





Riciclo dei rifiuti del PET: recupero chimico e trasformazione

Guido Fragiacomo

14 Ottobre 2019

Aula Magna Istituto "G. Omar" Baluardo La Marmora, 12 - Novara





- Garbo breve intro
- La plastica
  - Storia
  - Tipologie
- La plastica nel Mondo:
  - I numeri della produzione
  - L'industria in Europa
- Il Sistema di recupero in Europa e in Italia
  - Il Sistema di recupero in Europa
  - Il Sistema di recupero in Italia
    - I numeri
    - Il Sistema Corepla
- Il recupero meccanico del PET
- Il recupero chimico del PET
  - Il progetto di Garbo ChemPET
- Interventi UE



### Garbo



Garbo è una PMI con sede a Cerano (NO) e dal 1997 si occupa di recupero di prodotti chimici ad elevato valore aggiunto. I settori principali in cui opera sono principalmente semiconduttori, FV e poliglicoli.



**51 dipendenti** nel 2018



12M€ fatturato nel 2018



**10 brevetti** proprietari



Leader nel recupero di microabrasivi da taglio silicio per applicazioni semiconduttori e Fv



## Garbo



- 1 mW roof-top fotovoltaico
- Capacità produttiva reparto recupero carburo di silicio > 25 ton /day
- > 150 m3 day capacità evaporative
- Capacità trattamento glicole 50 ton / day









### La Plastica: Storia

Il termine "plastica" deriva dalla parola greca "plastikos", che significa adatto per essere modellato, questo si riferisce alla malleabilità o plasticità del materiale durante la produzione, che può essere fuso, stampato o estruso in una varietà di forme, tra cui pellicole, fibre, piastre, tubi, bottiglie e scatole.

Con materie plastiche si intende comunemente un'ampia serie di materiali sintetici o semi-sintetici che vengono usati in una vasta gamma di applicazioni. Troviamo plastica in imballaggi, abbigliamento, edifici, dispositivi medici, auto, smartphone, ...

Fonte https://www.plasticseurope.org





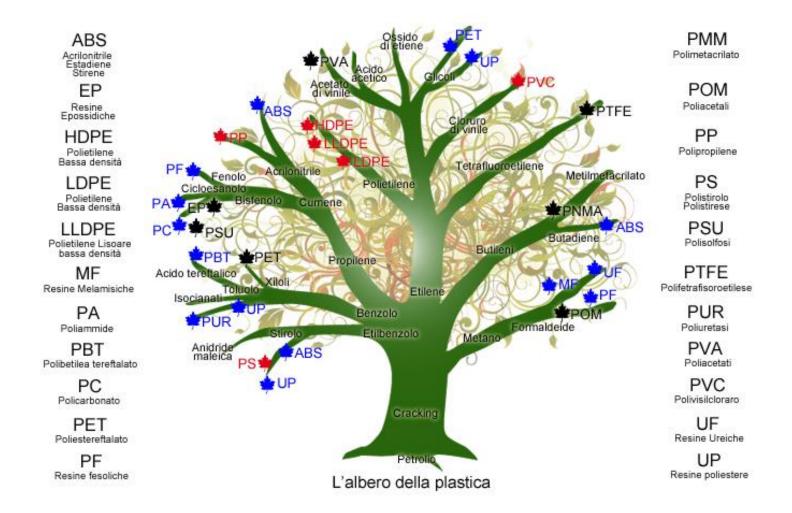
### La Plastica: Storia

- 1935: Wallace Carothers della DuPont sintetizza il nylon.
- 1937: vengono messe in commercio le resine polistireniche.
- 1938: viene sintetizzato il politetrafluoroetilene (o PTFE, brevettato e commercializzato come Teflon nel 1950).
- 1941: Il PET viene sviluppato nei laboratori della Calico Printers' Association. Il nuovo polimero fu successivamente sviluppato per la produzione di fibre sintetiche (il Terylene) da ICI
- 1941: viene sintetizzato il poliuretano da William Hanford e Donald Holmes.
- 1953: il chimico tedesco Karl Ziegler sintetizza il polietilene (PE).
- 1954: il chimico italiano Giulio Natta produce il polipropilene isotattico (commercializzato con il nome Moplen).
- 1973: Il PET è usato per la produzione di film per packaging dalla metà degli anni 60 e solo all'inizio degli anni 70 Il chimico Nathaniel Wyeth brevetta la bottiglia in PET





# La Plastica: le tipologie

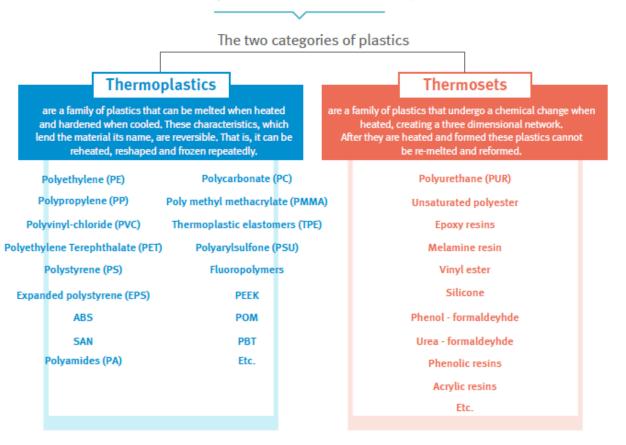




## La Plastica: le tipologie

### Discovering the wide family of plastics

The plastics' family is composed of a great variety of materials designed to meet the very different needs of thousands of end products.





# La Plastica: le tipologie

### Lista delle plastiche recuperabili con le attuali tecnologie





**PET** polietilentereftalato



HDPE polietilene ad alta densità



**PVC** polivincilcloruro



LDPE polietilene a bassa intensità



polipropilene



polistirolo





## La plastica nel mondo: I numeri della produzione

La produzione mondiale di materie plastiche ha raggiunto l'anno scorso **348 milioni di tonnellate,** contro i 335 milioni di un anno prima, contando termoplastiche, poliuretani, termoindurenti, adesivi e coating. I produttori **europei** (UE28+ Norvegia e Svizzera) hanno contribuito con **64,4 milioni di tonnellate**, 4,4 milioni in più rispetto al 2016, un volume che si avvicina al livello **record toccato nel 2007 con 65 milioni di tonnellate**.

In ambito mondiale, **l'Europa** concorre quindi alla produzione totale per **il 18,5%**, poco sopra l'Area Nafta (17,7%), ma ben lontana **dall'Asia**, **che sforna ormai la metà delle plastiche consumate nel globo (29,4% la sola Cina)** 





## La plastica nel mondo: I numeri della produzione

### World and EU plastics production data

The world plastic\* production almost reached 350 million tonnes in 2017.

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) / Conversio Market & Strategy GmbH



Includes thermoplastics, polyurethanes, thermosets, elastomers, adhesives, coatings and sealants and PP-fibers. Not included PET-, PA- and polyacryl-fibers.





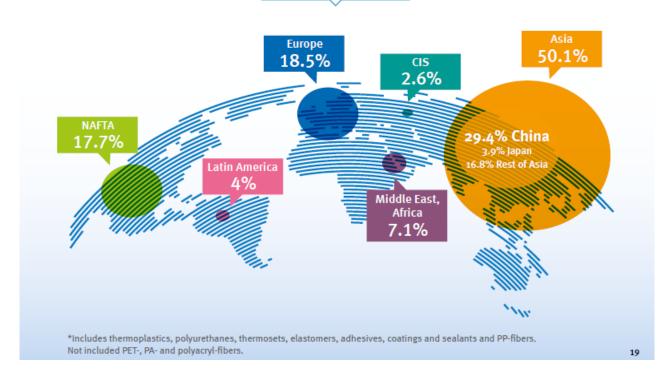
# La plastica nel mondo: I numeri della produzione

### Distribution of global plastics production

China is the largest producer of plastics, followed by Europe and NAFTA.

World plastics\* production: 348 million tonnes.

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) / Conversio Market & Strategy GmbH







**FOTOGRAFIA DEL SETTORE.** La struttura dell'industria europea delle materie plastiche, che comprende produttori, trasformatori, riciclatori e costruttori di macchine e attrezzature - conta infatti nella UE28 qualcosa come **60mila aziende**, la maggior parte delle quali di piccola e media dimensione, che danno lavoro direttamente a oltre **1,5 milioni di persone**.

Il giro d'affari ha toccato 355 miliardi di euro, con una bilancia commerciale in attivo per oltre 17 miliardi di euro, due in più rispetto al 2016, in questo caso considerando solo produzione (11,7 miliardi) e trasformazione di plastiche (5,6 miliardi).





TRASFORMAZIONE. La domanda europea di materie plastiche per la produzione di manufatti ha superato l'anno scorso la soglia dei 50 milioni, toccando **51,2 milioni di ton**, in crescita rispetto ai 49,9 milioni del 2016. Il 70% del consumo europeo è concentrato in sei paesi: la Germania mantiene saldamente la prima posizione con il 24,6% delle plastiche trasformate, seguita da Italia con il 14%, Francia con il 9,6%, Spagna col 7,7%, Regno Unito col 7,3% e Polonia con il 6,3%.

Per quanto concerne i principali settori di destinazione, **l'imballaggio resta al primo posto con il 39,7%** delle 51,2 milioni di tonnellate trasformate nel 2017 in Europa; seguono **costruzioni con il 19,8%**, **automotive con il 10,1%** e settore elettrico/elettronico con il 6,2%. A seguire casalinghi e articoli per lo sport e il tempo libero (4,1%), agricoltura (3,4%) e altre applicazioni (16,7%).

Le poliolefine sono le plastiche più utilizzate dai trasformatori europei: tutte insieme raggiungono infatti il 49%, tra polipropilene (19,3%), polietilene a bassa densità (17,5%) e PE a media e alta densità (12,3%). Il PVC vale poco più del 10%, il PET incide per il 7%, i poliuretani per il 7,7%, mentre e il polistirene compatto ed espanso arriva al 6,6%.





### Plastic converter demand main market sectors

Distribution of European (EU28+NO/CH) plastic converter demand by segment in 2017.

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) and Conversio Market & Strategy GmbH

### Total converter demand 51.2 m t



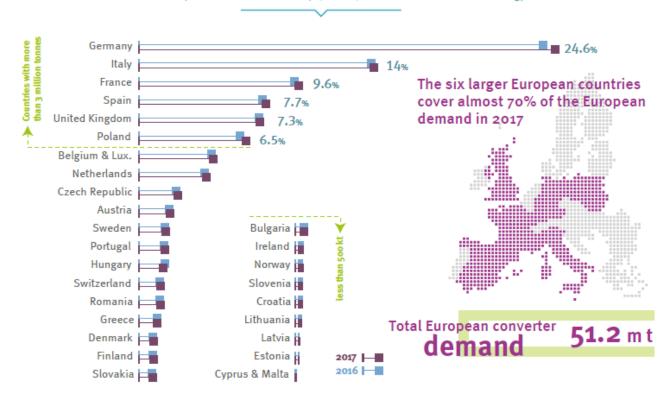




#### European plastic converter demand per country

European plastic converter demand includes plastic materials (thermoplastics and polyurethanes) and other plastics (thermosets, adhesives, coatings and sealants). Does not include: PET fibers, PA fibers, PP fibers and polyacryls-fibers.

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) and Conversio Market & Strategy GmbH



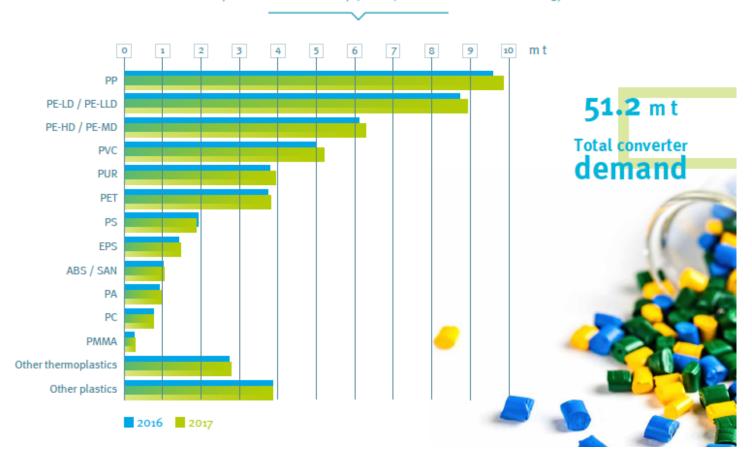




### Plastic converter demand by resin type

Distribution of European (EU28+NO/CH) plastic converter demand by resin type in 2017.

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) and Conversio Market & Strategy GmbH







## Il Sistema di recupero in Europa

RECUPERO E RICICLO. I dati sul recupero e riciclo si riferiscono al 2016, come quelli pubblicati nel rapporto precedente (solo leggermente revisionati): in quell'anno sono state raccolte in Europa (UE28 + Norvegia e Svizzera) 27,1 milioni di tonnellate di rifiuti plastici: 11,3 milioni sono state avviate a recupero energetico (quota pari al 41,6% del totale) e 8,4 milioni sono state riciclate per via meccanica (31,1%): di queste, però, solo il 63% è stato rigenerato nel vecchio continente, mentre il restante 37% è stato riciclato fuori UE, prevalentemente in Asia.

In discarica sono finite 7,4 milioni di tonnellate di rifiuti plastici (27,3%). L'incidenza della discarica sul totale recuperato varia in modo significativo da paese a paese: è inferiore al 10% dei rifiuti raccolti nei paesi del centro e Nord Europa (Svizzera, Austria, Germania e Scandinavia), non raggiunge il 50% in Italia, Francia e Spagna, mentre risulta ancora predominante nei paesi balcanici e in alcune aree dell'Est Europa.

Focalizzando l'analisi sui rifiuti da imballaggio, i dati 2016 indicano una raccolta pari a 16,7 milioni di tonnellate, di cui il 40,8% è stato riciclato per via meccanica, tasso superiore al 22,5% previsto dalla attuale direttiva su imballaggi e rifiuti da imballaggio, ma sotto al 50% previsto dai nuovi target fissati al 2025. Il 38,8% è stato termovalorizzato, mentre in discarica è finito solo il 20,3% degli imballaggi raccolti. I tassi di riciclo meccanico variano però da paese a paese, con l'Italia che si situa a metà classifica, esattamente allineata alla media europea.



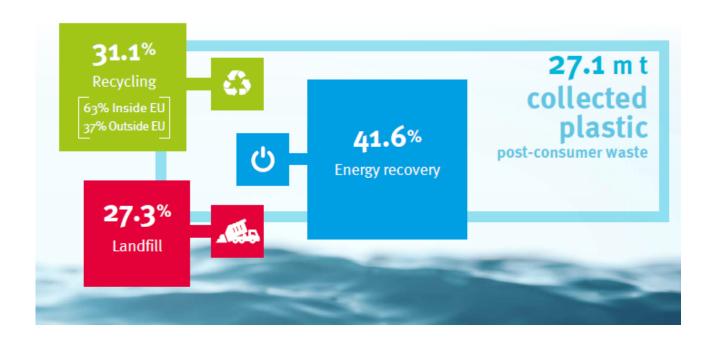


## Il Sistema di recupero in Europa

### In 2016, for the first time, recycling overtook landfill

In 2016, 27.1 million tonnes of plastic waste were collected through official schemes in the EU28+NO/CH in order to be treated. And for the first time, more plastic waste was recycled than landfilled.

Plastic post-consumer waste treatment in 2016 (EU28+NO/CH)





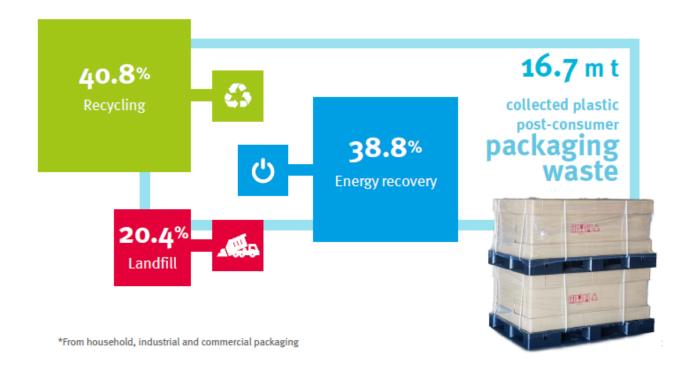
## Il Sistema di recupero in Europa

### Recycling is the first option for plastic packaging waste

In 2016, 16.7 million tonnes of plastic packaging waste were collected through official schemes in order to be treated.

Source: Conversio Market & Strategy GmbH

Plastic PACKAGING\* waste treatment in 2016 (EU28+NO/CH)





## I Sistemi di recupero in Europa

#### La raccolta

La direttiva dell'Unione europea relativa agli imballaggi e ai rifiuti di imballaggio (2004/12 / CE) stabilisce che gli Stati membri devono istituire un sistema di raccolta per il recupero di imballaggi usati.

Tuttavia, spetta a ogni singolo Stato membro decidere il metodo di raccolta più adatto.

I sistemi di raccolta dei rifiuti post-consumo in atto nei vari Stati membri (e nei paesi candidati all'adesione all'UE) sono i seguenti:

#### raccolta differenziata:

richiede che i cittadini separino i materiali riciclabili dagli altri rifiuti domestici, inserendoli in appositi sacchetti per rifiuti. I sacchetti vengono quindi raccolti da ogni famiglia. In genere, il 40% al 60% dei materiali riciclabili target viene restituito tramite questo tipo di raccolta. La raccolta differenziata offre il vantaggio di un basso grado di contaminazione del materiale. Inoltre, poiché una vasta gamma di materiali riciclabili è inclusa in questo tipo di raccolta, i costi complessivi possono essere ridotti in modo abbastanza significativo.

#### **Drop off location:**

richiedere ai cittadini di raccogliere i loro rifiuti riciclabili e di smaltirli in luoghi specifici. Di solito, circa il 10-15% dei materiali riciclabili viene recuperato con questo metodo. La raccolta dei drop-off comporta un livello di contaminazione piuttosto elevato (10% - 30%).

#### Il sistema di ricarica e deposito:

comporta che le bottiglie vengano vendute con depositi rimborsabili. Questi sono rimborsabili al momento della restituzione della bottiglia ai rivenditori partecipanti (ad es. Utilizzando distributori automatici inversi che accettano contenitori di bevande usati e restituiscono denaro all'utente). I depositi possono essere addebitati su bottiglie in PET riutilizzabili e monouso. Questo approccio è più comune in Danimarca, Svezia, Norvegia, Finlandia, Paesi Bassi e Germania. I programmi di deposito di PET raggiungono tassi di rendimento molto elevati (90%) con livelli molto bassi di contaminazione del PET post-consumo, ma d'altra parte rappresentano un ostacolo al commercio transfrontaliero.



## Il Sistema di recupero in Italia: I numeri

### 2. Gli imballaggi in plastica immessi al consumo e riciclati



Nel 2018 in Italia sono state immesse al consumo 2.292.000 tonnellate di imballaggi in plastica.

Grazie ai sistemi di raccolta differenziata, l'87,5% di questi imballaggi sono stati **recuperati** dopo il loro utilizzo.

La maggior parte è stata riciclata (44,5%) per produrre nuova materia prima, mentre il 43%, è stato avviato a recupero energetico per la produzione di energia.





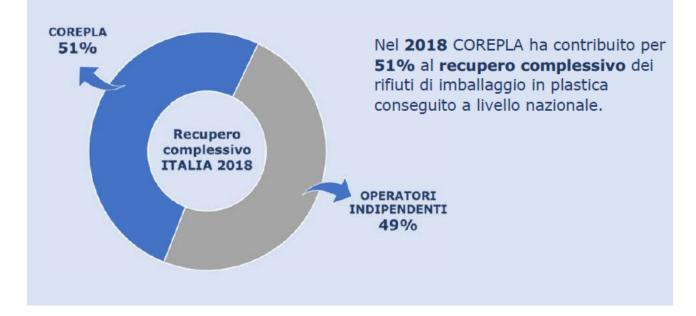
# Il Sistema di recupero in Italia: I numeri

### 3. La mission di COREPLA

**Tutti**: raccolta differenziata di tutti gli imballaggi in plastica e non solo delle tipologie a minor costo di gestione

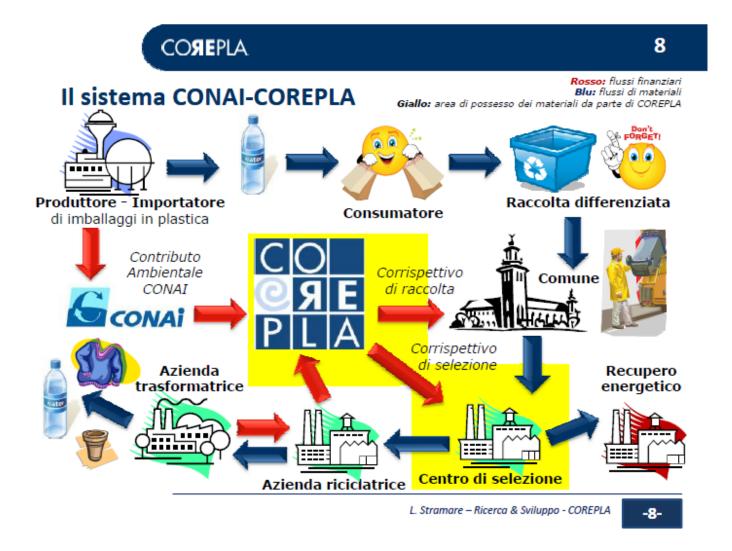
**Sempre**: indipendentemente dalle condizioni del mercato e anche quando siano raggiunti gli obiettivi

Ovunque: su tutto il territorio nazionale

















COREPLA stipula convenzioni per il conferimento della raccolta differenziata urbana esclusivamente con il singolo Comune o con il soggetto (consorzio di Comuni, operatore di raccolta, ecc.) al quale il Comune ha rilasciato una delega La raccolta monomateriale può essere conferita direttamente sfusa ad un Centro di Selezione COREPLA (CSS)

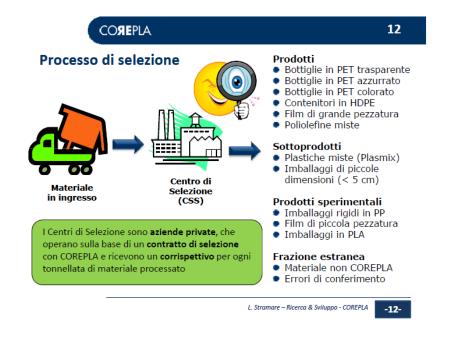




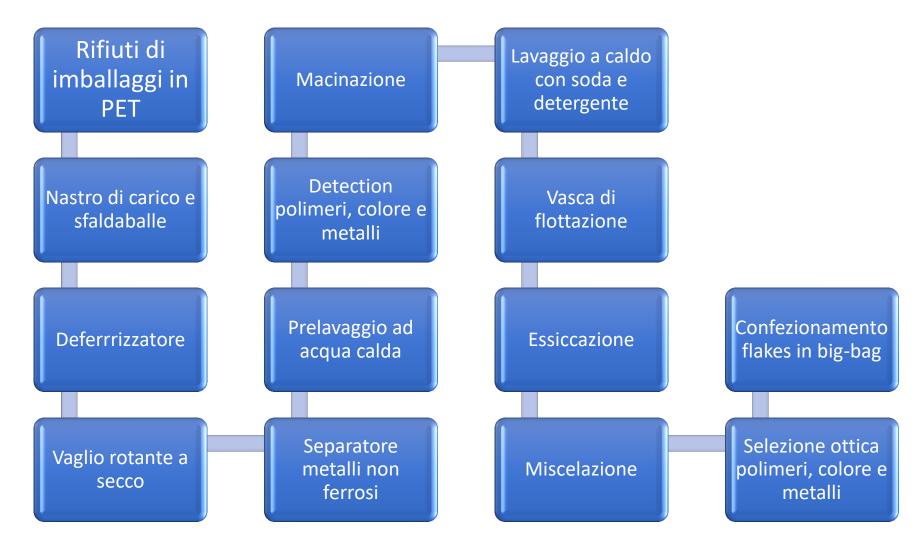


Un CSS deve effettuare per conto di COREPLA, in un impianto idoneo, la selezione per polimero/colore della raccolta differenziata dei rifiuti di imballaggi in plastica provenienti dalla raccolta differenziata urbana.



















### I prodotti ottenuti:

**PET Flakes** 



**PE Pellets** 







DA RIFIUTO A MATERIA PRIMA SECONDARIA (MPS) O END OF WASTE:

Con la produzione delle scaglie o dei granuli, il riciclo è avvenuto e il rifiuto è trasformato in nuova materia prima, cd. Materia Prima Secondaria (MPS) o End of Waste, pronta per essere immessa in un nuovo processo produttivo.

Le MPS di PET sono largamente utilizzate nel campo delle "fibre", o per meglio dire del tessuto-nontessuto e del fiocco. Su questo fronte abbiamo quindi tessuti industriali, imbottiture, pile, tappeti, moquette, ecc.

Le scatole di plastica preformate (come le vaschette della frutta) rappresentano una percentuale consistente dell'utilizzo totale di PET riciclato. Altre applicazioni di imballaggio in PET riciclato includono contenitori per acqua, bibite, succhi di frutta, articoli da toeletta e prodotti per la casa.

Le MPS a matrice poliolefinica (HDPE, LDPE e PP) trovano vasto impiego nella realizzazione di manufatti per l'edilizia (tubi, interruttori, canaline, ecc), l'arredamento (componenti per sedie e mobili) l'automotive (vari componenti stampati), l'agricoltura (tubi per irrigazione, vasi) e in alcuni casi tornano a essere imballaggi (cassette e flaconi per detersivi e detergenza domestica, pallet).

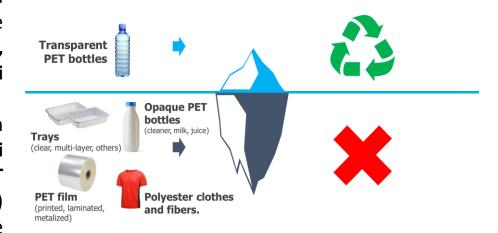




# Il recupero chimico del PET

Il polietilentereftalato (PET) è un polimero termoplastico largamente utilizzato nell'industria del packaging alimentare, dove permette una migliore conservazione del cibo (carne, latte, affettati, acqua, succhi e bibite) e quindi una riduzione degli sprechi alimentari, e nell'industria tessile per la produzione di abbigliamento tecnico, tende e fodere delle auto. Con una crescita annua del 4% – 5%, rappresenta una produzione mondiale di circa 70 milioni di tonnellate anno.

Nonostante le sue proprietà, la maggior parte del PET in circolazione risulta ancora difficile da riciclare a causa di una serie di barriere tecnologiche. Solo il 10% del PET immesso nel mercato (le bottiglie da raccolta differenziata) infatti viene riciclato, mentre il restante 90% o viene smaltito in discarica o incenerito semplicemente perché, con un processo meccanico, non si riesce ad ottenere una materia prima secondaria con un valore che ne giustifichi il trattamento di recupero.









**Obiettivo:** recupero chimico del PET, una delle più diffuse plastiche presenti sul mercato;



Il progetto si basa su know-how ed esperienza acquisiti dalla Garbo nella filtrazione e purificazione dei glicoli;



ChemPET prevede l'applicazione del **riciclo chimico su scala industriale** con l'obbiettivo di spingere il settore alla circolarità;



La Garbo S.r.I., in collaborazione con l'Università di Modena e Bologna, ha messo a punto un innovativo processo di "riciclo chimico", denominato ChemPET, in grado di trattare praticamente tutti gli scarti a base PET attualmente non recuperabili.

Il PET, presente negli scarti pre- e post-consumo, viene fatto reagire (a circa 200°C) con glicole etilenico (EG) in eccesso. Questo inverte la polimerizzazione e produce BHET (bis-idrossi-etilen-tereftalato, il monomero del PET). Il BHET, se adeguatamente purificato, può essere utilizzato nuovamente per la produzione del PET in sostituzione delle materie prime di origine fossile.





Processo	Gai	rbo:	di	verse j	fasi (	di p	ourific	azione,	ottii	mizz	abil	li in f	funzione d	di c	liversi	contami	nanti	
_	_		_		_			- •			_		/					

- Processo Garbo: **trattamento dei rifiuti con nuovi contaminanti** (EVOH, PU, TiO2 ...)
- □ Processo Garbo: fasi di processo aggiuntive per il **recupero della frazione non PET** (cotone, PA, PE, PP)
- Rifiuto alimentato: **semplice triturazione** grossolana

I materiali a base PET che **possono essere recuperati** con il processo ChemPET sono:

- Sfridi da termoformatura e vaschette multi-layer (PET/PE/EVOH/PE);
- Sfridi e film accoppiati con Alluminio (PET/PE/Alu/PE)
- Bottiglie in PET opaco (contenente filler come TiO2, CaCo3, Silice)
- Polveri e fini di PET colorati
- Vassoi in PET nero
- Reggette in PET/PP
- Tessuti non tessuti, TNT
- Miste Poliestere/Cotone





La produzione del PET può avvenire attraverso il seguente processo:

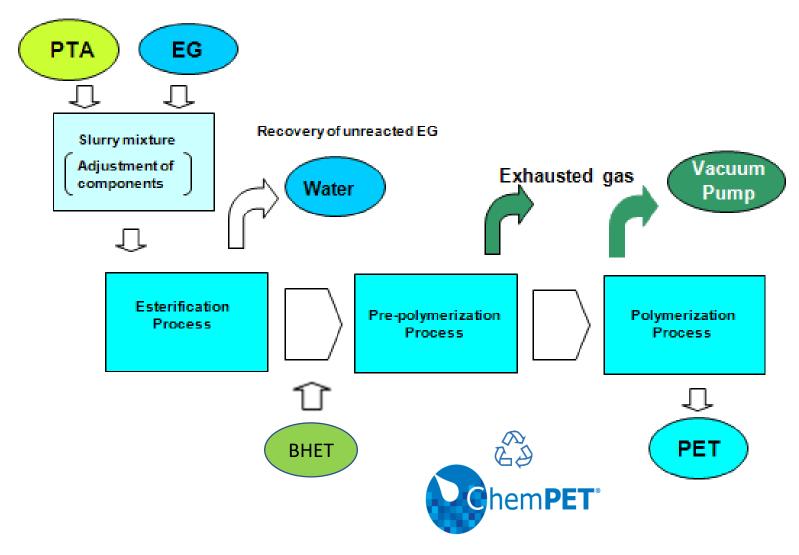
o esterificazione tra acido tereftalico (PTE) e glicole etilenico (EG) (con formazione di acqua), si opera a temperature comprese tra 230-250 °C sotto pressione

Il processo porta alla formazione di bis-2-idrossietiltereftalato (BHET), che è il monomero del polietilentereftalato.

- Segue quindi la polimerizzazione, che è una reazione di policondensazione dei monomeri (con formazione di glicol etilenico reimmesso nel processo),
- Il processo di recupero chimico di Garbo ottiene, come prodotto finale, il BHET, ovvero il prodotto dell'esterificazione di PTA + EG
- La conversione di BHET in cRPET (PET riciclato chimicamente) non necessita quindi di esterificazione, ma solo di policondensazione: ovvero Capex e Opex inferiori









### Interventi UE

- Progettazione packaging per migliorare riciclabilita':
- Identificabilità semplificata per il consumatore
- Sorting semplificato per il recuperatore (watermarks, NIR)
- % del polimero recuperabile chimicamente preponderante sugli altri polimeri





# Conclusioni – L'importanza di un sistema di raccolta efficiente: l'isola di plastica

We currently recover only 5-10% of the plastics we produce



Ocean-bound plastic waste 2010, million of tons

TOP 10 SOURCES OF OCEAN'S PLASTIC WASTE

The biggest contributor to this mass of ocean plastic is China, followed by Indonesia, the Philippines and Vietnam. The U.S. only ranks 20th as a source of ocean plastic, in large part due to its advanced garbage collection system. By estimation 80% of the plastic originates from land; floating in rivers to the ocean or blew by the wind into the ocean. The remaining 20% of the plastic originates from oil platforms and ships

Source: Ecowatch, February 2015





## Conclusioni – Inquina solo la plastica?

Inquinamento da plastica, carta, alluminio, vetro

http://www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/files/ecolabel/criteri/carta-trasformata/criteri-per-prodotti-di-carta-trasformata-2014-256-ue

L'esempio del tetrapack: rifiuto da pulper







# **GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

