

ANCI-CONAI FORMAZIONE 2022

INCONTRI TERRITORIALI



Innovazione nella gestione dei
rifiuti: raccolta dei rifiuti



GIUSEPPE CECERE

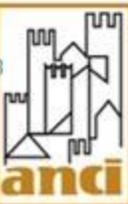
*Ingegneria Civile e Ambientale
Politecnico di Milano*



**POLITECNICO
MILANO 1863**

INDICE

- Sistema integrato di gestione dei rifiuti
- Obiettivi per il raggiungimento dei target europei
- Casi di innovazione nella gestione dei rifiuti
- Tariffazione puntuale (**Pay As You Throw - PAYT**)
- Sistema con deposito cauzionale (**Deposit Return System - DRS**)



Sistema integrato di gestione dei rifiuti



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
- Favorire il riciclo di alta qualità



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



AGENDO SUL MERCATO: predisporre un mercato per i materiali riciclati



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

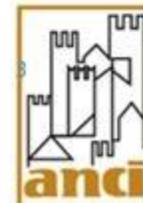
2

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

- Sistema DRS e raccolta selettiva
- Casi studio/reali nel panorama europeo

3

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

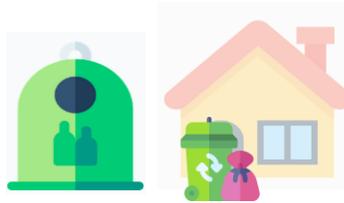


1

SISTEMA DI RACCOLTA: su cosa si può agire?

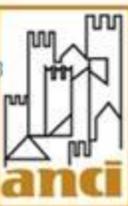
Organizzazione delle operazioni

- **Modalità di raccolta** (es. 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 tariffe come il PAYT**



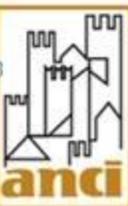
Raggruppamento dei materiali

- Raccolta monomateriale
- Raccolta multimateriale



1 Raccomandazioni da analisi su contesto europeo

- Raccolta **porta a porta** → rese di intercettazione superiori ma i costi sono spesso maggiori
- Raccolta in **contenitori stradali** → maggiori impurità può essere sensata per alcune frazioni come il vetro
- Raccolta **differenziata** strettamente **monomateriale** → tassi di riciclo più alti
- 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)** → raccolta differenziata di successo, ma può portare a 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)
3. **Centri di raccolta per rifiuti domestici (ecocentri)** → centri dove conferire rifiuti domestici, anche pericolosi; ad integrazione della raccolta porta a porta e possono ospitare **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



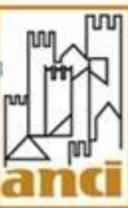
VARESE, BITETTO,
BASSANO DEL GRAPPA



TREVISO, PARMA



FIRENZE



1

Esempi di innovazione: soluzioni per i centri storici



Eco-stop ed Eco-bus



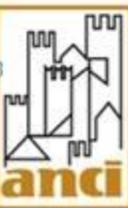
VENETO, EMILIA
ROMAGNA,
MARCHE

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



Ricicleria mobile

MILANO



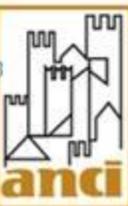
1

Esempi di innovazione: ecostazioni



- 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



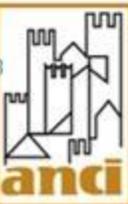
1

Esempi di innovazione: centri del riuso



Cassina de Pecchi (MI)

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



1

Esempi di innovazione: ottimizzazione della logistica

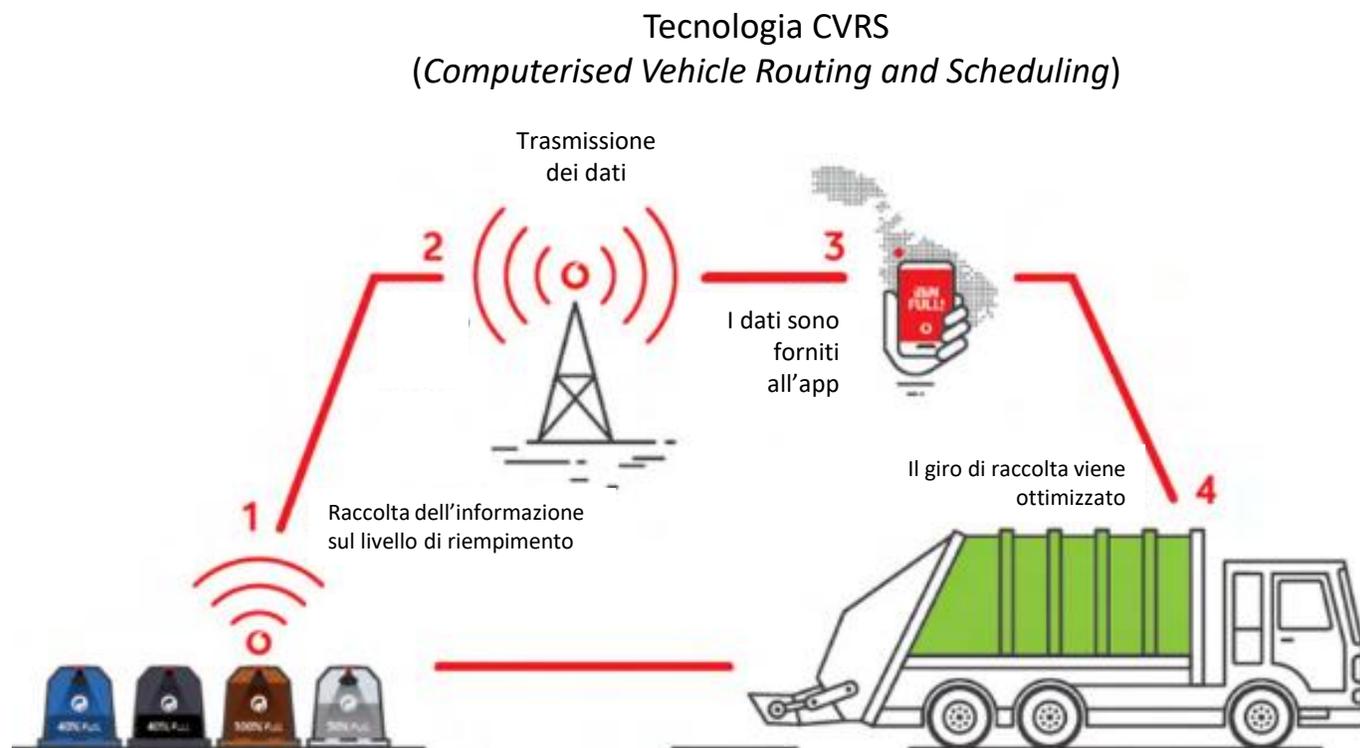
Sensori di riempimento



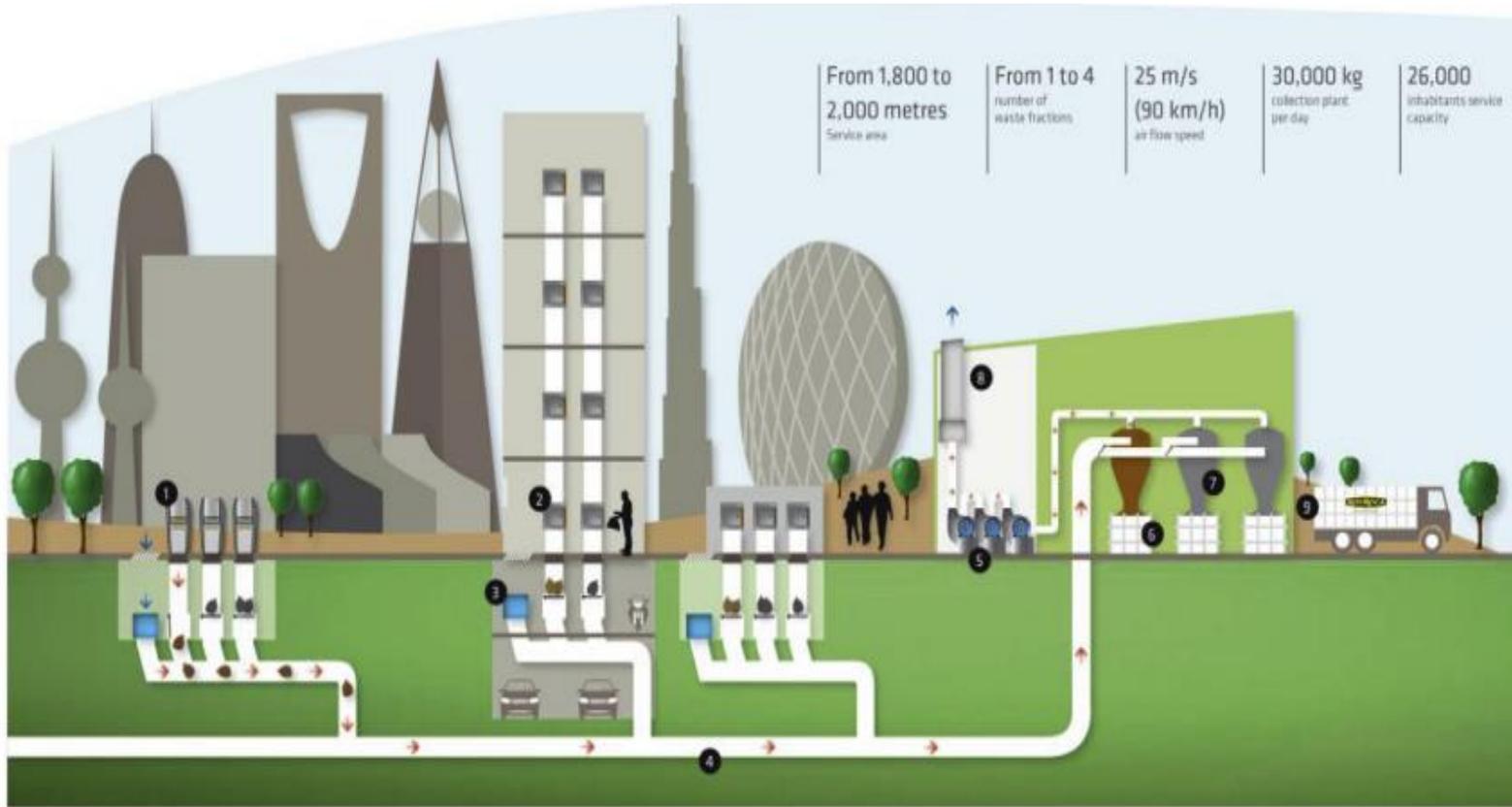
Fonte: PlastiCircle

Fonte: a2a smartcity – smart bin

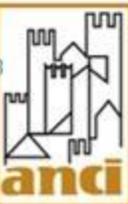
Pianificazione del percorso di raccolta



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



1 Esempi di innovazione: sistemi di raccolta pneumatico



PRO

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

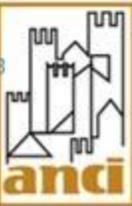
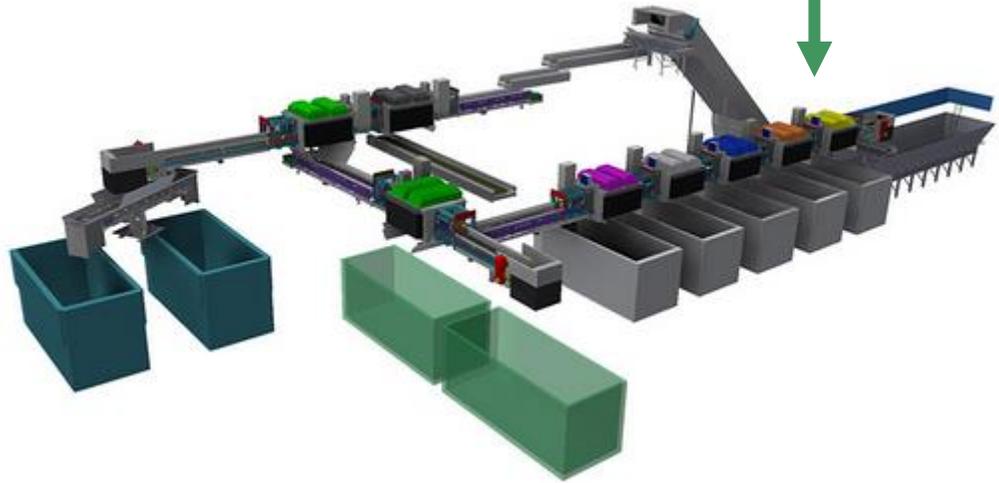
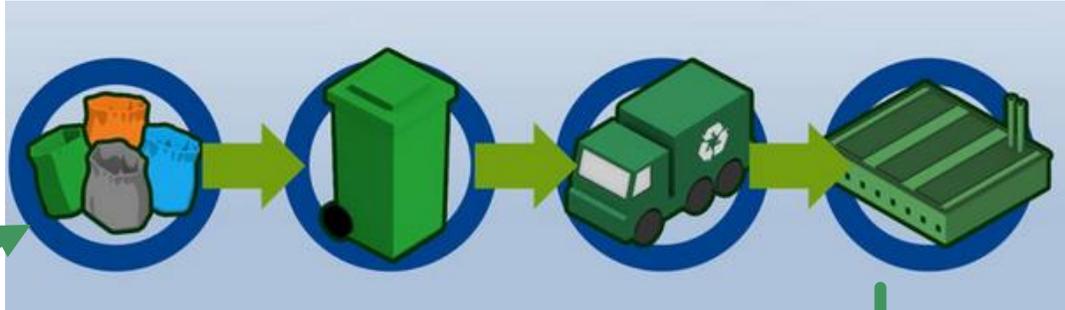
CONTRO

- **Ingenti investimenti** iniziali
- **Difficile implementazione** in aree **urbane consolidate**
- **Alti consumi energetici**
- **Non sensibilizzano** sulla **prevenzione** dei rifiuti

1

Esempi di innovazione: gestione/logistica

Opti-bag
In uso in Scandinavia



1

Esempi di innovazione: gestione/logistica

Quattro Select System
In uso in Svezia



Capacità: 10 tonnellate
Costo 420.000 €

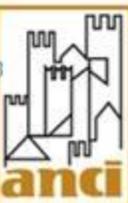


1

Tarrifazione puntuale - PAYT

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

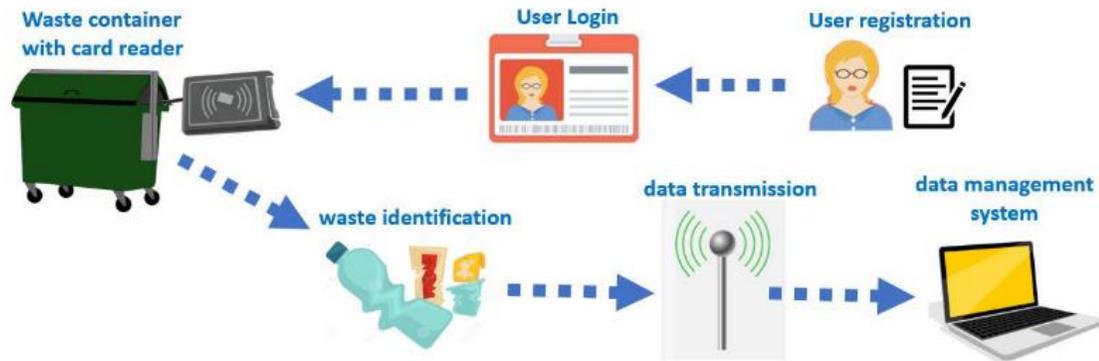


1

Tarrifazione puntuale - PAYT

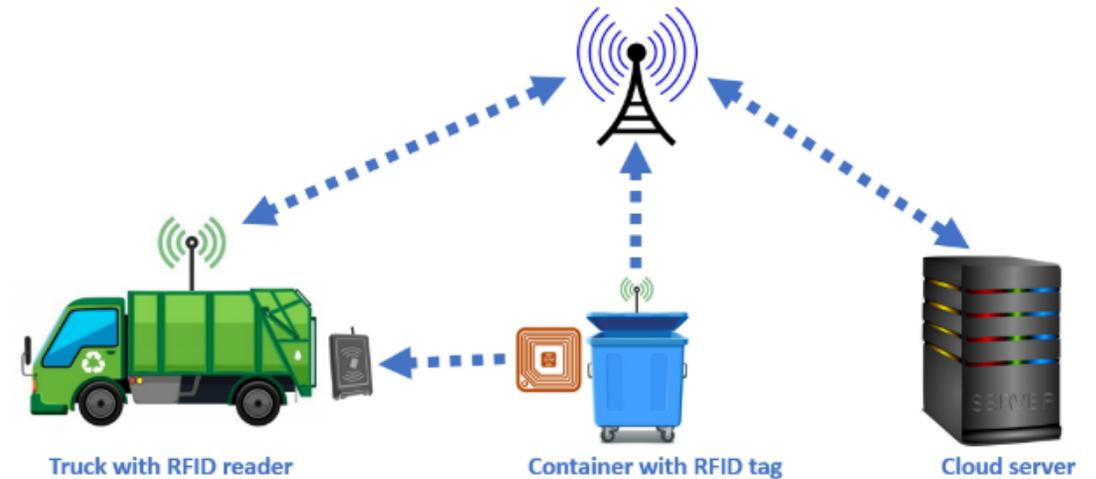
L'implementazione PAYT necessita:

- 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

1

Tarrifazione puntuale - PAYT

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**
- **Informare il cittadino** sulle proprie performance di generazione di rifiuti (quantità, composizione)
- **Benefici attesi:**
+ 5-10% di tasso di riciclo

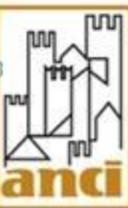
Fonte: RethinkWaste



Fonte: ARS Ambiente

Fonte immagini: PlastiCircle

A screenshot of a digital message on a blue background. At the top left, there is a pink circle with the number '1'. The text reads: 'Good morning Mr Smith! Are you doing it right?'. Below this, there is a small icon of a trash bag. The text continues: 'In the last 6 months you picked: 3 rolls (30 bags)'. Below that, it says: 'Households like yours (4 people) in Bergamo picked as an average: 2,2 rolls (22 bags)'. The message concludes with: 'You can do better! Please separate properly.' and a yellow sad face emoji. At the bottom right, there is a pink button with the word 'next'.



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

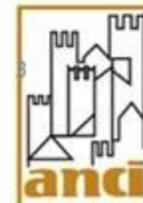
Analizzare **funzionamenti alternativi per la gestione di alcune categorie di prodotti a fine vita**



- Sistema DRS e raccolta selettiva
- Casi studio/reali nel panorama europeo

3

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



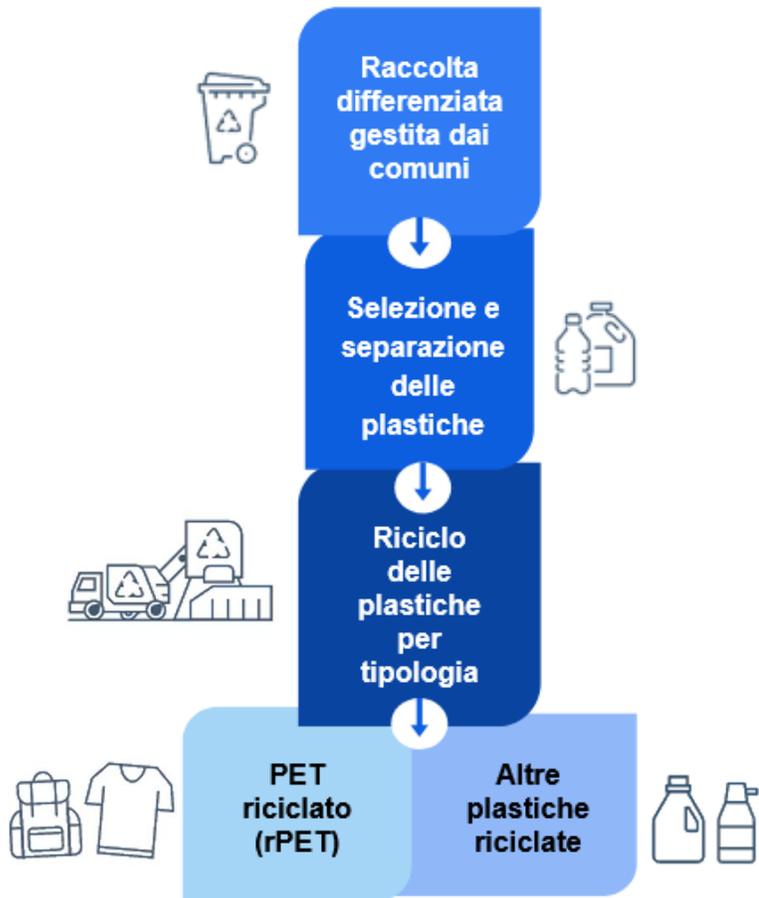
2

Raccolta selettiva

Raccolta differenziata

vs

Raccolta selettiva



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



AWAR

2

Eco compattatori - CORIPET

“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.

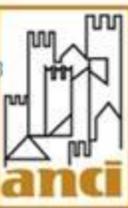
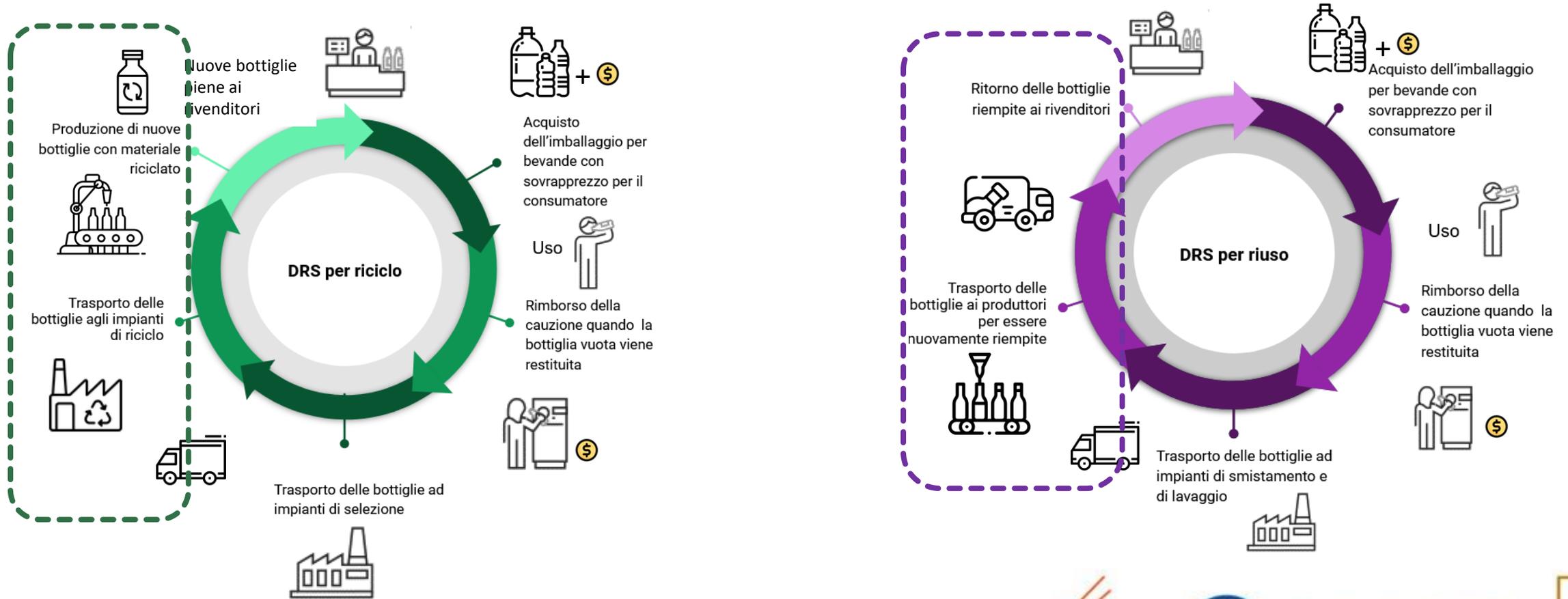


Conferendo le bottiglie Pet negli ecocompattatori Coripet si otterranno dei punti utilizzati per diverse tipologie di acquisto (in particolare on line) e si potrà aderire ad un apposito concorso a premi (fino al 31/10/2022), prendendo parte all’ estrazione mensile di bici elettriche Nilox, gift card 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’ ecocompattatore 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



2

DRS In Europa

Applicazioni:

- Generalmente sui contenitori per bevande
→ contrassegnati con un simbolo riconoscibile

Benefici:

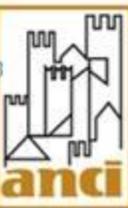
- Permette di incrementare quantità e qualità dei materiali raccolti
 - Tassi di raccolta oltre al 90%
 - Riciclo di alta qualità (*closed-loop*)
- Previene il *littering*
- Predisporre anche a sistemi di riuso



Sistemi attivi: 13
 Decisione politica: 12
 Discussione in corso: 9

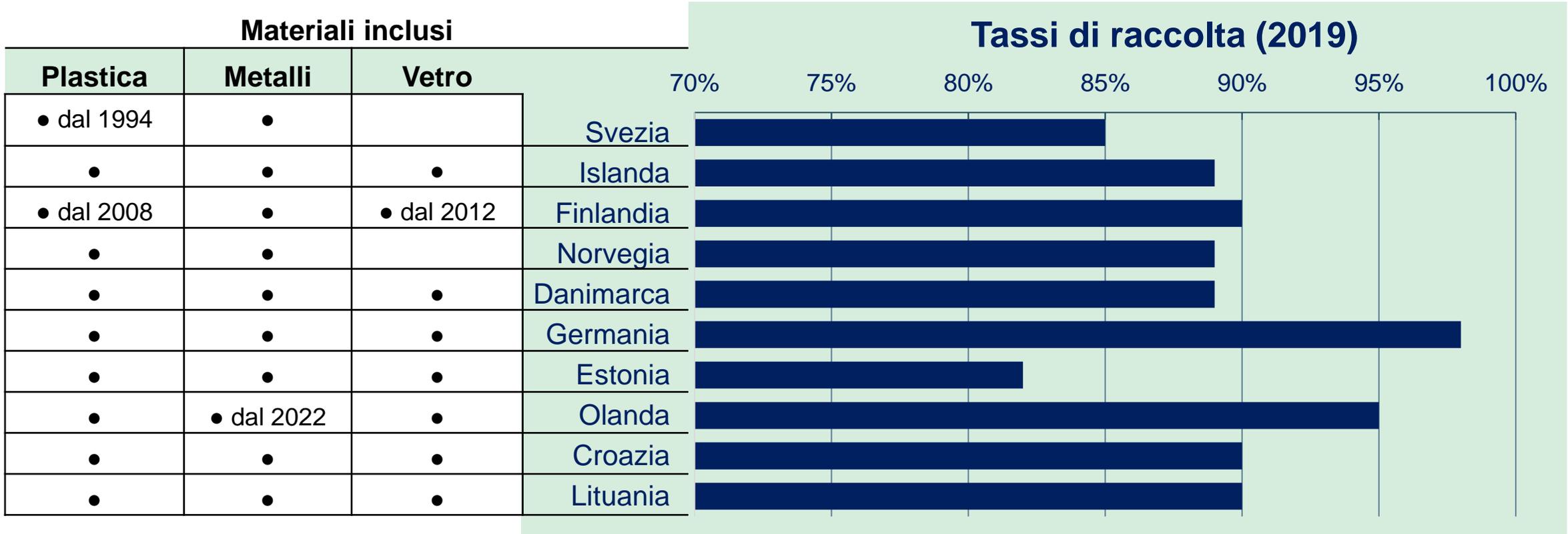
- | | |
|---------------------------|-------------------|
| Svezia (1984) | Portogallo (2024) |
| Norvegia (1989) | Bielorussia |
| Finlandia (1996) | Lussemburgo |
| Danimarca (2022) | Ungheria (2023) |
| Estonia (2005) | Romania (2022) |
| Paesi Bassi (2005, 2022*) | Turchia (2023) |
| Germania (2003, 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*)

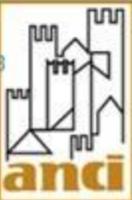


2

DRS In Europa – tasso di raccolta



Fonte: Global Deposit Book 2020. Reloop. 2020

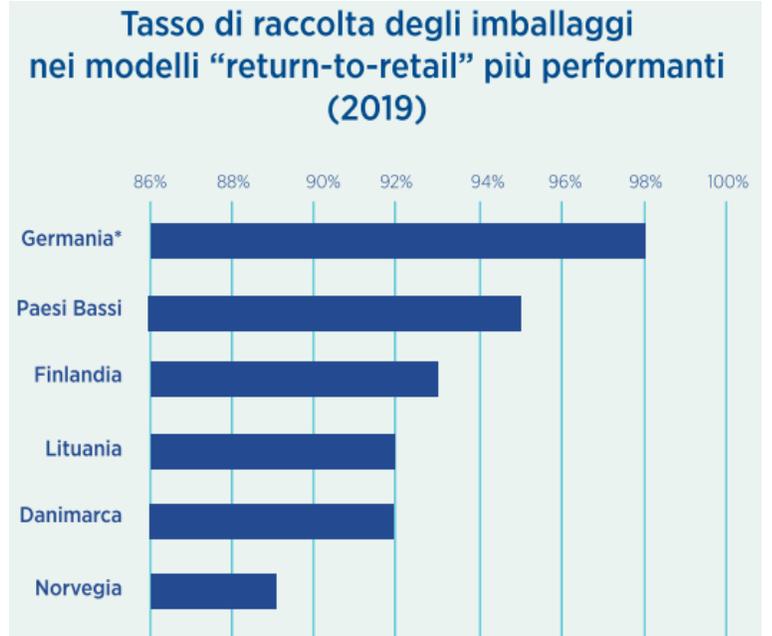


2

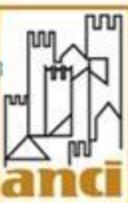
Efficacia dei sistemi con deposito cauzionale

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

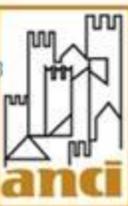


2

Sistemi con deposito cauzionale - modelli

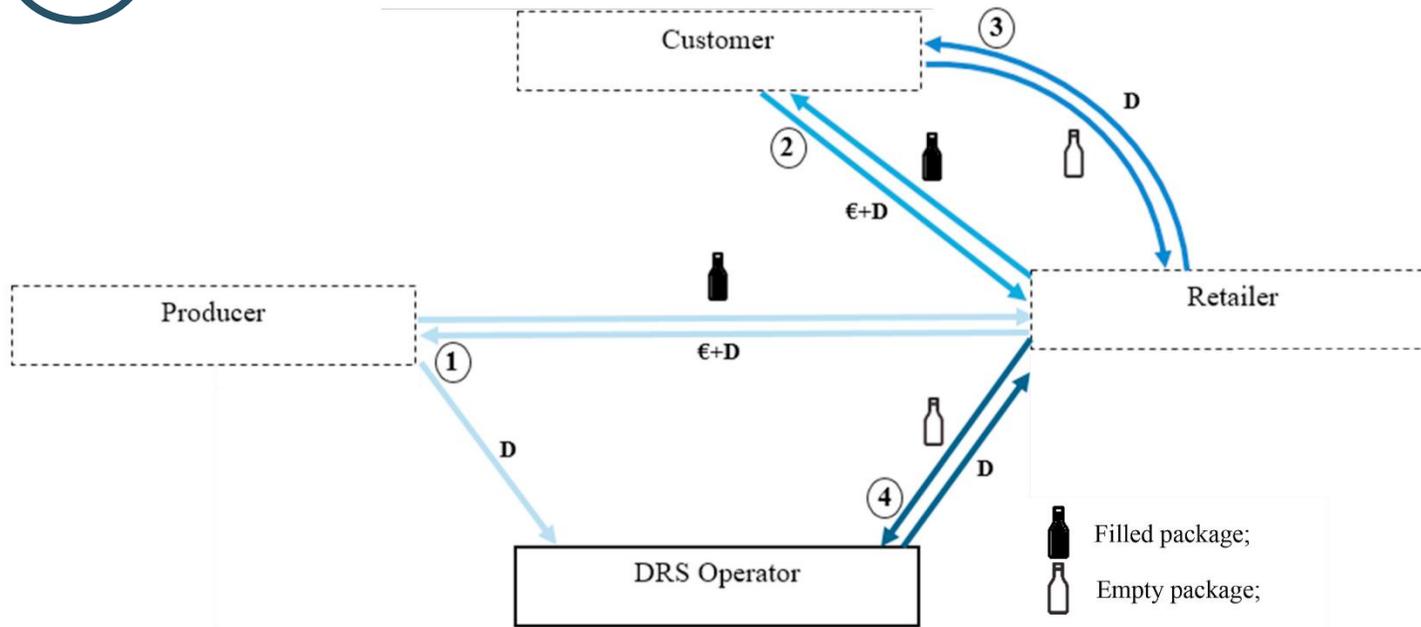
In Europa, sono attivi diversi sistemi di deposito cauzionale, che si possono classificare in quattro modelli:

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



2

DRS – Modello basato sull'operatore



Legend

Arrows of the same colour occur at once: **first phase**, **second phase**, **third phase**, **fourth phase**.

- Filled package;
- Empty package;
- € Cost of the beverage;
- D Deposit;

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

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

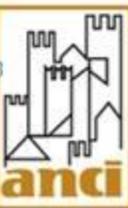
- quota di profitti dal produttore;
- deposito cauzionale non reclamato;
- i produttori pagano all'operatore una quota per ogni bottiglia.

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

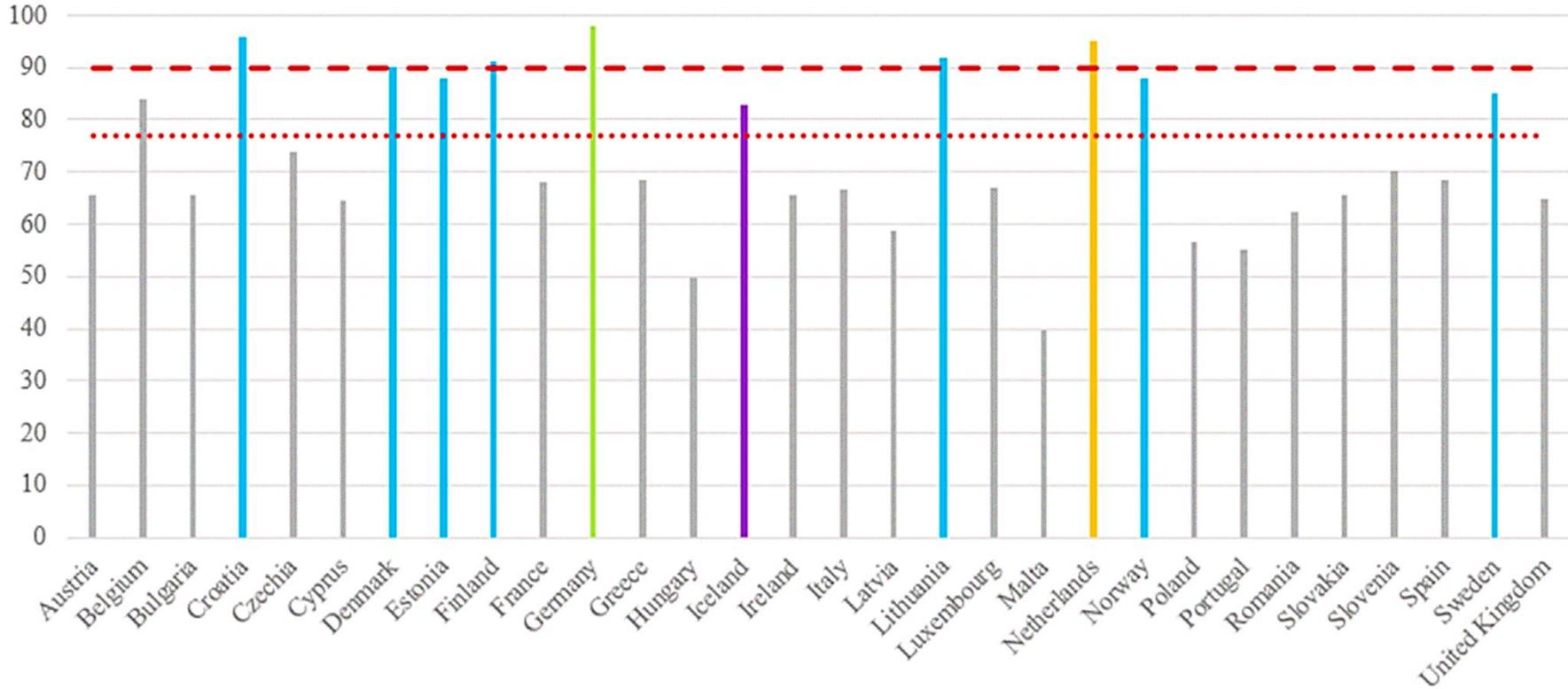
Fase 4) L'operatore raccoglie i vuoti dal distributore e diventa responsabile per la loro gestione/riciclo



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

VALUTAZIONE DEI DRS – caso studio

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

→ C-DRS > 0 → Costi per attuare il DRS sono maggiori dei ricavi

→ C-DRS < 0 → Costi per attuare il DRS sono minori dei ricavi



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

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

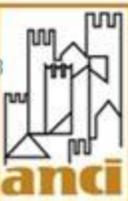


Si possono considerare anche le esternalità: effetti esterni connessi all'implementazione del DRS

$$\text{CDRS}_{\text{con_esternalità}} = \text{CDRS} - \text{RRD} - \text{RCO}_2$$

→ RRD= risparmio per mancata dispersione in ambiente (littering)

→ RCO₂= valore economico della CO₂ non rilasciata in atmosfera





Giuseppe Cecere

Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

giuseppe.cecere@polimi.it



**POLITECNICO
MILANO 1863**