRS IN EUROPA – TASSO DI RACCOLTA



Fonte: Global Deposit Book 2020. Reloop. 2020

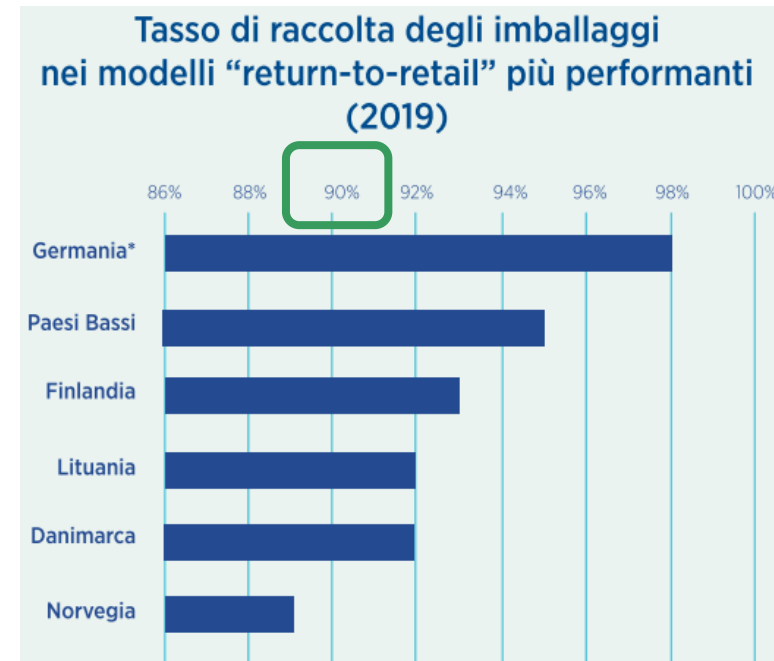


2

EFFICACIA DEI SISTEMI CON DEPOSITO CAUZIONALE

Elementi fondamentali per un DRS efficace :

- Sistema di **portata nazionale**
- Obbligatorio per **tutti i produttori** di bevande
- Tutte le **tipologie di imballaggio** e nei diversi materiali
- Corretto **importo della cauzione** (0,15-0,20 €) → minimo 0,10 €
- Sistema di gestione è **centralizzato** e gestito da un'entità **no-profit**
- Accompagnato da **target ambiziosi di raccolta e riciclo**
- Finanziato nell'ambito **EPR**
- Modello di raccolta semplice e user-friendly



Modello R2R: Return to Retail

[A buon rendere, convegno. 2022]



2

SISTEMI CON DEPOSITO CAUZIONALE - MODELLI

In Europa, sono attivi diversi sistemi di deposito cauzionale, che si possono classificare in quattro modelli:

- 1) **Modello basato sull'operatore** utilizzato in Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Lituania, Norvegia e Svezia.
- 2) **Modello basato sul distributore** utilizzato in Germania.
- 3) **Modello basato sul produttore** usato in Olanda.
- 4) **Modello basato sul consumatore** usato in Islanda.

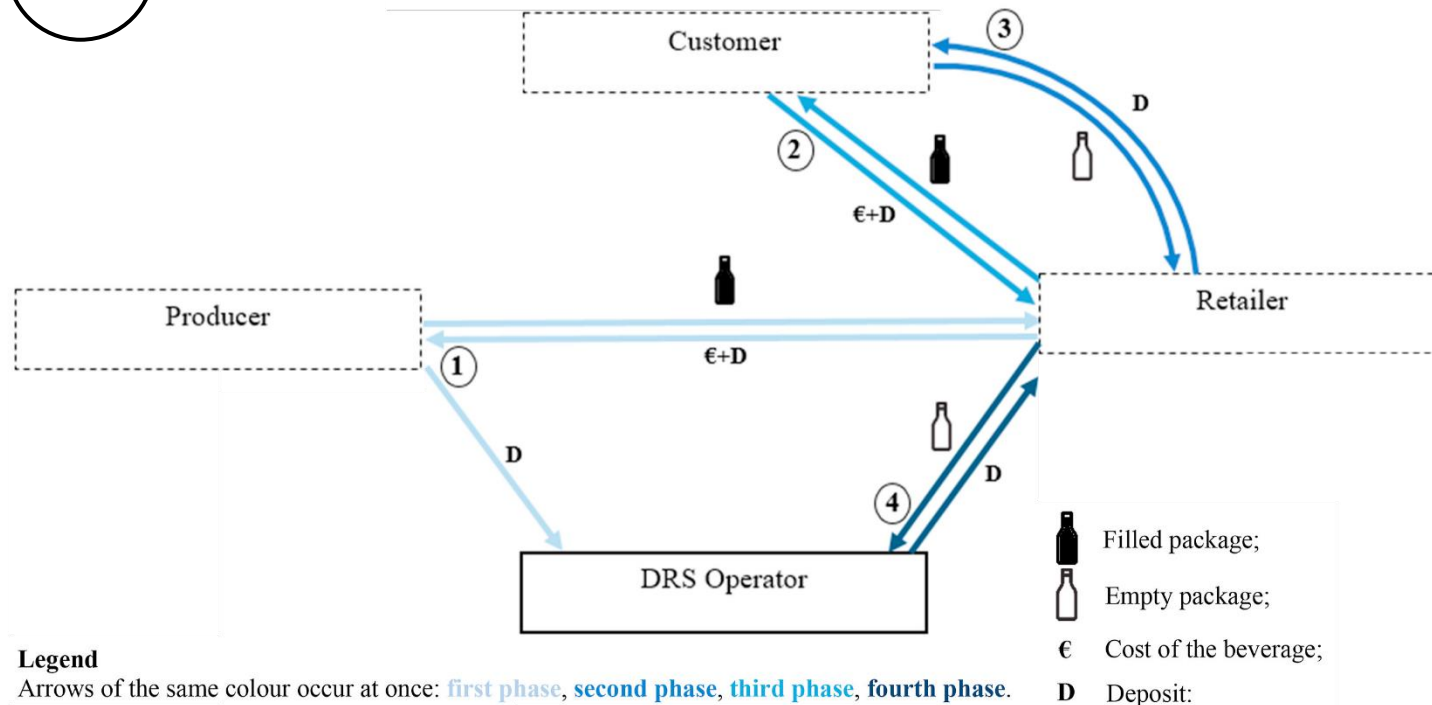
Gli attori del sistema che sono quattro:

- (a) Produttore di imballaggio e bevande;
- (b) Distributore;
- (c) Operatore DRS;
- (d) Consumatore.



2

DRS – MODELLO BASATO SULL'OPERATORE



L'operatore **gestisce** i vuoti intercettati.

L'operatore **finanzia** le sue operazioni in tre modi:

- quota di profitti dal produttore (che dipendono anche dai costi di gestione);
- deposito cauzionale non reclamato;
- quota pagata dal produttore/riciclatore per ogni bottiglia vuota consegnata.

Fase 1) Il distributore acquista bottiglia e paga il deposito al produttore. Il deposito viene gestito dall'operatore

Fase 2) Il cliente acquista bottiglia e paga il deposito come costo aggiuntivo al valore del prodotto

Fase 3) Il cliente restituisce il vuoto al distributore e riceve l'intero valore del deposito

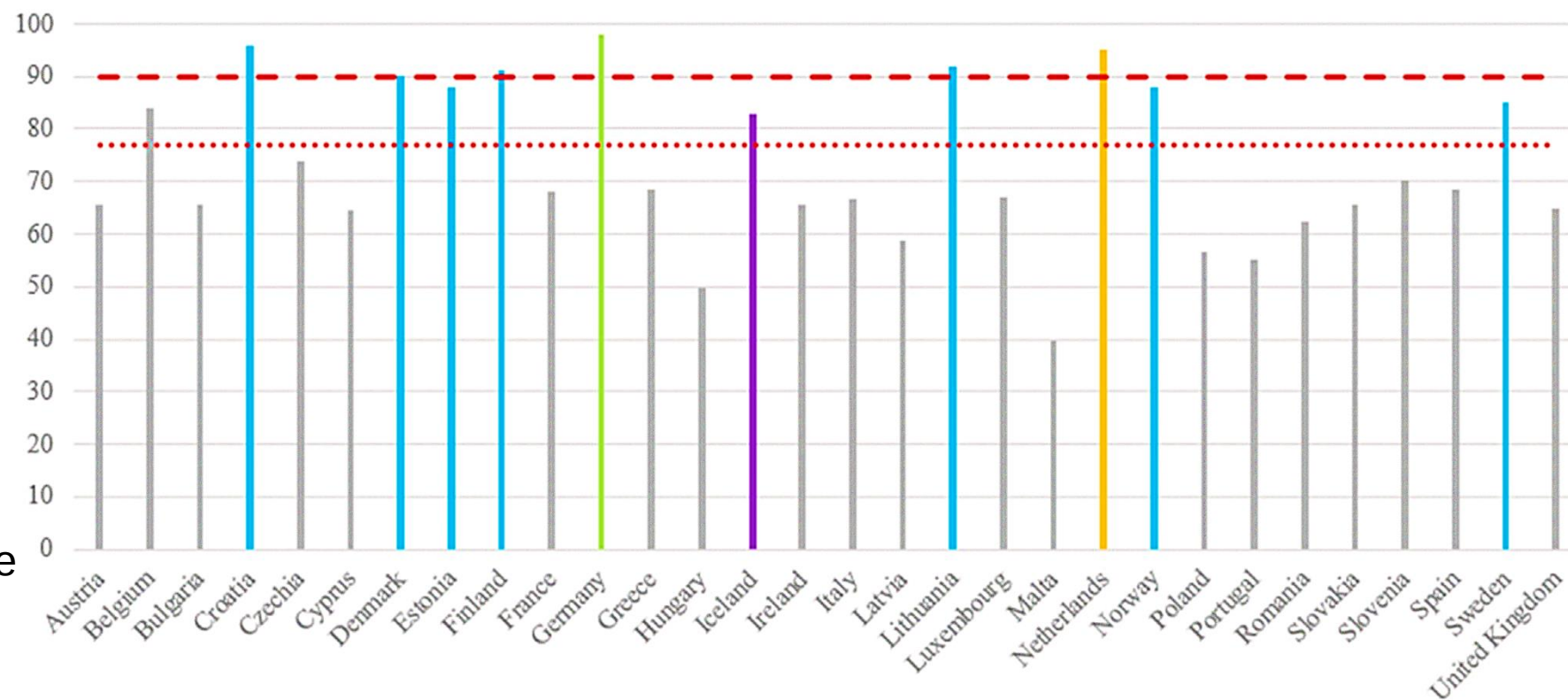
Fase 4) L'operatore raccoglie i vuoti dal distributore e diventa responsabile per la loro gestione/riciclo



2

DRS IN EUROPA – TASSO DI RACCOLTA

- EU-target 2025
- - - EU-target 2029
- No DRS
- Modello operatore
- Modello distributore
- Modello produttore
- Modello consumatore



Fonte: A. Calabrese et al, "Operating modes and cost burdens for the European deposit-refund systems: A systematic approach for their analysis and design", Journal of Cleaner Production 288 (2021)



2

DRS IN EUROPA – RAGGIUNGIMENTO OBIETTIVI

- 2018: Strategia sulla plastica nell'economia circolare
- 2019: Direttiva SUP (Single Use Plastic Products) sulla plastica mono-uso

Obiettivi per il contenuto di materiale riciclato



Obiettivi per la raccolta differenziata delle bottiglie in plastica



Tasso medio di raccolta per le bottiglie in PET in Europa (2018)

- 47% (paesi senza DRS)
- 94% (paesi con DRS)

Fonte: «PET Market in Europe. State of play» Eunomia 2020



2

VALUTAZIONE DEI DRS – caso studio

$CDRS = \text{Costi} - \text{Ricavi}$

$C\text{-}DRS > 0 \rightarrow$ Costi per attuare il DRS sono maggiori dei ricavi



$C\text{-}DRS < 0 \rightarrow$ Costi per attuare il DRS sono minori dei ricavi



COSTI: dipendono dai costi di (1) acquisto e manutenzione macchinari (2) raccolta imballaggi vuoti (3) trasporto e gestione dei vuoti (4) selezione e trattamento degli imballaggi vuoti

RICAVI: dipendono dal valore di mercato del materiale raccolto e dal tasso di materiale intercettato



Si possono considerare anche le esternalità: effetti esterni connessi all'implementazione del DRS

$CDRS_{\text{con_esternalità}} = CDRS - RRD - RCO_2$

$\rightarrow$ RRD= risparmio per mancata dispersione in ambiente (littering)

$\rightarrow$ RCO_2 = valore economico della CO_2 non rilasciata in atmosfera





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Giulia Cavenago

Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

giulia.cavenago@polimi.it



**POLITECNICO
MILANO 1863**