



 POLITECNICO DI MILANO



“ZERO Waste: fare i conti con l’ambiente” – 26/09/2013, Ravenna

ESPERIENZE E RICERCHE SUL CICLO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI

M. Grosso

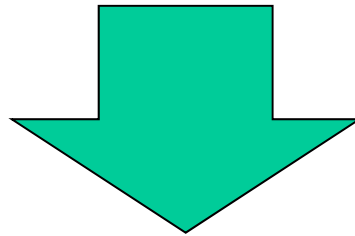
Dip. di Ingegneria Civile e Ambientale

Centro Studi MatER, Piacenza





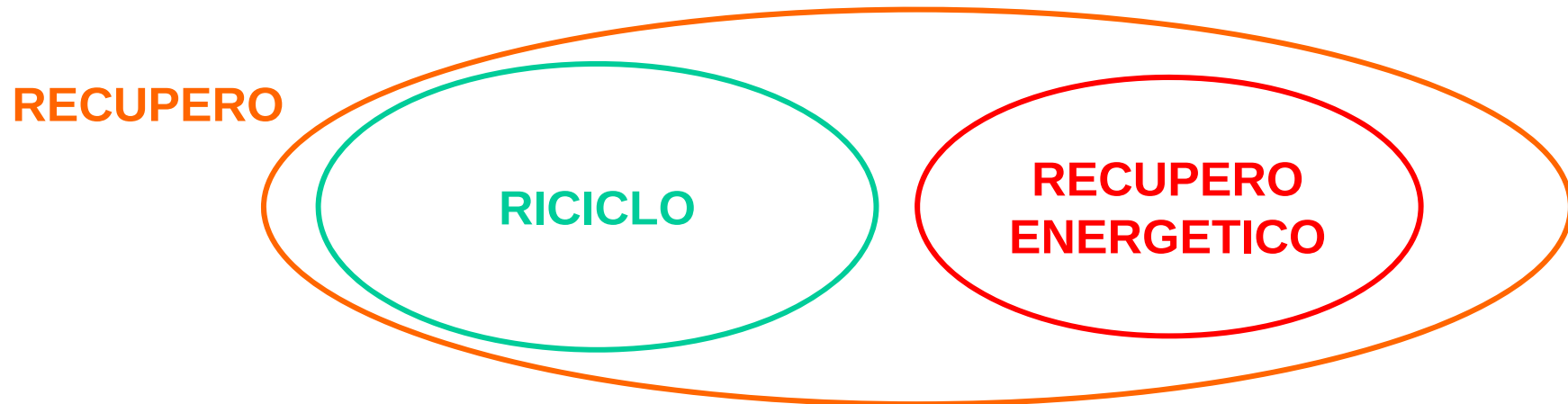
ZERO WASTE = ZERO SPRECHI



Attività di studio e ricerca sulla minimizzazione
degli SPRECHI, ovvero la massimizzazione
dei RECUPERI

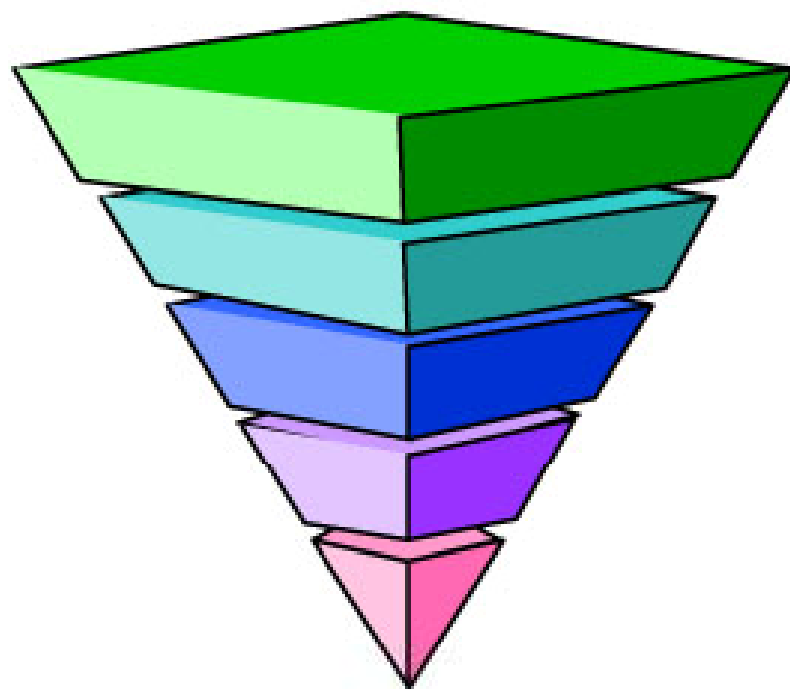


CHE COSA SI INTENDE PER “RECUPERO”?





La gerarchia di gestione dei rifiuti



Prevention

If you can't prevent, then....

Prepare for reuse

If you can't prepare for reuse, then....

Recycle

If you can't recycle, then....

Recover other value (e.g. energy)

If you can't recover value, then....

Disposal

Landfill if no alternative available.

Source: <http://www.sepa.org.uk>

gli Stati membri adottano misure volte a incoraggiare le opzioni che danno il miglior risultato ambientale complessivo. A tal fine può essere necessario che flussi di rifiuti specifici si discostino dalla gerarchia laddove ciò sia giustificato dall'impostazione **in termini di ciclo di vita** in relazione agli impatti complessivi della produzione e della gestione di tali rifiuti

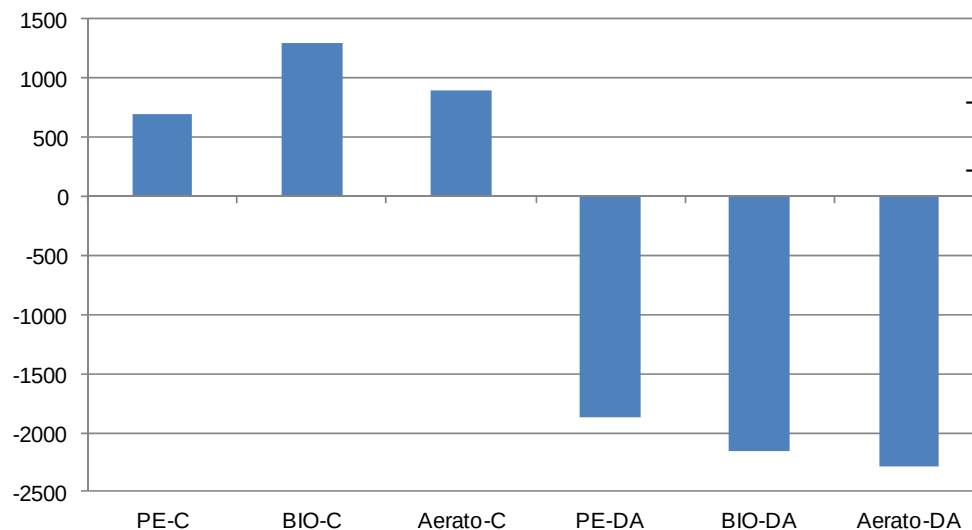


La gerarchia di gestione dei rifiuti

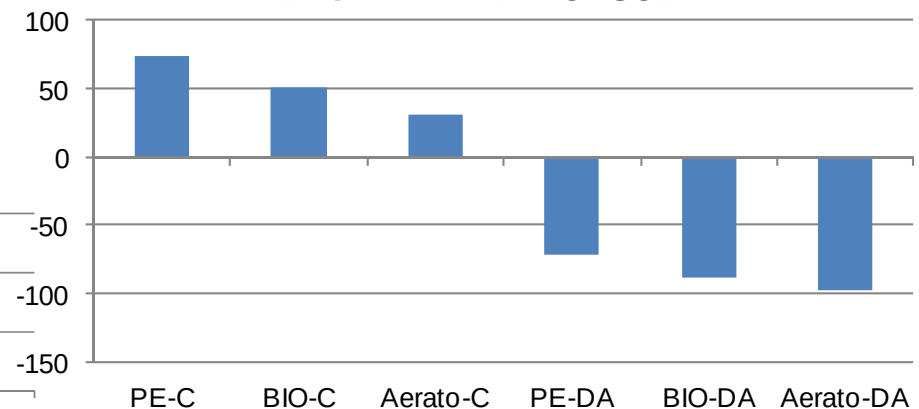
Un esempio di scostamento dalla gerarchia

“La LCA mostra che per il rifiuto organico la digestione anaerobica risulta migliore di altre opzioni di riciclo e recupero” (DEFRA, UK)

**Impatto energetico
[MJeq/t_{FORSU}]**



**Riscaldamento globale
[kgCO₂eq/t_{FORSU}]**





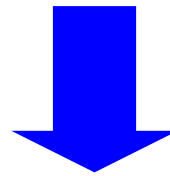
La gerarchia di gestione dei rifiuti

Paper and Card	Food	Garden Waste	Textiles	Wood	Glass	Metals	Plastics±	WEEE	Tyres	Residual 'black bag'
Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention	Prevention
Preparation for re-use			Preparation for re-use	Preparation for re-use	Preparation for re-use	Preparation for re-use	Preparation for re-use	Preparation for re-use	Re-treading	
Recycling	Anaerobic Digestion	Anaerobic Digestion (dry) ²	Recycling	Recycling; energy recovery ♦ (preferable to recycling for lower grade materials)	Recycling in a remelt process	Recycling	Closed loop recycling	Recycling (esp. suitable for metals and high quality plastic)	Recovery: use in road surfaces	Solid recovered fuel derived from MHT or MBT, where it replaces coal*
	Composting; other energy recovery technologies	Composting; other energy recovery technologies			Other recycling		Other recycling	Energy recovery (esp. suitable for non-hazardous mixed plastic)	Energy recovery in cement kilns	Energy Recovery, all technologies (Heat Only)
Energy recovery ♦ (esp. suitable for short fibres or contaminated materials)			Energy recovery ♦		Energy recovery ♦	Recycling after energy recovery	Energy recovery ♦		Energy recovery through pyrolysis	Energy Recovery, all technologies (CHP)
									Other recovery (eg drainage fill & sea defences)	Energy Recovery, all technologies (Electricity Only)
									Gasification/incineration with EfW	MBT or MHT outputs used as fuel (but do not replace coal) or *
Disposal	Disposal	Disposal	Disposal	Disposal	Disposal	Disposal	Disposal	Disposal	Microwave treatment	Disposal

Source: Guidance on applying the Waste Hierarchy, www.defra.gov.uk



Verificare se e/o in quali condizioni, alla riduzione della produzione di rifiuti conseguibile con una specifica attività di prevenzione è associata anche una riduzione degli impatti complessivi sull'ambiente



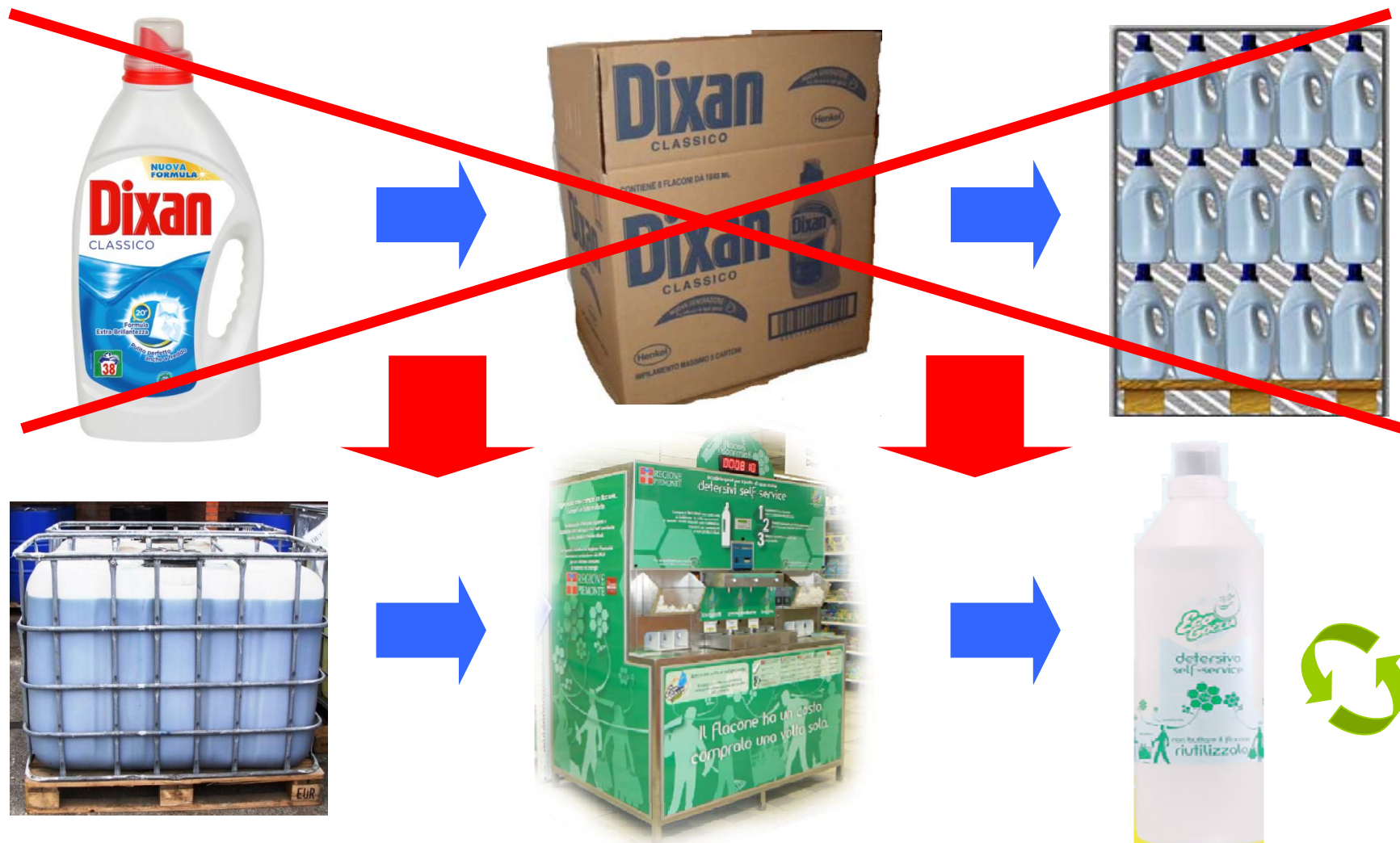
**valutazione completa dell'effettiva convenienza
ambientale dell'attività di prevenzione**



La prevenzione dei rifiuti

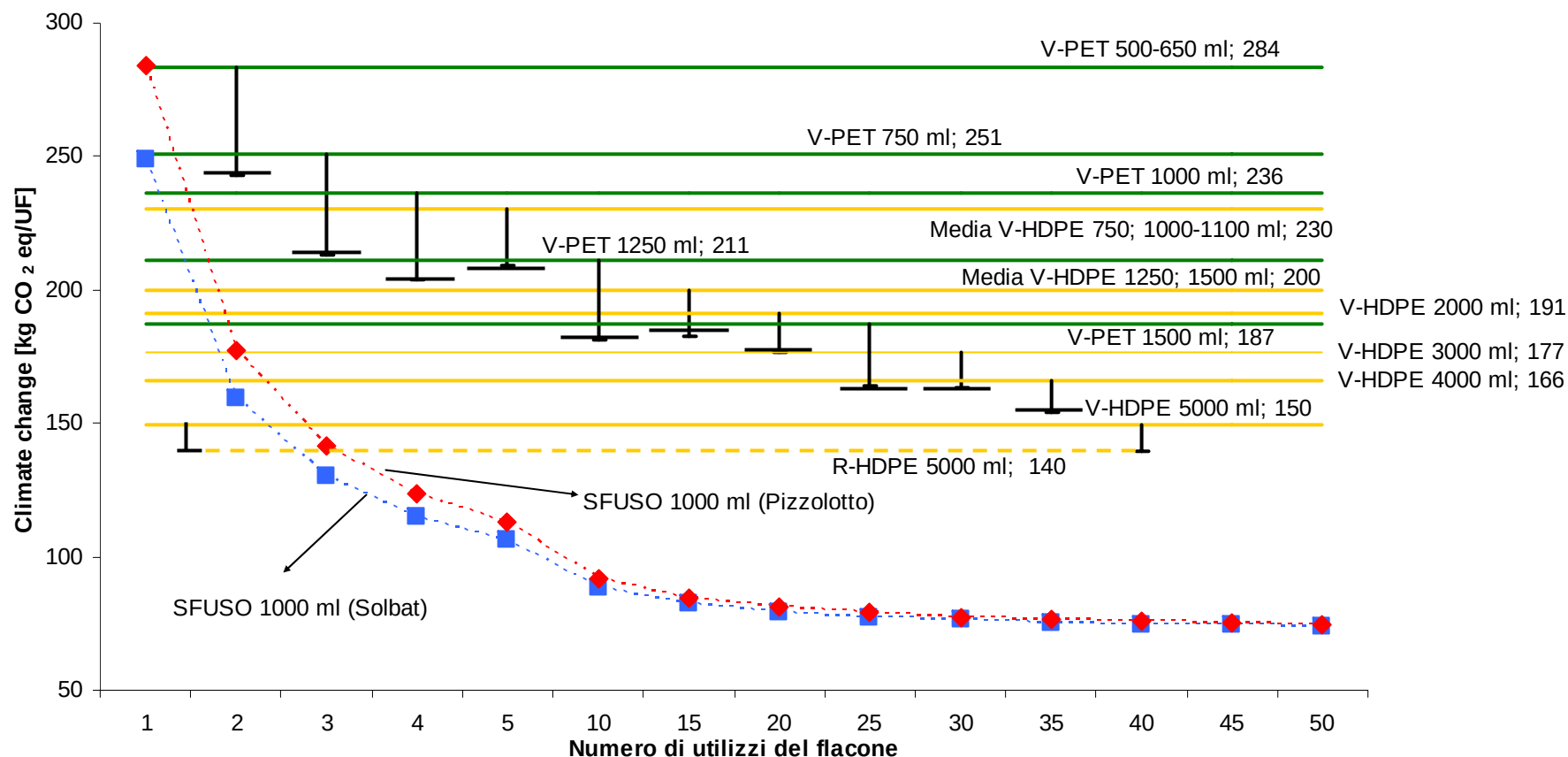
8

Distribuzione, presso la GDO, di detersivi liquidi in modalità “sfusa” anziché confezionati in flaconi monouso (azione #1 del PARR)





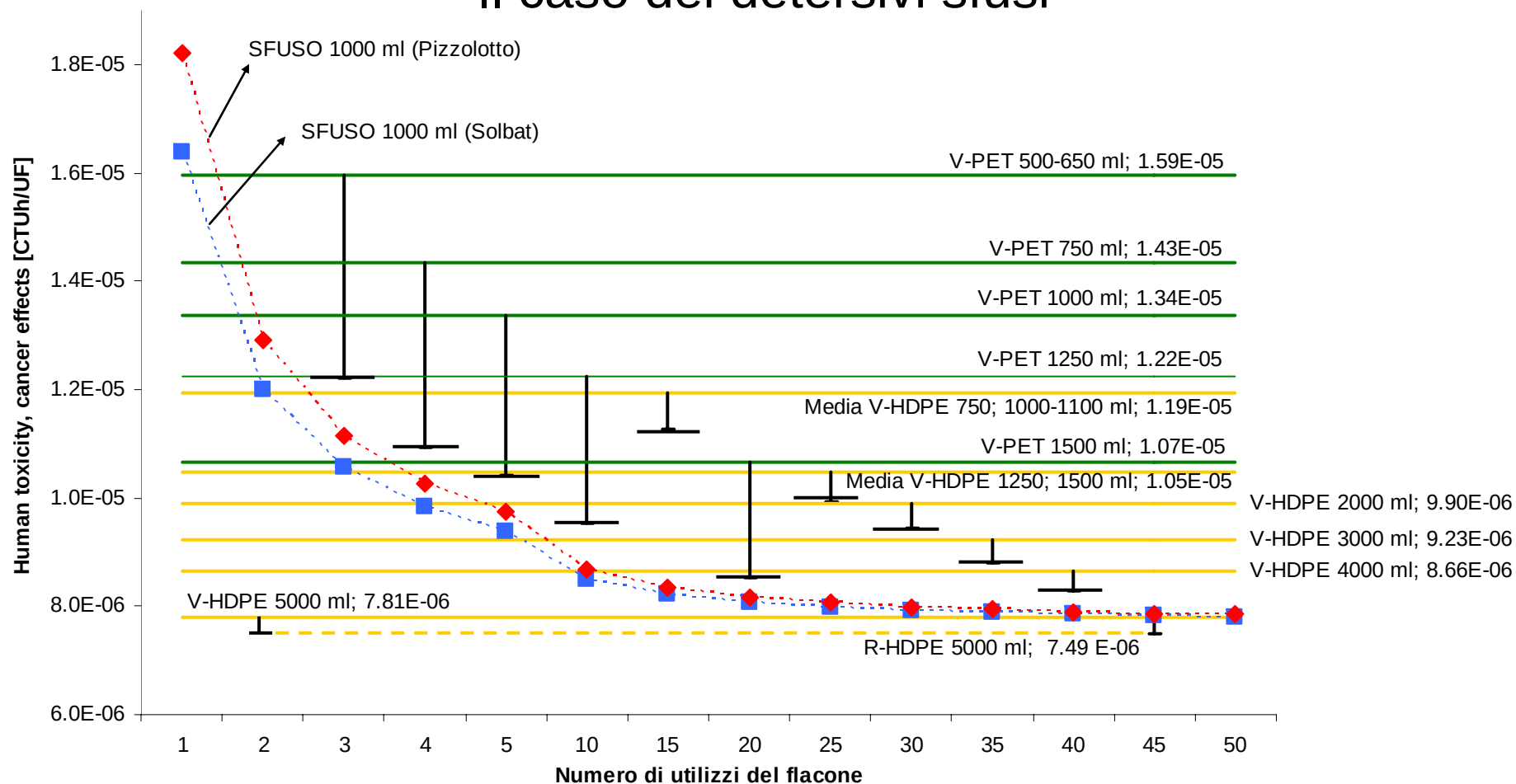
Il caso dei detersivi sfusi



Utilizzando il flacone almeno 5 volte, la distribuzione in modalità sfusa di tutte e 3 le categorie di detersivo considerate è preferibile a quella con flaconi monouso rispetto alla maggior parte degli indicatori di impatto calcolati



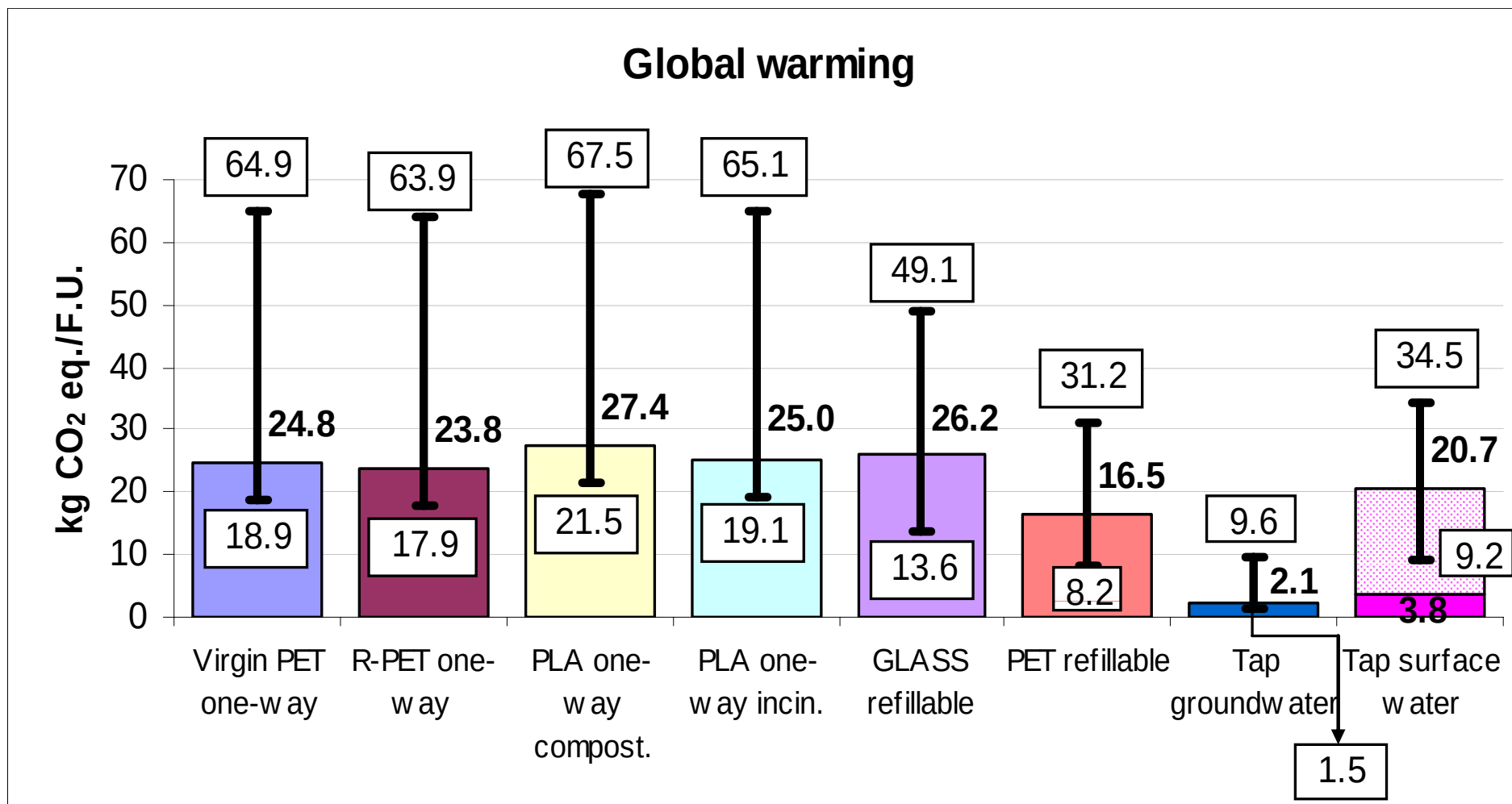
Il caso dei detersivi sfusi



Per l'indicatore "Tossicità umana - effetti cancerogeni" vi è sempre uno "scenario monouso" con prestazioni confrontabili con quelle della distribuzione sfusa, anche se il flacone è utilizzato per 50 cicli



Il caso del consumo di acqua potabile





Il caso del consumo di acqua potabile

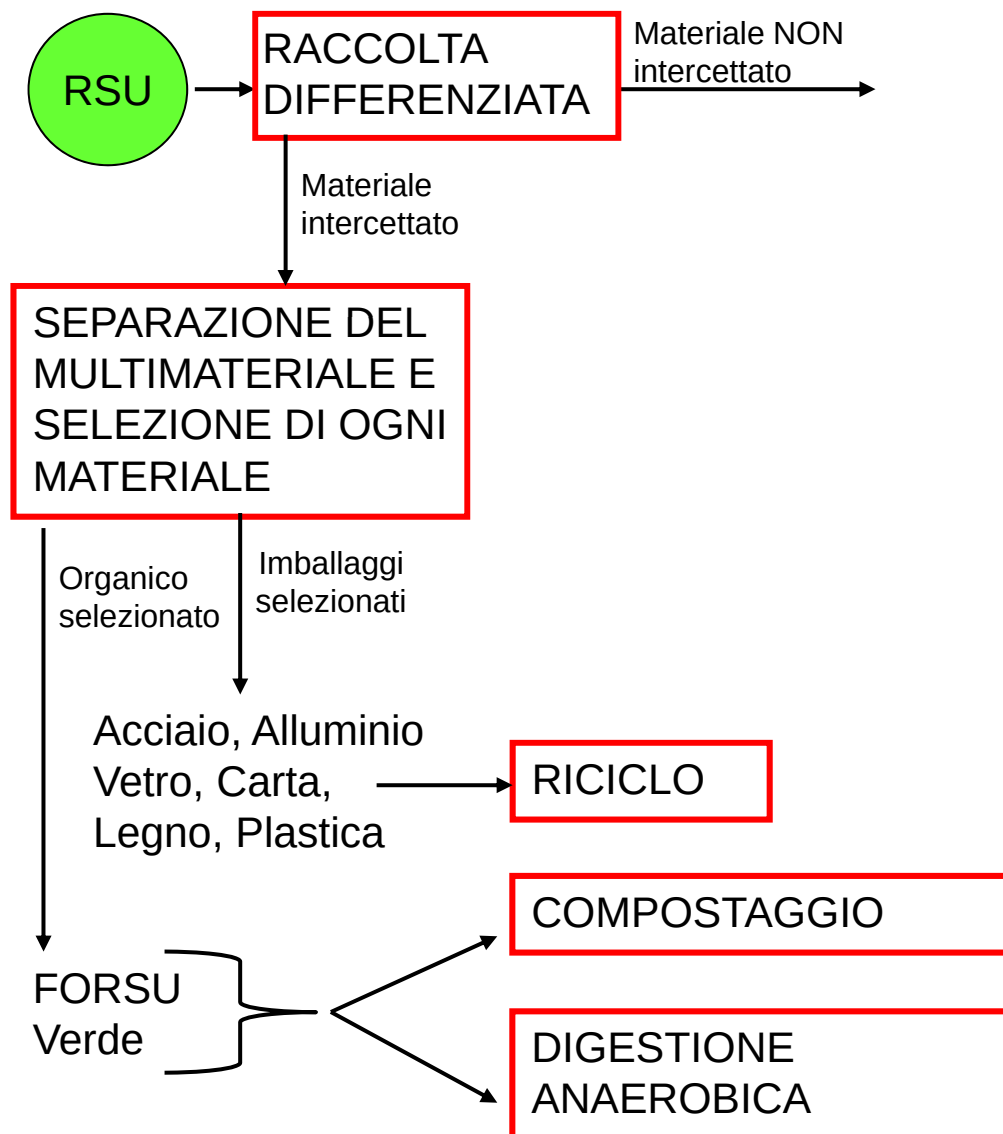
Contributo alle performance del sistema di gestione integrato dei rifiuti nell'ipotesi di passare da 100% di bottiglie monouso in PET a 100% di acqua del rubinetto

Se si considerano i soli impatti del sistema di gestione (no impatti evitati):

→ diminuzione dell'ordine del 10% delle emissioni di CO₂ equivalente!

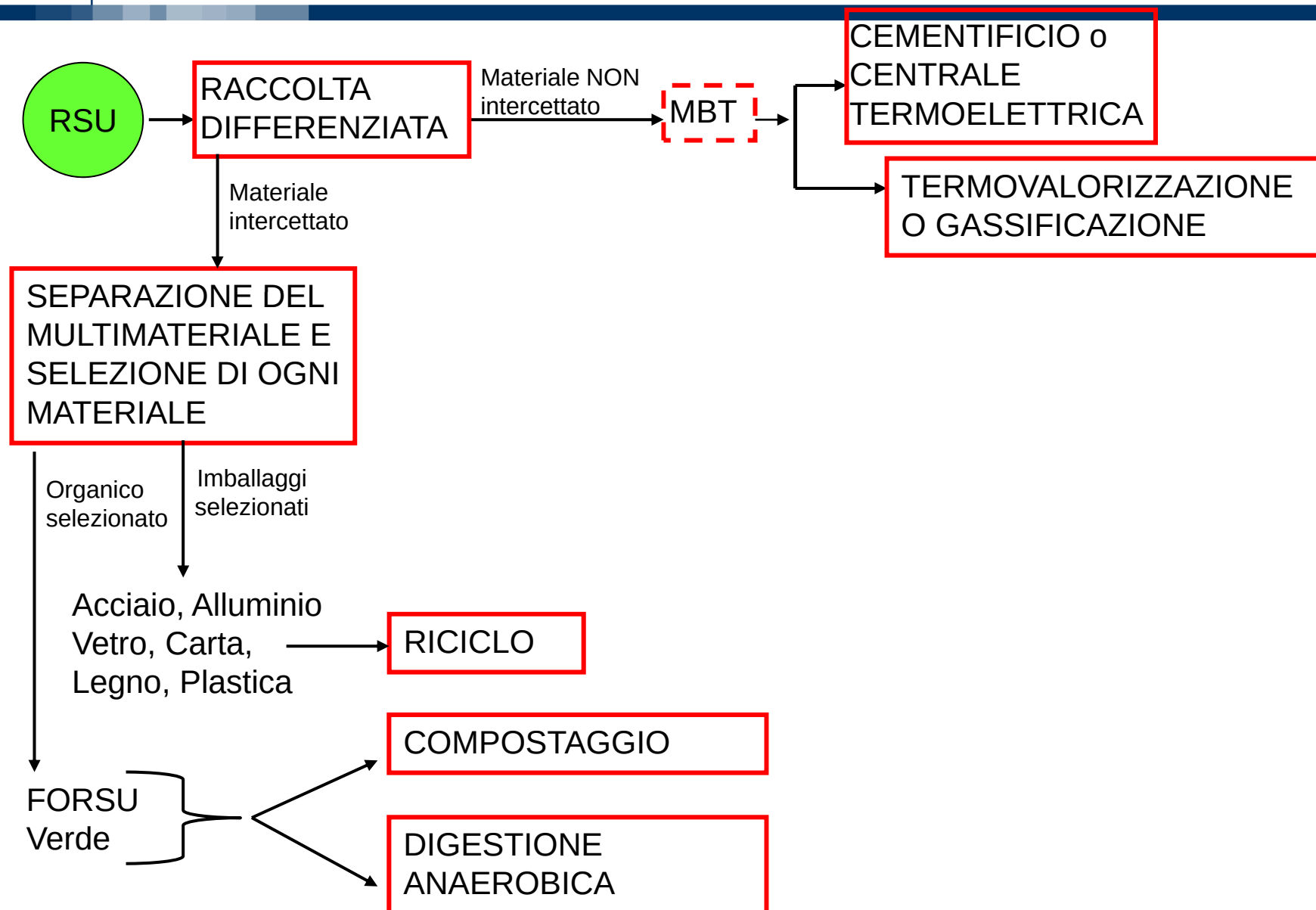


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti



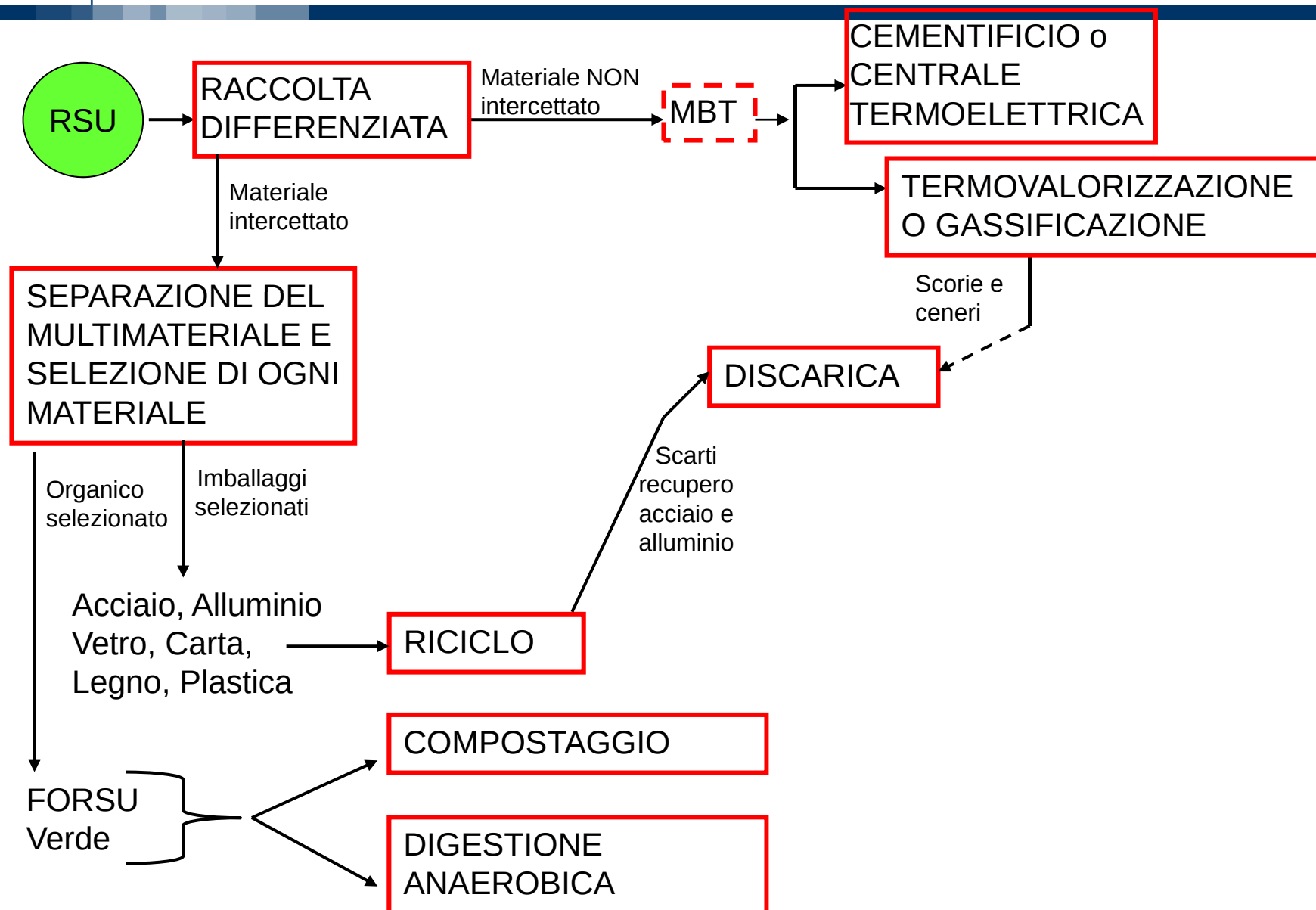


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti



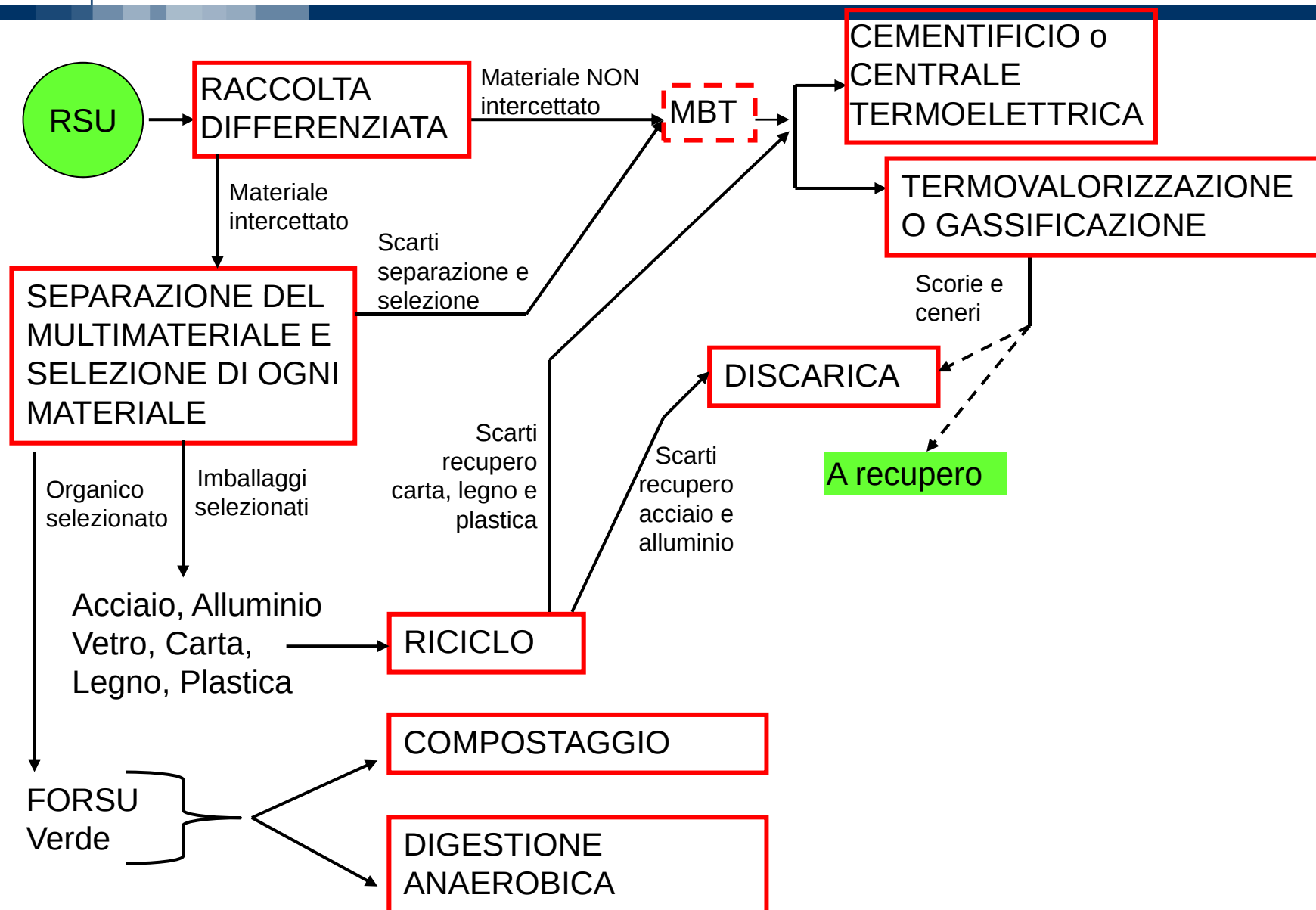


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti



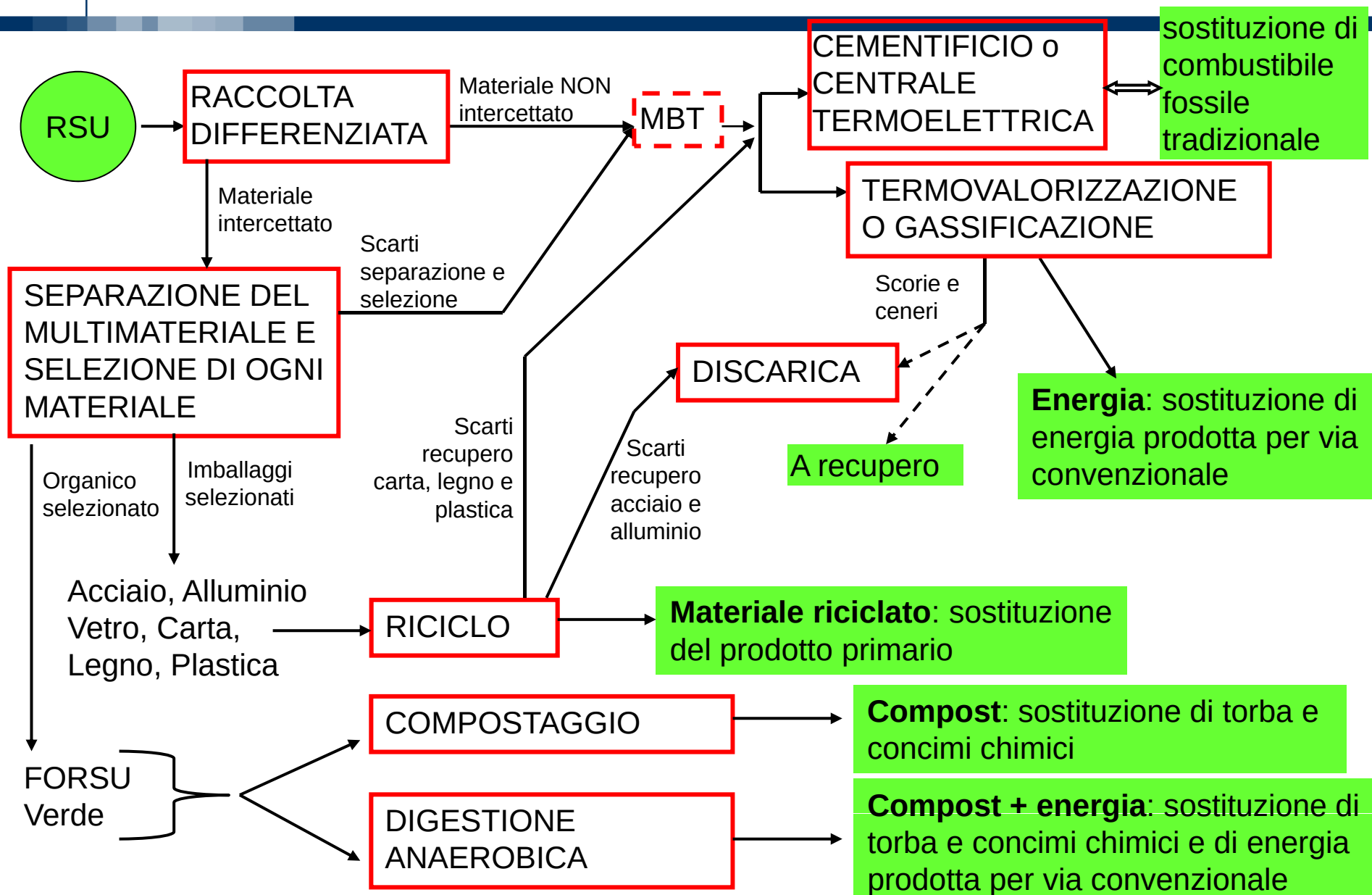


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti



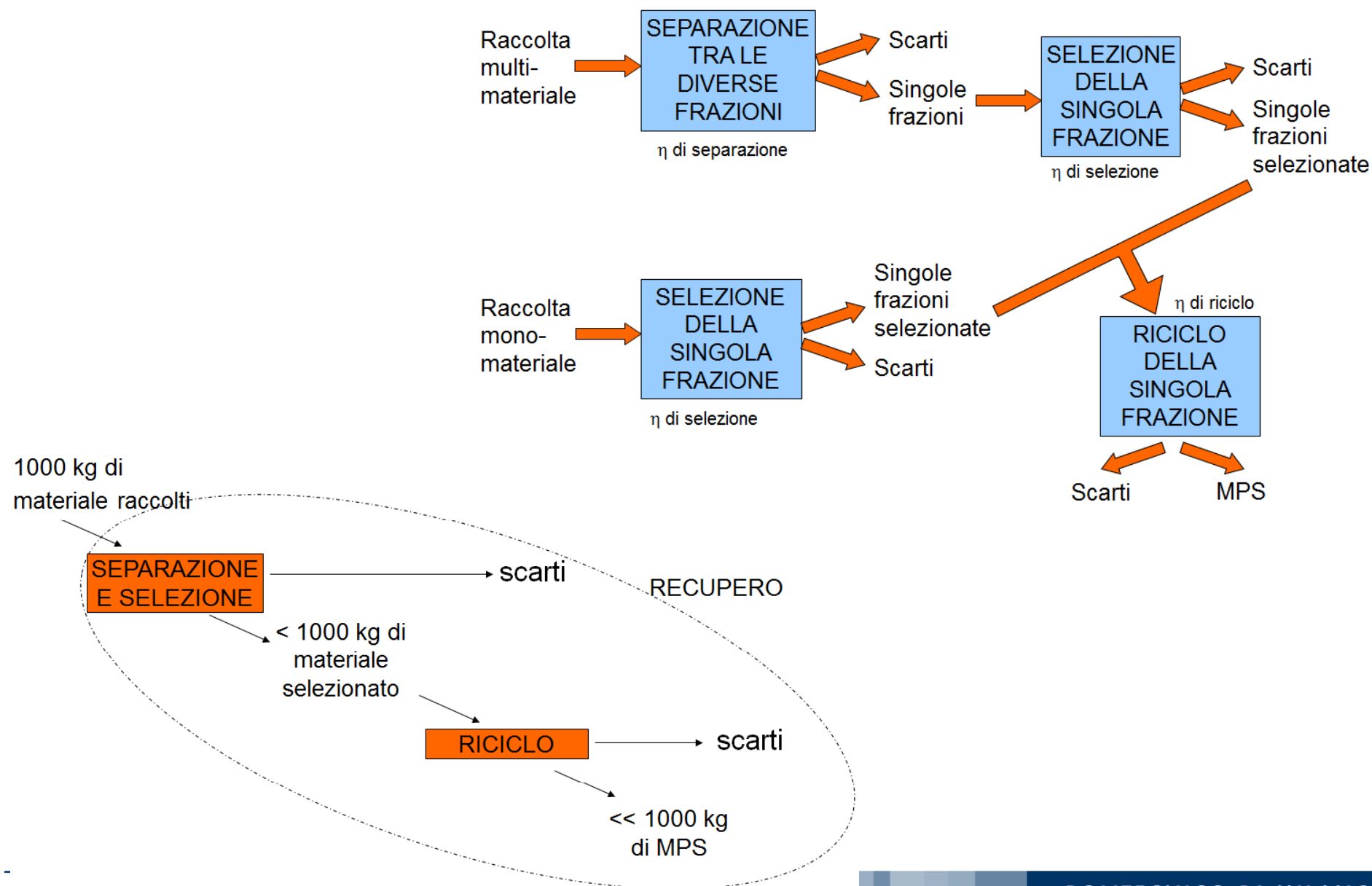


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti



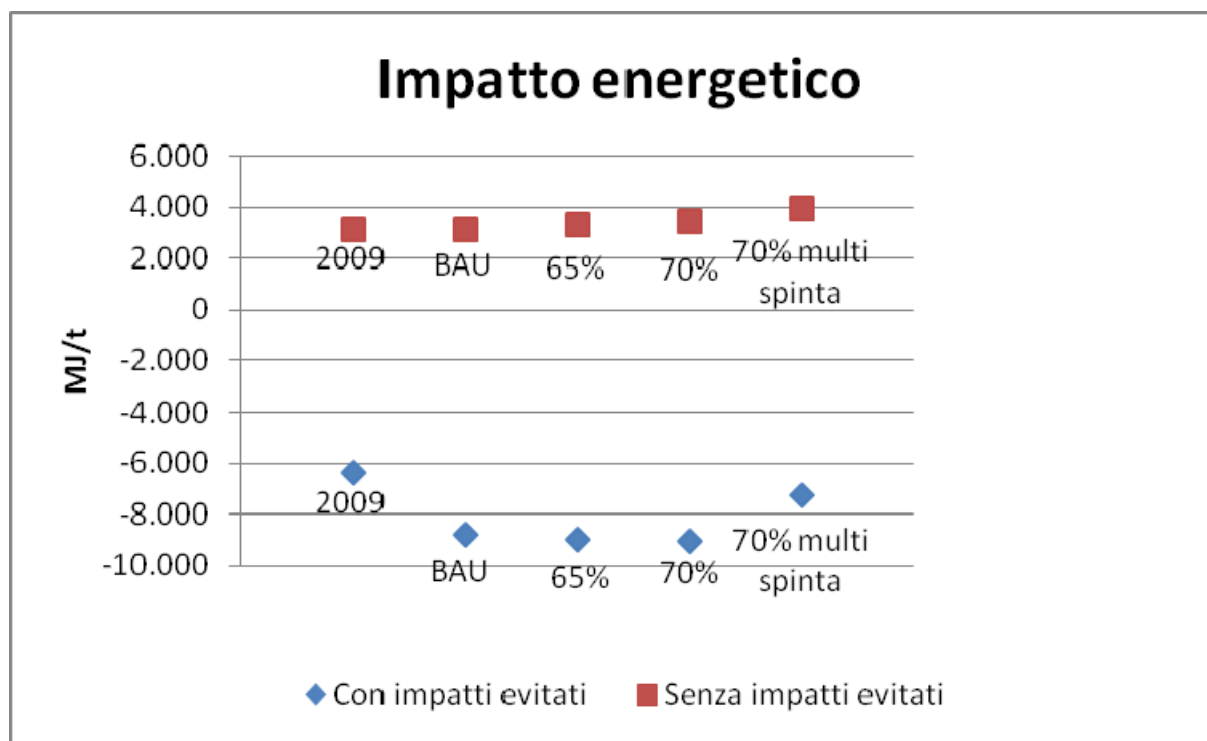


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti





Il sistema di gestione integrata dei rifiuti Scenari per la Lombardia (progetto GERLA)

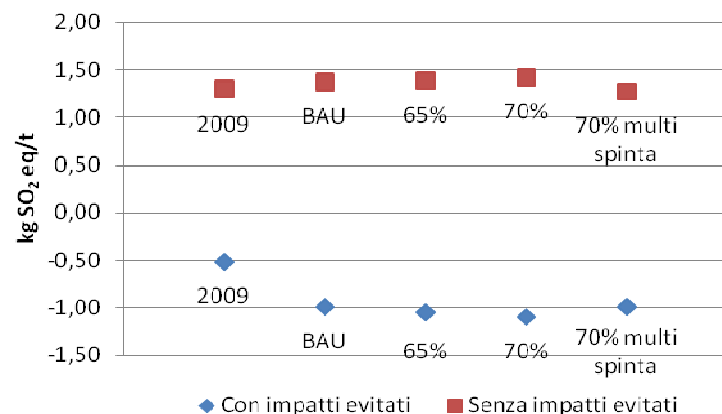


Confronto degli impatti energetici nei cinque diversi scenari analizzati, espressi per una tonnellata di rifiuto lordo raccolto, considerando o meno gli impatti evitati.

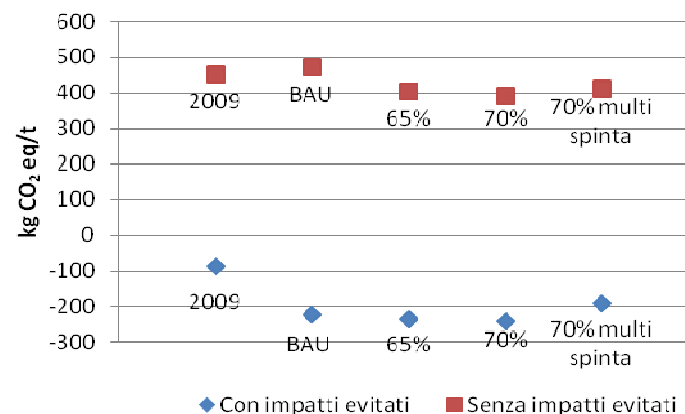


Il sistema di gestione integrata dei rifiuti Scenari per la Lombardia

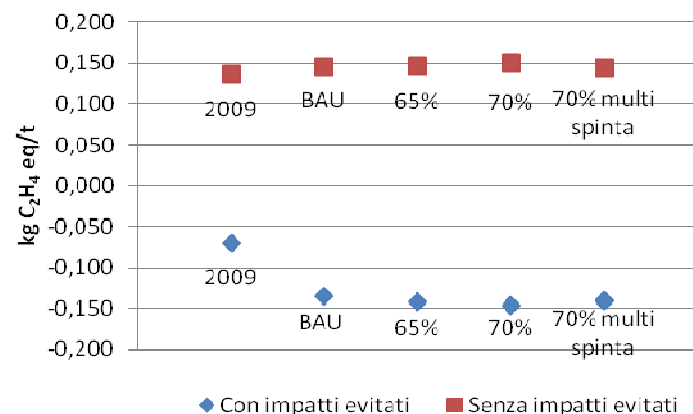
Acidificazione



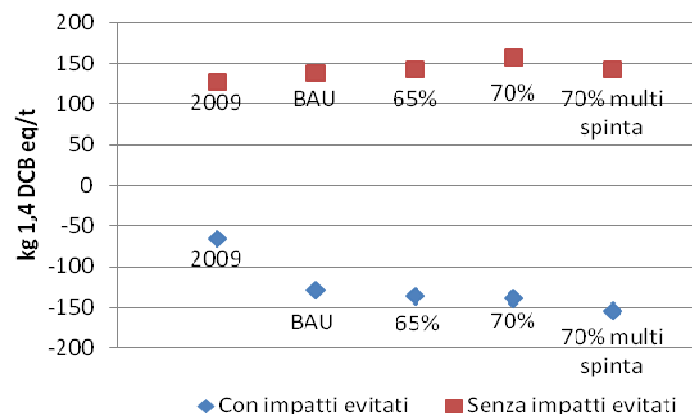
Riscaldamento globale



Formazione fotochimica di ozono



Tossicità umana



Confronto degli impatti ambientali nei cinque diversi scenari analizzati, espressi per una tonnellata di rifiuto lordo raccolto, considerando o meno gli impatti evitati



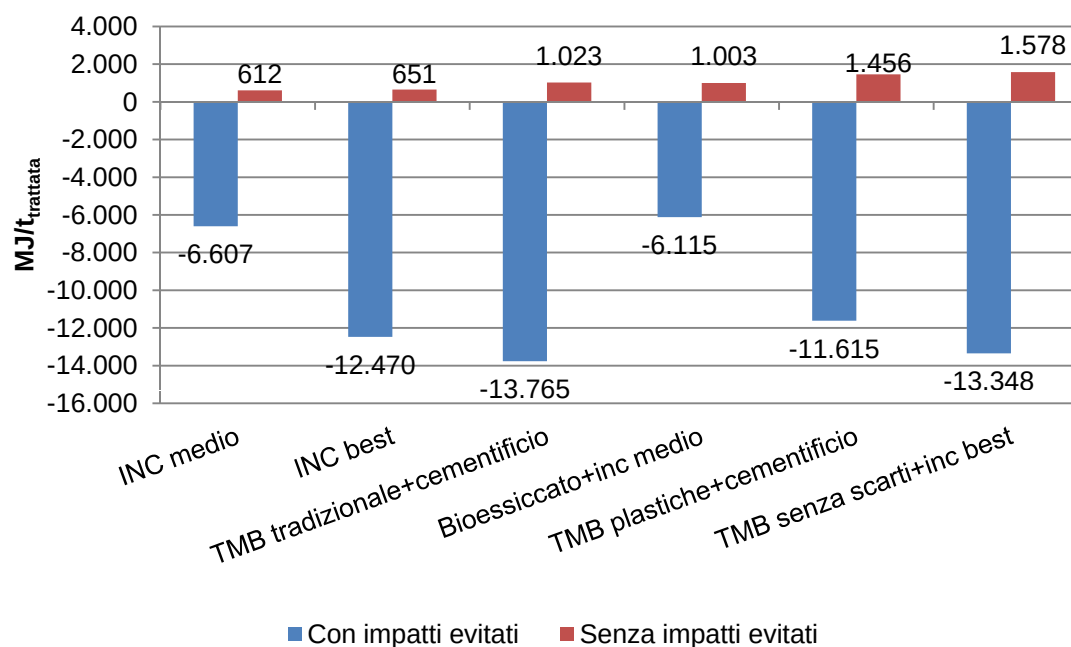
Il sistema di gestione integrata dei rifiuti Scenari per la Lombardia

Focus su TMB vs. WTE

TMB ottimizzato, con recupero polimeri plastici

WTE “INC best”, con massimizzazione del recupero di energia e dei metalli dalle scorie

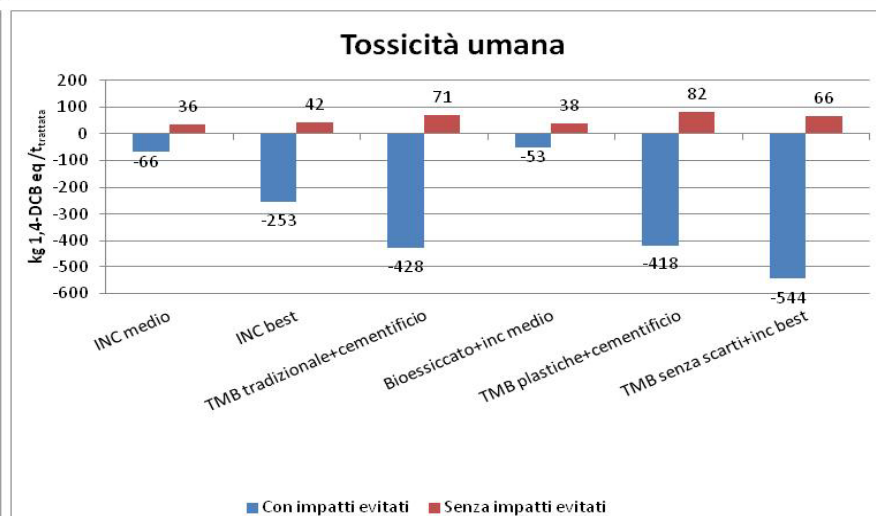
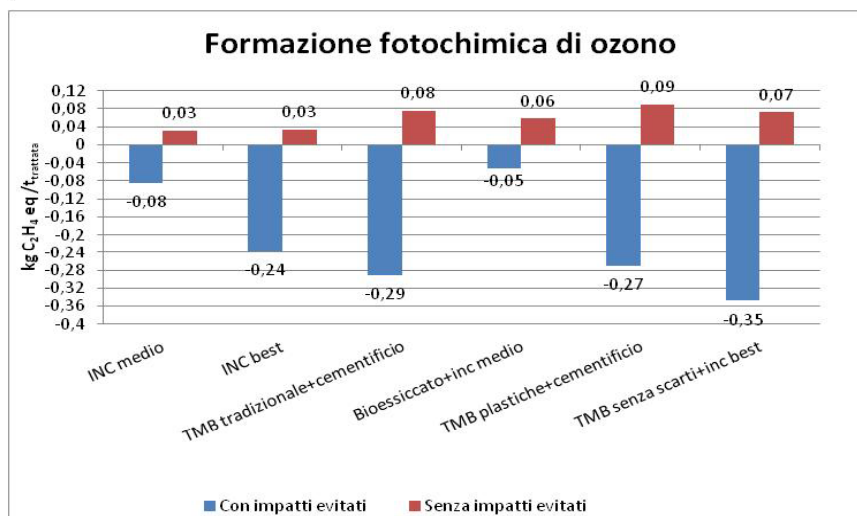
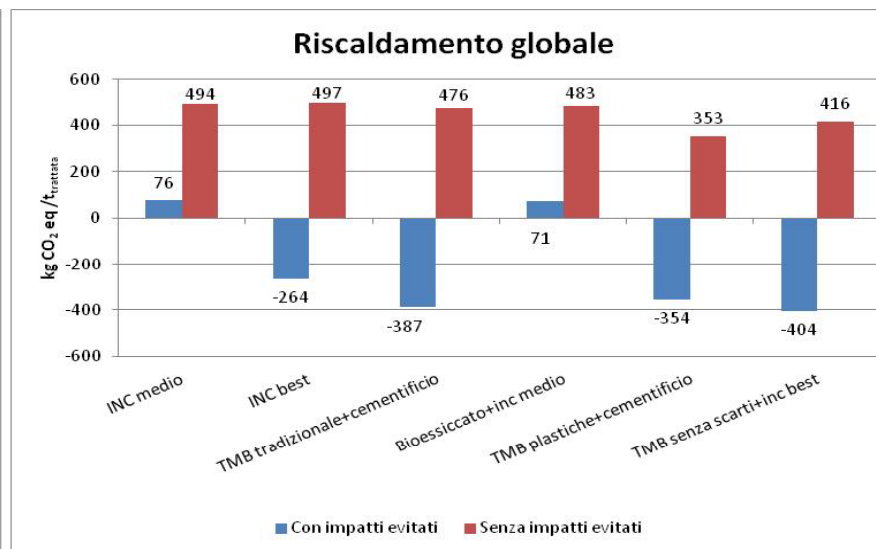
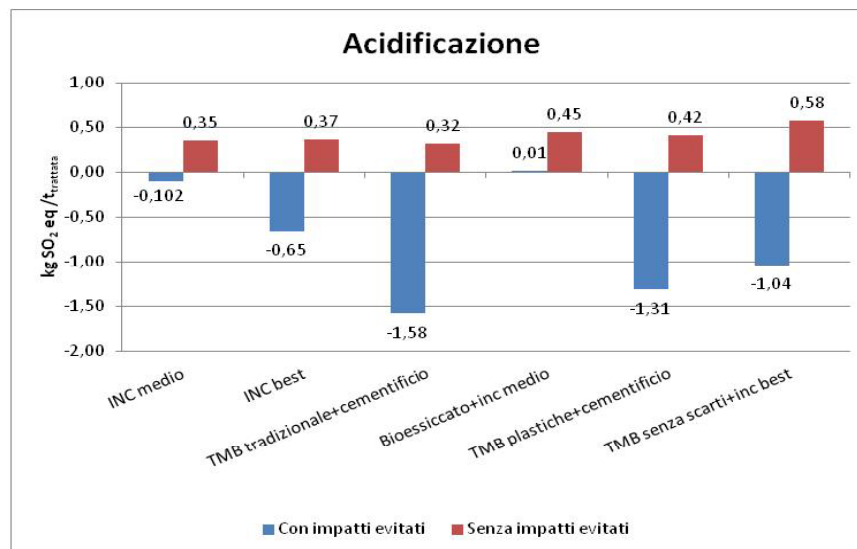
Impatto energetico





Il sistema di gestione integrata dei rifiuti Scenari per la Lombardia

Focus su TMB vs. WTE





Alcuni indicatori di recupero di materia

MPS da RD imballaggi
imballaggi raccolti

~ 80 %

MPS da RD imballaggi
RU raccolti

~ 26-36 %

MPS da RD imballaggi + MPS da scorie + MPS da TMB
RU raccolti

~ 26-38 %

MPS da RD imballaggi + MPS da scorie + MPS da TMB + compost
RU raccolti

~ 32-44 %

**MPS da RD imballaggi + MPS da scorie + MPS da TMB + compost +
materiali in impianti produttivi**

RU raccolti

~ 34-52 %



Magnete
deferrizzatore



Noduli di alluminio

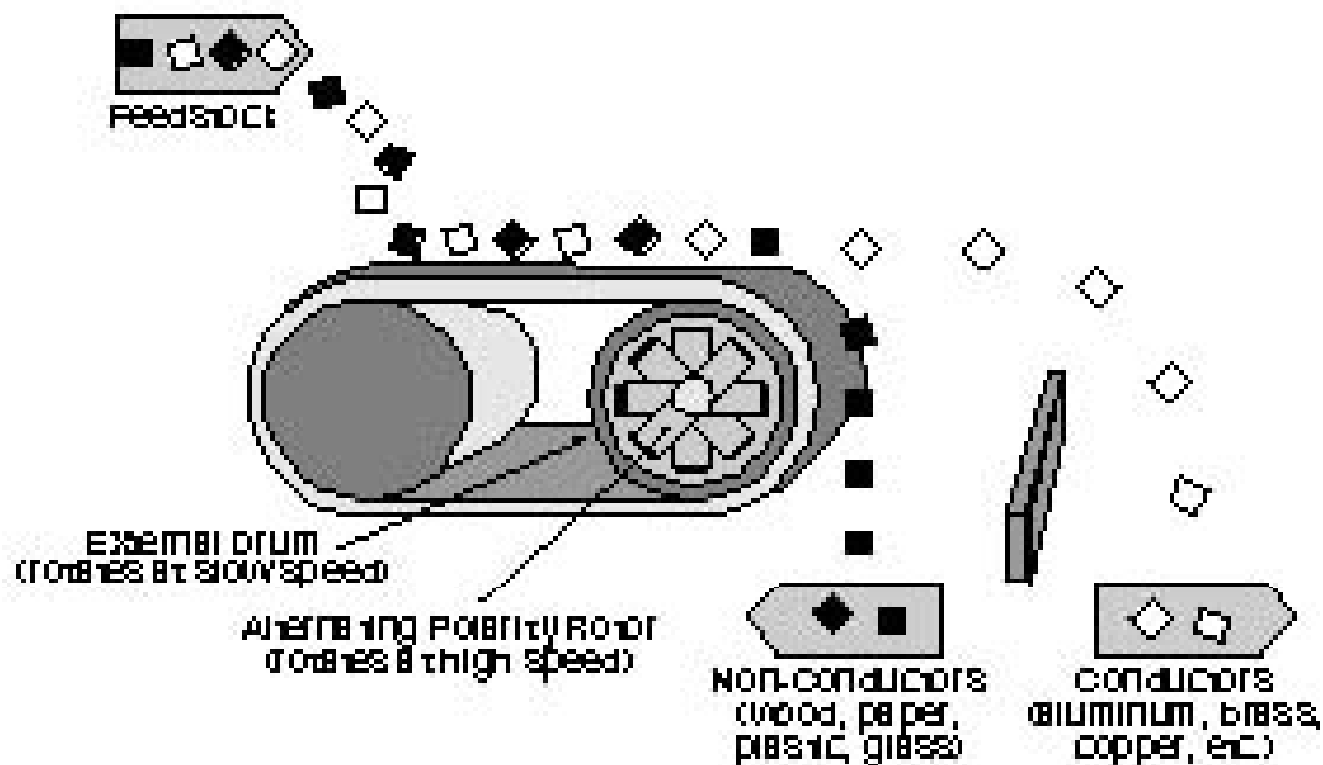
Ferro





- Rimozione dei metalli non ferrosi (Al, Pb, Zn, Cu, Cr, Ni)

Separatori a correnti indotte (ECS)



Adapted with permission from Eriez Magnetics



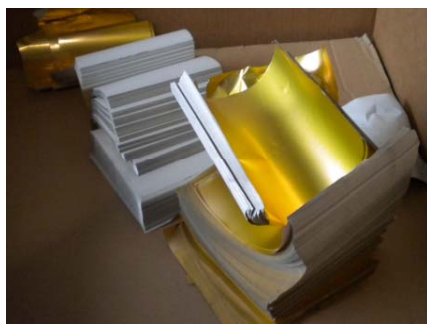
L'ALLUMINIO NELLE SCORIE

Un ruolo centrale

- ✓ Numerosi materiali contenenti alluminio non vengono separati alla fonte (film e poliaccoppiati)
- ✓ Un elevato valore di mercato
- ✓ Un elemento indesiderato (nella sua forma metallica) per la maggior parte degli utilizzi della frazione inerte
- ✓ Subisce fenomeni di volatilizzazione e ossidazione durante il processo di combustione (bilancio di massa?)



L'ALLUMINIO NELLE SCORIE *Un ruolo centrale*



Al 10 μm
Carta 30 g m⁻²
Colla 2 g m⁻²



Al 10 μm
Carta 20 g m⁻²
PE 9 g m⁻²
Cera 11 g m⁻²



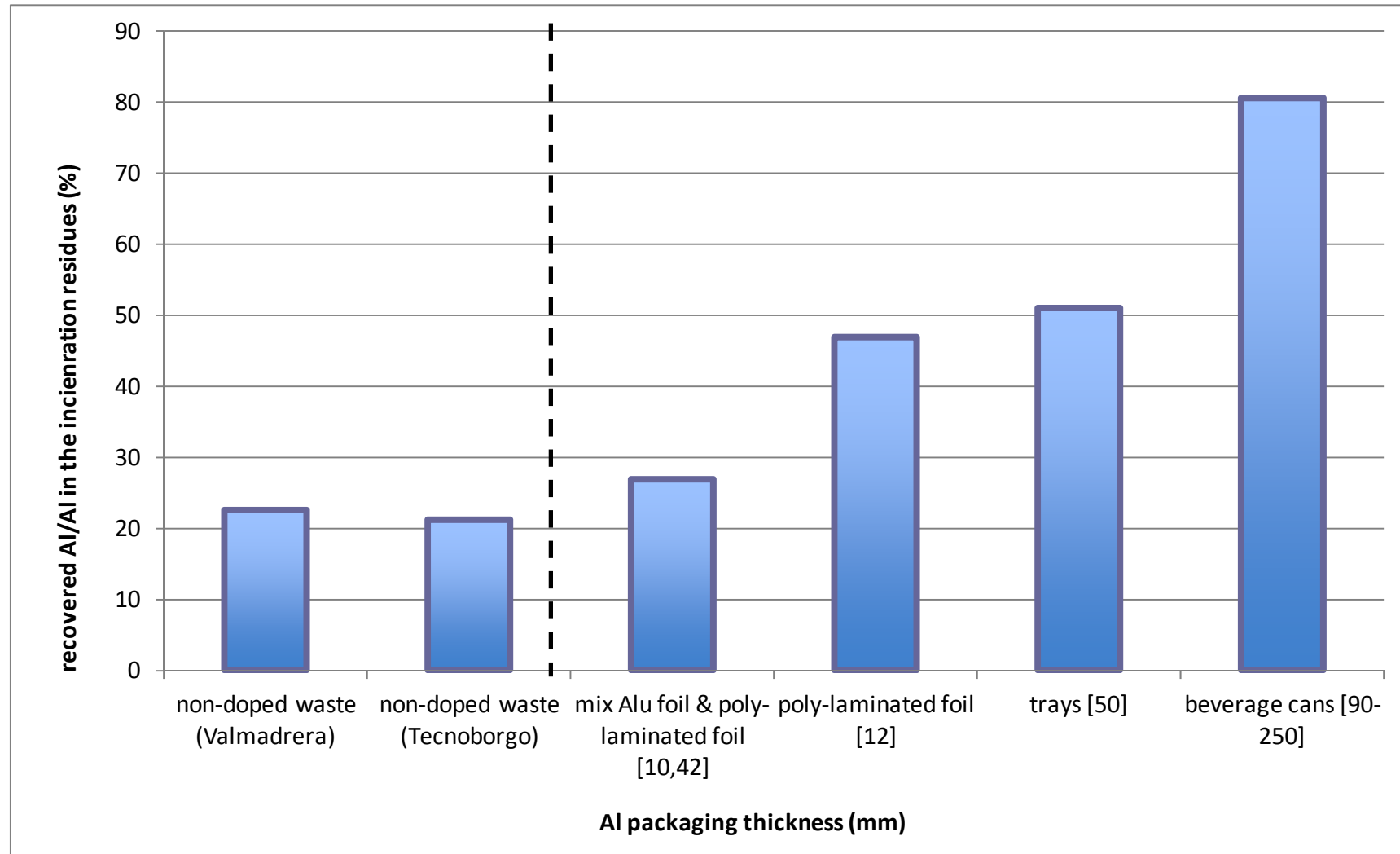
12/60/12 μm
Triplex Alu/PE/Alu
Colla 2.5 g m⁻² per lato



Al 38 μm
PE 45 μm

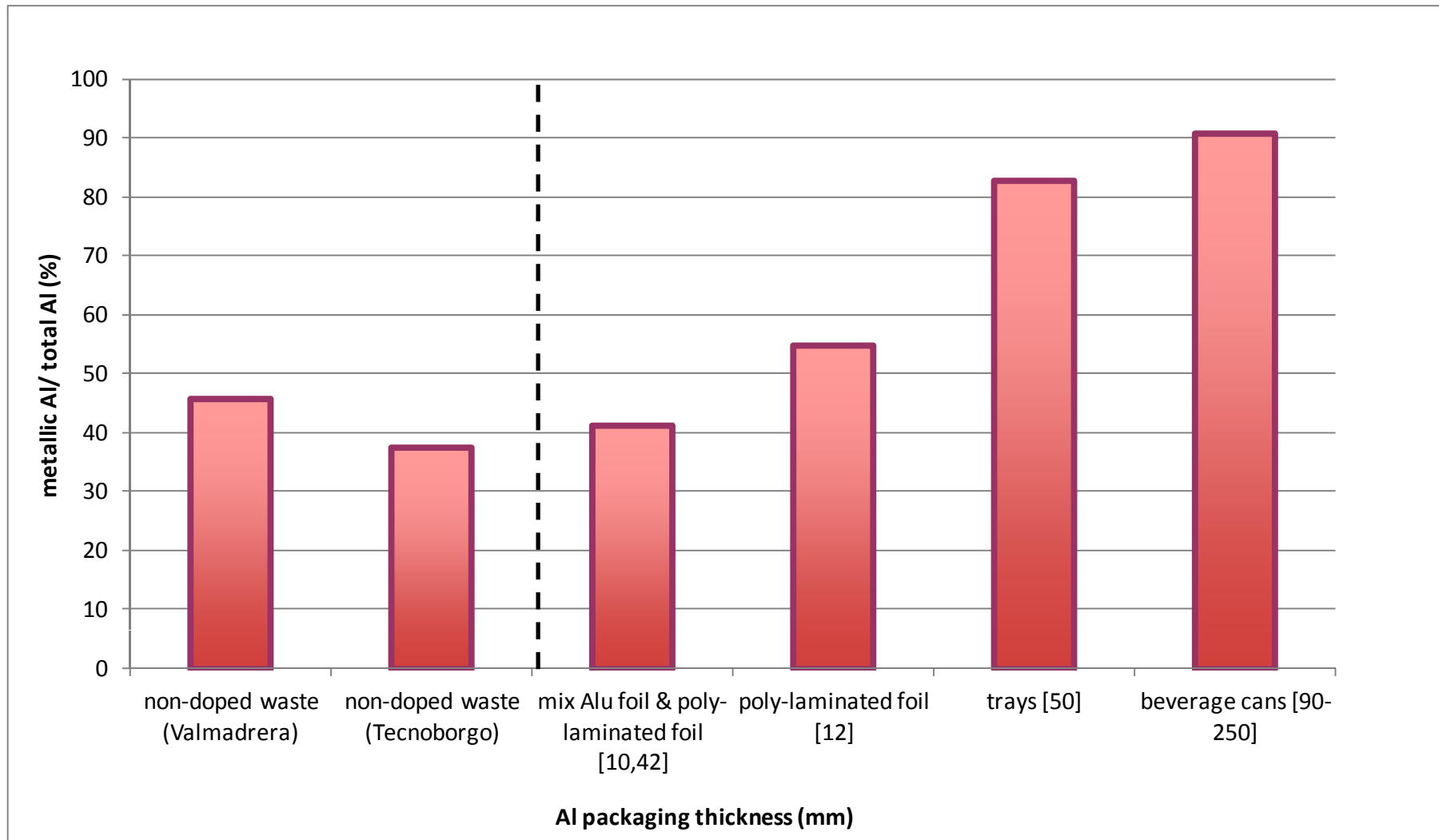


Spessore vs. recupero



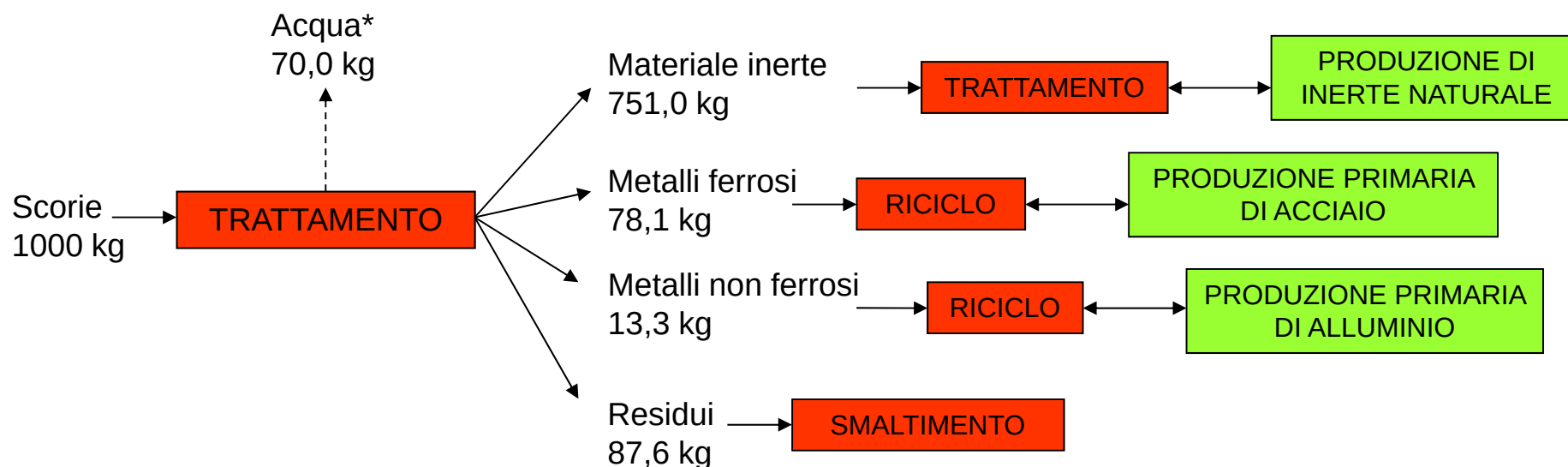


Spessore vs. % di Al in forma metallica





LCA DI DIFFERENTI ALTERNATIVE DI RECUPERO: scoping

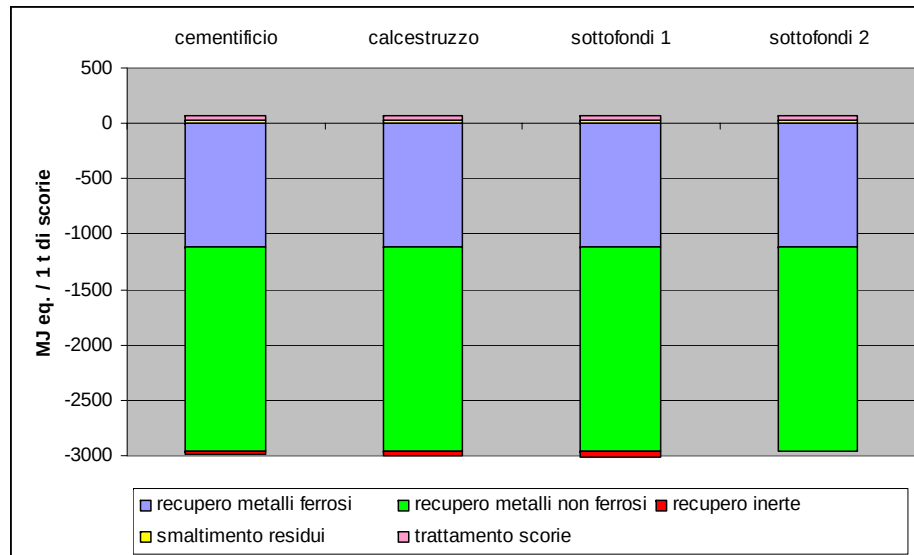


- Unità funzionale: 1 t di scorie
- I confini del sistema analizzato vengono allargati di modo da includere le attività che possono venire evitate grazie alla produzione dei nuovi materiali utili che il sistema stesso realizza.
- In rosso le fasi che determinano impatti aggiunti nell'ambiente, in verde le fasi che determinano impatti evitati.

*si suppone che le scorie prima di essere trattate vengano lasciate a maturazione per un tempo tale da ridurre l'umidità dal 25% al 18% circa

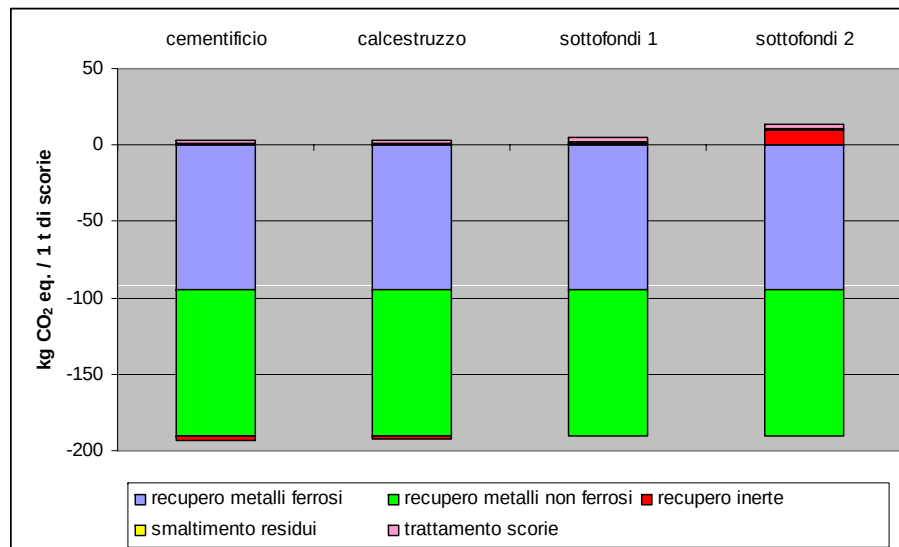


LCA DI DIFFERENTI ALTERNATIVE DI RECUPERO: risultati



Cumulative Energy Demand

Valore medio: -2.926 MJeq./t scorie



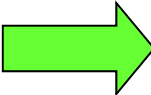
Riscaldamento globale

Valore medio: -186 kgCO₂eq./t scorie



LCA DI DIFFERENTI ALTERNATIVE DI RECUPERO: risultati

Confronto tra il trattamento delle ceneri pesanti con recupero di materiali
e il loro smaltimento in discarica

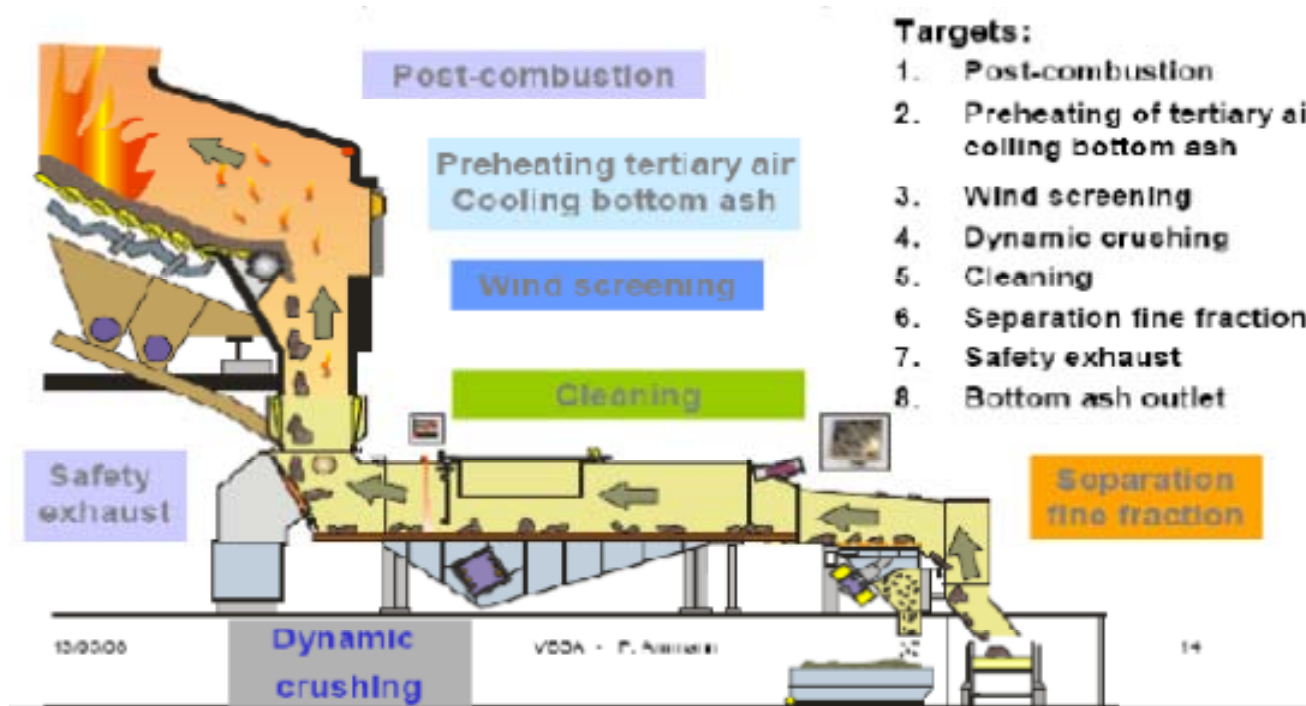
	Trattamento scorie con recupero materiali	Smaltimento scorie in discarica			Beneficio totale
Cumulative energy demand (MJ eq. / 1 t di scorie)	-2.926	+323		Cumulative energy demand (MJ eq. / 1 t di scorie)	-3.249
Riscaldamento globale (kg CO ₂ eq. / 1 t di scorie)	-186	+12		Riscaldamento globale (kg CO ₂ eq. / 1 t di scorie)	-198

In termini annui

Anno	t di scorie	milioni di MJ eq. risparmiati	t di gas serra evitate
2009	1.195.627	3.885	236.734
2015	1.616.815- 2.069.411	5.253 - 6.724	320.129 - 409.743
2020	1.727.090- 2.259.686	5.611- 7.342	341.964 - 447.418



Estrazione a secco delle scorie (inceneritore di Hinwill, Svizzera)



Estrazione
a umido



Estrazione
a secco





- ZERO-waste inteso come massimizzazione dei recuperi
- La prevenzione può giocare un ruolo importante ma condizionato dai comportamenti reali dei cittadini
- Nel sistema integrato vanno individuate tutte le possibili integrazioni tra recupero di materia e di energia
- Esistono ulteriori margini di miglioramento nella gestione del RUR



GRAZIE PER LA VOSTRA
ATTENZIONE!

mario.grosso@polimi.it