

Presentazione: scelte etiche nella progettazione di imballaggi in PP

Presentazione Università Pavia

Nell'ambito del corso

ETICA PER LA PROGETTAZIONE

Ing. Paolo Bergaglio

Piber Group

Pavia, 22/04/2021



Piber Group



iniezione



iniezione



termoformatura



Stampi, robot
Macchine
termosaldatrici



Iniezione
Termoformatura

Per maggiori informazioni: www.pibergroup.com

I Clienti del Gruppo PIBER

1. GALBANI
2. FRONERI NESTLE'
3. SAMMONTANA
4. PIBER ESPANA
5. DOLCISSIMO
6. G7
7. STERILGARDA
8. GRANAROLO
9. LATTE MONTAGNA
10. FATTORIE GAROFALO



Plastica VS Altri materiali: scegliere consapevolmente

- La nostra azienda produce da 60 anni imballaggi in materiale plastico
- Nel corso degli anni '60 e '70 la plastica ha avuto il suo periodo di crescita esponenziale e tutto sembrava si potesse produrre in plastica.
- Anche negli imballaggi questa tendenza c'è stata e a volte ancora c'è
- Personalmente ritengo invece che prima della scelta della materia con cui produrre un imballaggio occorra valutare, ieri ma ancora più oggi, anche aspetti diversi dalla sola semplicità di uso, occorre valutare se quell'imballaggio soddisfa al meglio le caratteristiche primarie per cui si crea (protezione e trasporto, nel nostro caso di un alimento) ma anche il suo ciclo di vita, l'energia che contiene e il suo fine vita

- Fino a ieri le domande erano
 - assolve al compito?
 - Costa il meno possibile?
- Oggi a queste se ne affiancano altre, probabilmente più importanti:
 - le materie prime con cui è fatto sono abbondanti in natura?
 - La loro produzione provoca problemi ambientali?
 - Come posso fare per ridurre l'impatto che questo imballaggio ha sull'ambiente?
 - Esistono delle alternative?
 - Questo imballaggio avrà una seconda vita o potrà essere facilmente trasformato in altro senza problemi ambientali?

Come si cercano i dati che servono?



- Conoscenza diretta
- Librerie e banche dati
- Internet

- Motori di ricerca scientifici
- Contatti telefonici
- Sperimentazione diretta
- Consigli richiesti ai fornitori di dati, a colleghi o conoscenti, etc.



Il problema delle fonti

- Attenzione: non prendere per buono tutto quello che ci viene raccontato.
- La stampa e i social cercano spesso il sensazionalismo o di compiacere al pubblico.
- Parliamo con chi è nel settore, cerchiamo le fonti, andiamo vicino al problema. Chi lavora nel settore specifico ha più informazioni, ha esperienza, ha la visione di quello che succederà, conosce come stanno le cose, ha i numeri. In nostro compito è verificarli se qualcosa non è come ce lo aspettiamo.

Focus 2000 – 2030: Ridurre le emissioni di CO2

- Siamo ingegneri, non fermiamoci agli facili slogan di Greta Tumberg
- Certo influenzano gli stili di vita, come viaggiamo, cosa mangiamo, come produciamo le nostre energie, come produciamo i beni di cui abbiamo bisogno e come li usiamo e come li gestiamo alla fine della loro vita.
- Noi dobbiamo avere il coraggio di capire quello che ci dicono i numeri, anche se il risultato è impopolare
- Quale è l'energia che produce meno CO2 in assoluto?

- Alcune energie non ne emettono: certo FV, certo idrico, certo geotermico... ma anche il nucleare.
- Scelta impopolare certamente ma non si può sempre nascondersi dietro all'essere popolari, all'accondiscendere al sentire comune.
- La stessa cosa purtroppo succede con i materiali plastici.
- I più popolari polimeri termoplastici permettono una emissione di CO2 più bassa rispetto a molte alternative.
- Questo non tanto rispetto al peso (o non solo) ma soprattutto rispetto al contenuto.
- Questo vale in particolar modo per gli imballaggi per alimenti

Plastica VS Altri materiali: scegliere consapevolmente

- VETRO
- Per il calcolo consideriamo una temperatura ambientale di 298 K e una temperatura di fusione di 1873 K; per produrre 1 kg di vetro vergine servono $1563 \text{ kJ} / 3600 = 0,434 \text{ kWh/kg}$
- Se produciamo il vetro da materiale riciclato, si nota che da 1kg di rottame di vetro, si ricava 1kg di prodotto nuovo e inoltre la temperatura di fusione si abbassa da 1873 K a 1673 K. Da calcoli emerge quindi che per produrre 1 kg di vetro da rottame si consuma $1151 \text{ kJ} / 3600 = 0,320 \text{ kWh/kg}$

Plastica VS Altri materiali: scegliere consapevolmente

- **I metalli ferrosi**
- **ACCIAIO**
- Per produrre un kg di acciaio da kWh materie prime è necessario un quantitativo energetico di 33.000 kJ (9,16 /kg), mentre lo stesso quantitativo ricavato da materiale riciclato richiede da 12.000 a 17.000 kJ (4,7 kWh/kg). *(fonte Cna)*
- **ALLUMINIO**
- Per produrre un kg di alluminio da bauxite servono circa 54 kWh/kg mentre usando materiale riciclato si ha un risparmio energetico intorno al 95% pari a 183.000 kJ/kg (circa 51 kWh/kg) portando il consumo attorno a 2,7 kWh/kg, *(fonte Cial)*
- Il recupero di energia per incenerimento, nel caso del vetro e del metallo che non sono combustibili, non è possibile. Da ciò si deduce che il riciclo del vetro e del metallo è un percorso obbligato, sia per la convenienza energetica, che per la salvaguardia ambientale

Plastica VS Altri materiali: scegliere consapevolmente

- **CARTA E CARTONE**

- Il risparmio di energia è intorno a 14.000÷15.000 MJ a tonnellata di prodotto finito, dato che per la produzione di carta riciclata non è necessario agire per separare la cellulosa dalla lignina. Si ottiene una percentuale di risparmio energetico che va dal 360% al 900%. (*fonte Comieco*)

- **PLASTICA**

- Il risparmio energetico è ottenibile grazie ad una separazione per tipologia di materiale, in particolare per quanto riguarda PET e PVC. Per PET e PVC, si risparmia: 30.000 MJ e 15.000 MJ per tonnellata. (*fonte Ambiente Italia*)

Risparmio energetico del riciclo

• Risparmio	[MJ/t]	%
• Acciaio	18.000	43
• Alluminio	183.381	95
• Vetro	412	35
• Carta/cartone	15.000	360÷900
• Pet	30.000	n.d.



Si capisce allora che la **RACCOLTA DIFFERENZIATA** dei rifiuti ,
che è definita come: *"raccolta in cui un flusso di rifiuti è tenuto separato in base al tipo ed alla natura dei rifiuti al fine di poterli RICICLARE ed utilizzare al posto di materie prime di origine naturale"*,
rappresenta il primo indispensabile passaggio per il
RISPARMIO DI RISORSE NATURALI!

Riciclando i rifiuti si produce meno CO₂ (anidride carbonica) a beneficio della nostra atmosfera:

FRAZIONE	Kg di CO ₂ risparmiati per kg di frazione differenziata
Carta	0,97
Plastica	1,55
Alluminio	13,08
Metallo	1,86
Vetro	0,28
Organico	0,21

Tabella 4.7 – Percentuale del recupero totale sull'immesso al consumo, anni 2016 - 2017

Materiale	%	
	2016	2017
Acciaio	76,1	75,3
Alluminio	76,8	68,6
Carta	88,2	87,7
Legno	62,9	62,9
Plastica	83,9	83,5
Vetro	70,8	72,8
Totale	78,0	78,0

Fonte: CONAI

Confronto energetico Vetro/plastica/alluminio/carta

- Per trasformare un kg di plastica (da granulo a prodotto finito) servono da 1 a 2 kWh/kg (nel caso di imballaggi per alimenti si può usare riciclato solo in alcune applicazioni)
- Per trasformare un kg di vetro (da materia prima a oggetto finito) servono da 1 a 2 kWh/kg (fonte Assoesco, col 50% di rottame di vetro)
- Alluminio 15 kWh/kg (se da Bauxite) o 1,0 – 1,5 kWh/kg se riciclato
- Carta 7,5 kWh/kg e 440 litri di acqua (se da alberi) o 2,7 kWh/kg e 2 litri di acqua (se riciclata)
- Tenendo quindi conto del peso dell'oggetto ottenuto in rapporto alla quantità di cibo contenuto, è evidente che il materiale plastico è il meno impattante a livello di emissione di CO₂ (necessaria per produrre l'energia per la lavorazione), oltre alla riduzione degli altri fattori come CO₂ dovuta ai minori trasporti ecc.

#PLASTICFREE? MA TU LO SAI CHE...

100 grammi dello stesso prodotto possono essere imballati in contenitori che pesano:



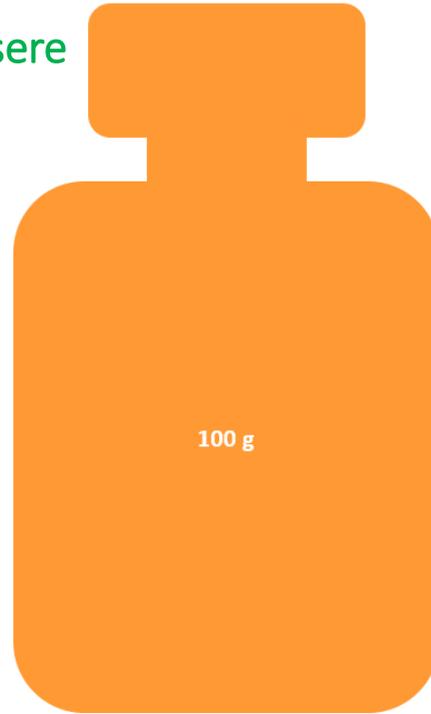
plastica



cartone



metallo



vetro



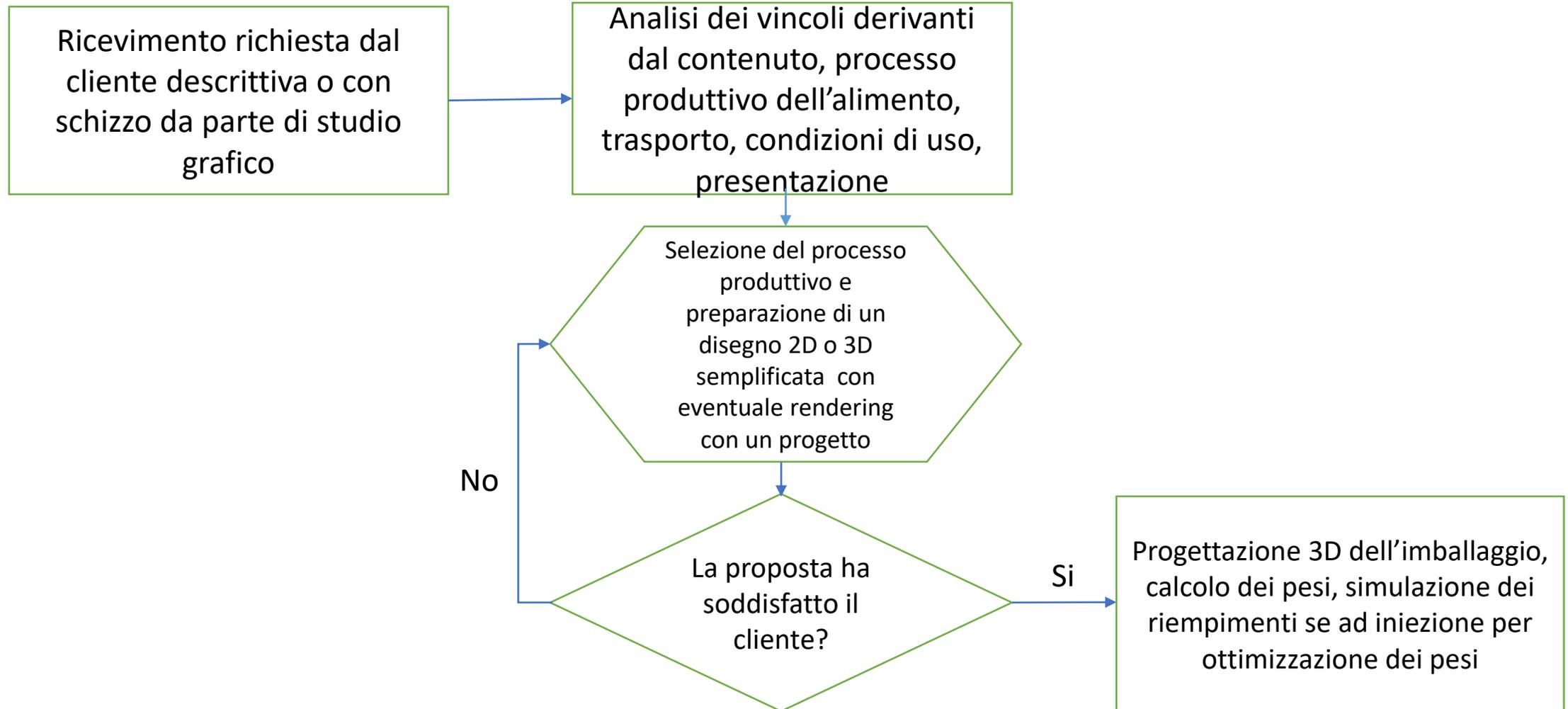
Altro esempio:
Il vasetto di vetro, rapportato al contenuto,
pesa 13 volte di più del vasetto di plastica

SEI ANCORA DELL'IDEA
CHE #PLASTICFREE
SIA LO SLOGAN GIUSTO?

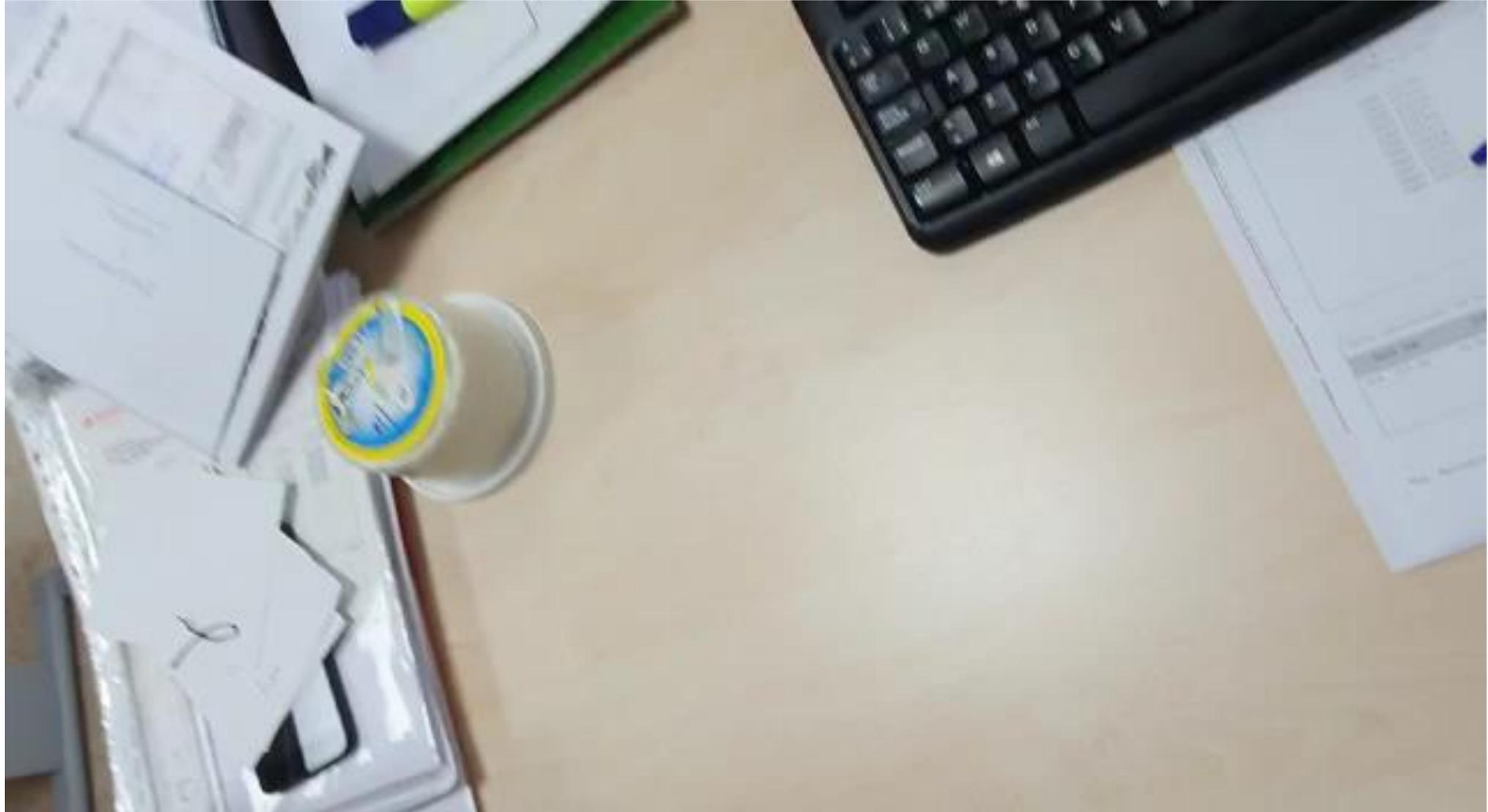


FEDERAZIONE GOMMA PLASTICA
Unionplast

Processo di progettazione di un imballaggio



Esempio di progettazione che non soddisfa l'esigenza del cliente



RJ766MO Borealis

Applications

Pails
Square containers

House ware and thin wall packaging
Closures

Special Features

Excellent organoleptic properties
Very good transparency

Good stiffness and impact balance

Physical Properties

Property	Typical Value	Test Method
<small>Data should not be used for specification work</small>		
Density	905 kg/m ³	ISO 1183
Melt Flow Rate (230 °C/2,16 kg)	70 g/10min	ISO 1133
Flexural Modulus	1.050 MPa	ISO 178
Tensile Modulus (1 mm/min)	1.150 MPa	ISO 527-2
Tensile Strain at Yield (50 mm/min)	12 %	ISO 527-2
Tensile Stress at Yield (50 mm/min)	29 MPa	ISO 527-2
Heat Deflection Temperature (0,45 N/mm ²) ¹	75 °C	ISO 75-2
Charpy Impact Strength, notched (23 °C)	4,5 kJ/m ²	ISO 179/1eA

PP SH950MO Borealis

Applications

Ice cream containers
Crates
Deep freeze boxes for food storage

Bread boxes, crates
Flip top caps, high gloss closures

Special Features

Good flow
Good impact strength

Improved gloss and excellent transparency
Very low influence on taste & odour

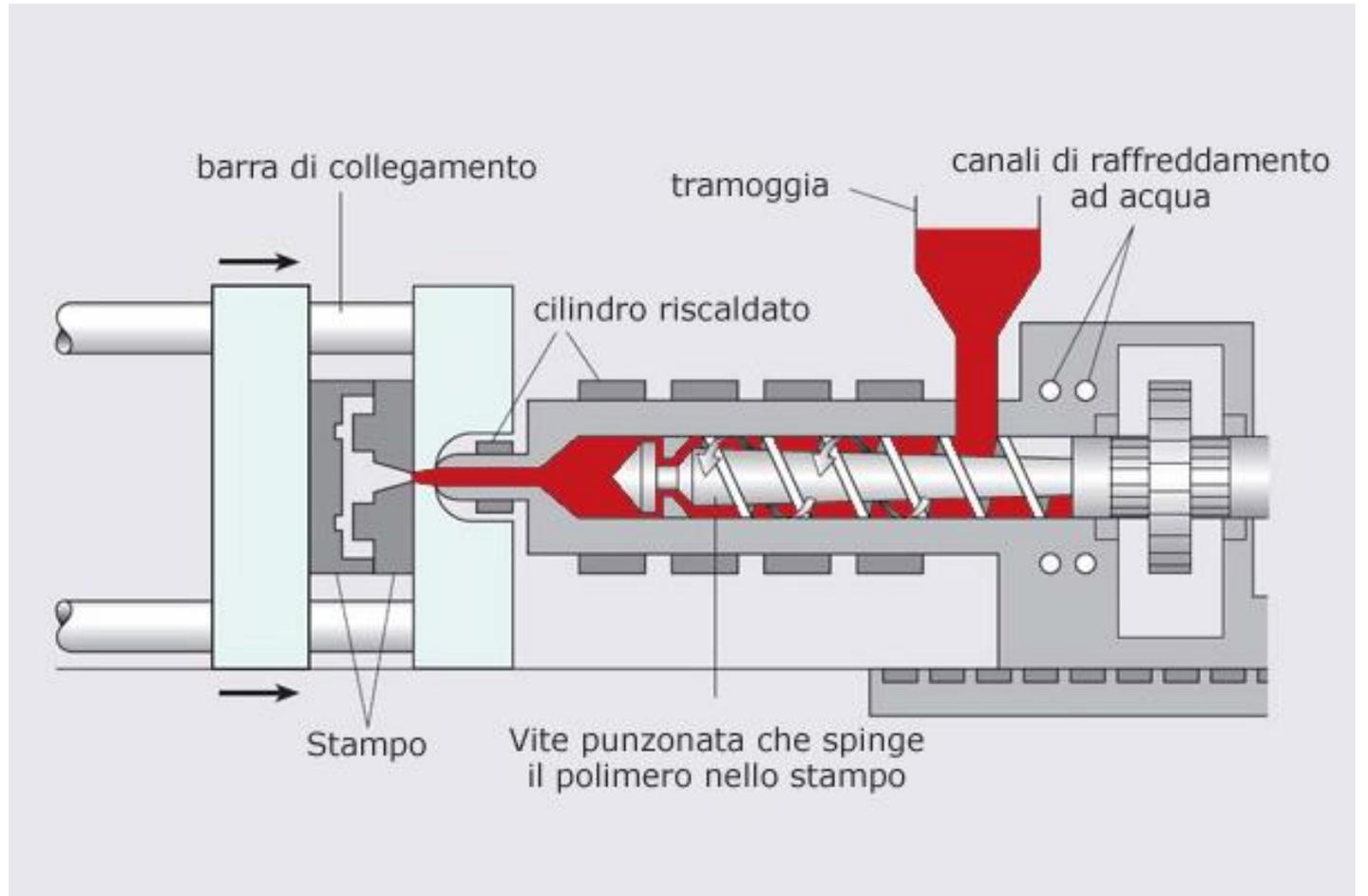
Physical Properties

Property	Typical Value	Test Method
Density	905 kg/m ³	ISO 1183
Melt Flow Rate (230 °C/2,16 kg)	40 g/10min	ISO 1133
Flexural Modulus	950 MPa	ISO 178
Tensile Modulus (1 mm/min)	1.050 MPa	ISO 527-2
Tensile Strain at Yield (50 mm/min)	10 %	ISO 527-2
Tensile Stress at Yield (50 mm/min)	20 MPa	ISO 527-2
Heat Deflection Temperature (0,45 MPa) ¹	75 °C	ISO 75-2
Charpy Impact Strength, notched (23 °C)	8 kJ/m ²	ISO 179/1eA
Charpy Impact Strength, notched (-20 °C)	3 kJ/m ²	ISO 179/1eA

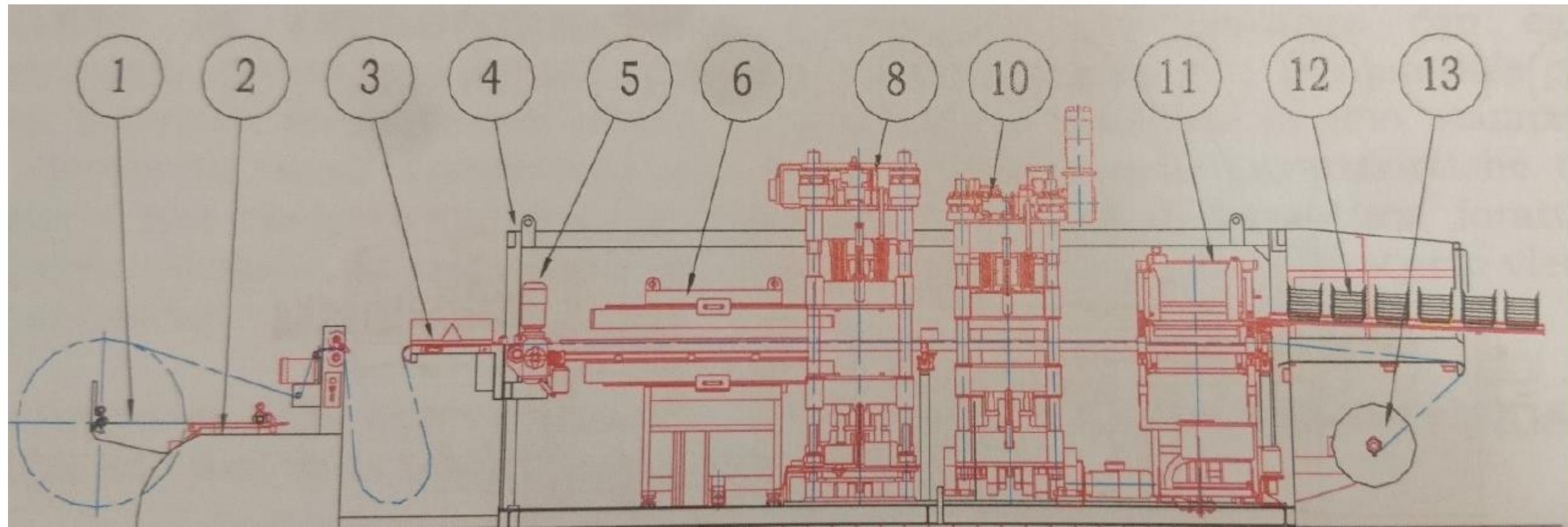
Progettazione: scelta della tecnologia di trasformazione

- Parliamo di imballaggi rigidi per cui i principali sistemi di trasformazioni sono:
 - INIEZIONE
 - TERMOFORMATURA

La trasformazione ad iniezione prevede che il polimero (PP) venga spinto velocemente all'interno dello stampo (raffreddato); qui si irrigidisce; lo stampo viene poi aperto e il pezzo espulso e impilato generalmente con un robot.



La trasformazione per termoformatura prevede la preparazione di un semilavorato chiamato foglia (cioè un laminato di spessore da 250 a 1600-1700 micron) e la successiva termoformatura tramite aria compressa e/o vuoto all'interno di uno stampo raffreddato. Il pezzo viene quindi tagliato e reimpilato. Il rifilo (quello che resta della foglia) viene quindi macinato e riutilizzato



Iniezione VS termoformatura

- Monostrato
 - Controllo dello spessore
 - Geometrie complesse (sigilli)
 - Decorazione con IML
 - Costanza del risultato
 - Macchine più complesse
 - Stampi costosi
 - Produttività medie
 - PESI MAGGIORI (in riduzione)
- Monostrato o multistrato
 - Distribuzione dello spessore non perfettamente controllabile
 - Geometrie semplici
 - Prodotto anonimo
 - Alta produttività con investimenti inferiori in macchine e stampi
 - Necessità di un semilavorato (uso maggiore di energia)
 - Spessori (e pesi) inferiori

Iniezione VS termoformatura

- Cosa spinge a scegliere un processo invece di un altro?
 - I punti di forza o di debolezza di ciascuna tecnologia sicuramente
 - Vincoli progettuali
 - Esigenze specifiche del prodotto alimentare (shelf life)

Oggi superamento in iniezione di alcuni vincoli preesistente (ad esempio aumento L/S con polimeri sempre più performanti ed uso della tecnica di iniezione con compressione)

Iniezione con compressione

- Processo antico (relativamente!), precisione moderna
- Si usa spesso per avere prodotti con minori deformazioni
- Permette di avere L/S molto lunghi (superiori anche a 350) e quindi significa spessori ridotti e meno uso di polimero (quindi LCA del prodotto più basso)

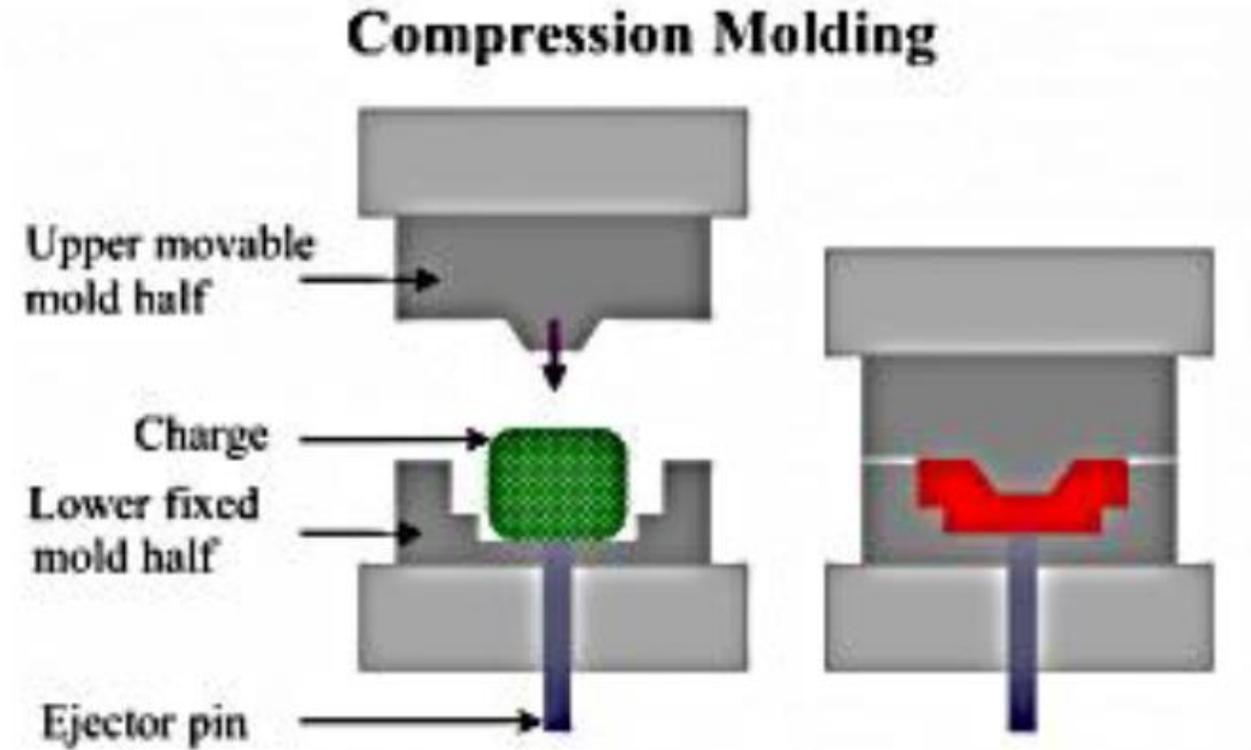
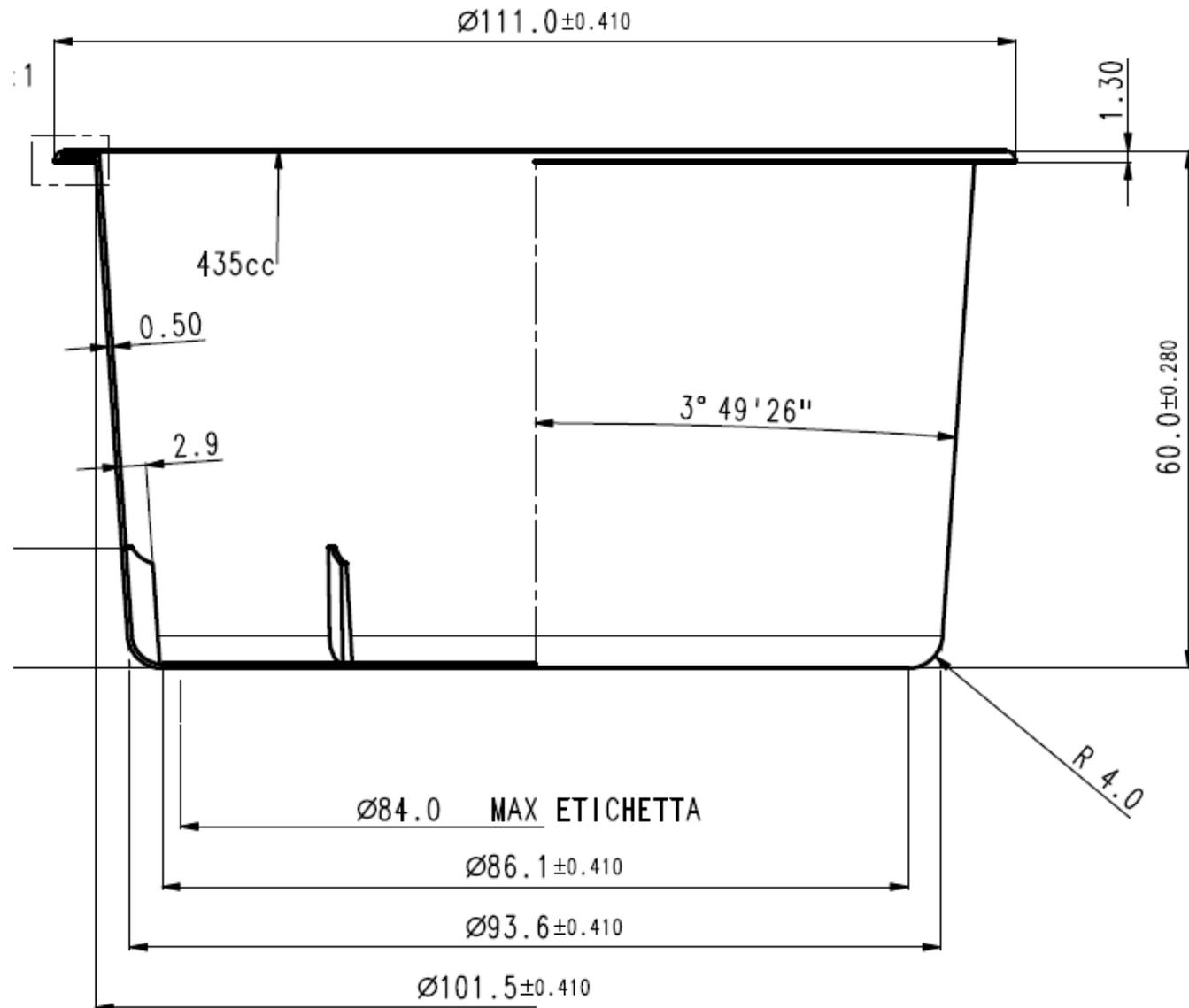


Figura 14: disegno funzionamento stampo ad inietto-compressione.
Fonte: <http://www.chimicamo.org/chimica-generale/tecnologie-di-lavorazione-dei-polimeri.html>

L/S del vasetto esempio

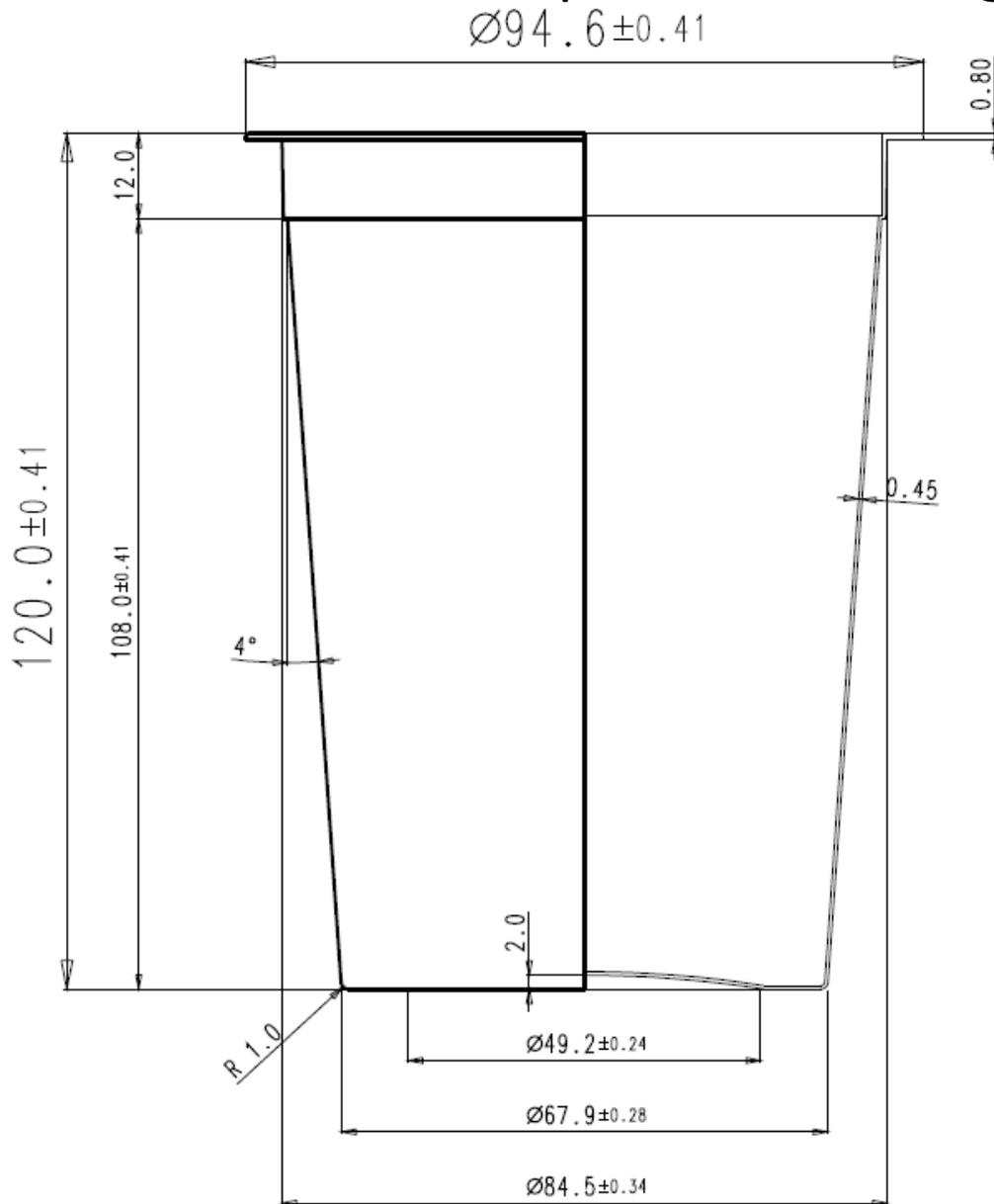


L=153 mm

S=0,5mm

L/S = 306

Esempio di L/S oggi al limite della tecnologia



L=159 mm

S=0,45

L/S = 353

Peso 15 g

Prima si usava uno spessore 0,55 mm
e il vasetto pesava 18,5g

Tasse e incentivi: come influenzano le scelte

Oggi in Italia c'è sostanzialmente una sola tassa attiva sugli imballaggi (non in generale ma solo sugli imballaggi): la tassa CONAI

Conai sta per Consorzio Nazionale Imballaggi

È una tassa che vige su tutti gli imballaggi (non solo sulla plastica)

55 (o 75 se poliaccoppiati) €/ton sulla carta

37 €/ton Vetro

15 €/ton su alluminio

18 €/ton Acciai

9 €/ton legno

Per la plastica varia in funzione del tipo da 560 A 660 €/ton a seconda del polimero (208 se PET o PE bottiglie)

È chiaro che questo può in qualche modo influenzare le scelte da parte degli utilizzatori di imballaggio che cercano, se possibile, di utilizzare imballaggi che scontano una tassa inferiore.

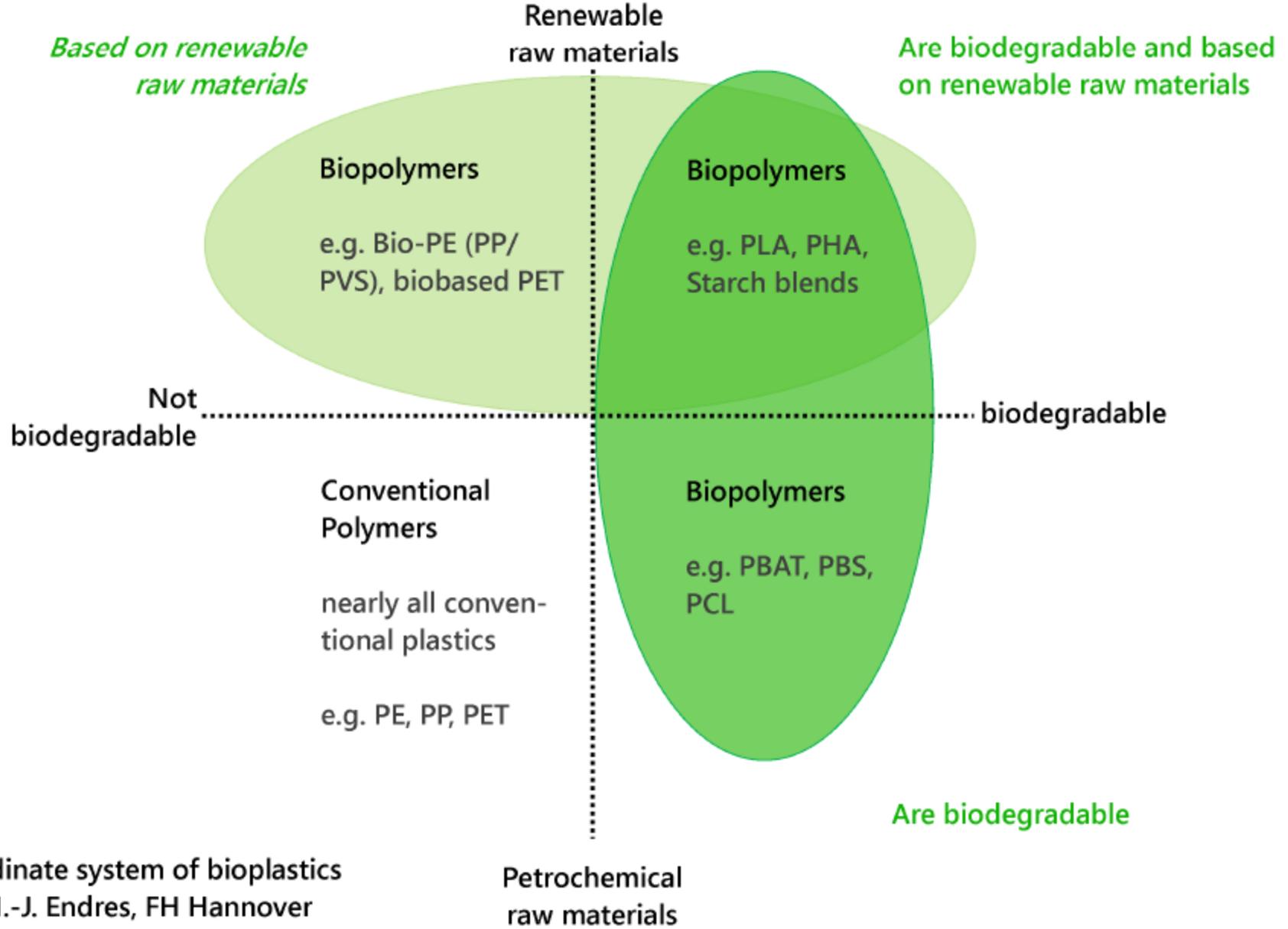
Tasse e incentivi: come influenzano le scelte

- In Europa si parla di introdurre una tassa di 0,8 €/kg sulla plastica NON RICICLATA.
- Una tassa che pagherà ciascuno stato membro sulla quantità di plastica non raccolta e riciclata nelle filiere di riciclo; per fortuna in Italia l'80-85% della plastica viene riciclata.
- In Europa è vietato l'uso di piatti, posate, cotton fioc e altri oggetti monouso
- In Italia dal 1 luglio dovrebbe entrare in vigore quella che chiamano plastic tax (0,45 €/kg) che invece graverà sulla produzione di ogni MACSI (Materiale A Contatto a Singolo Impiego). Contatto si intende con un Alimento, singolo impiego è praticamente tutto... tranne le ciotole per impastare in pratica !

Tasse e incentivi: come influenzano le scelte

- È chiaro che tutto questo incide in modo pesante e spinge molte aziende a scegliere materiali che di per se poi così ecologici non sono
- Abbiamo visto che già la carta, una scelta che piace molto, non è così convincente dal punto di vista ambientale.
- Se poi sopra ci spalmiamo uno strato da 20 a 50 micron di PE (perché la plastica è cattiva ma senza la carta non funziona), ecco che abbiamo un prodotto multimateriale la cui riciclabilità crea un sacco di problemi... eppure il consumatore vuole quello, la GDO gli vende quello, i suoi fornitori producono quello e il mercato si sposta verso qualcosa che non risponde in modo oggettivo ai bisogni del pianeta.

Bioplastiche: classificazione



Graph
Material coordinate system of bioplastics
Prof. Dr. Ing. H.-J. Endres, FH Hannover

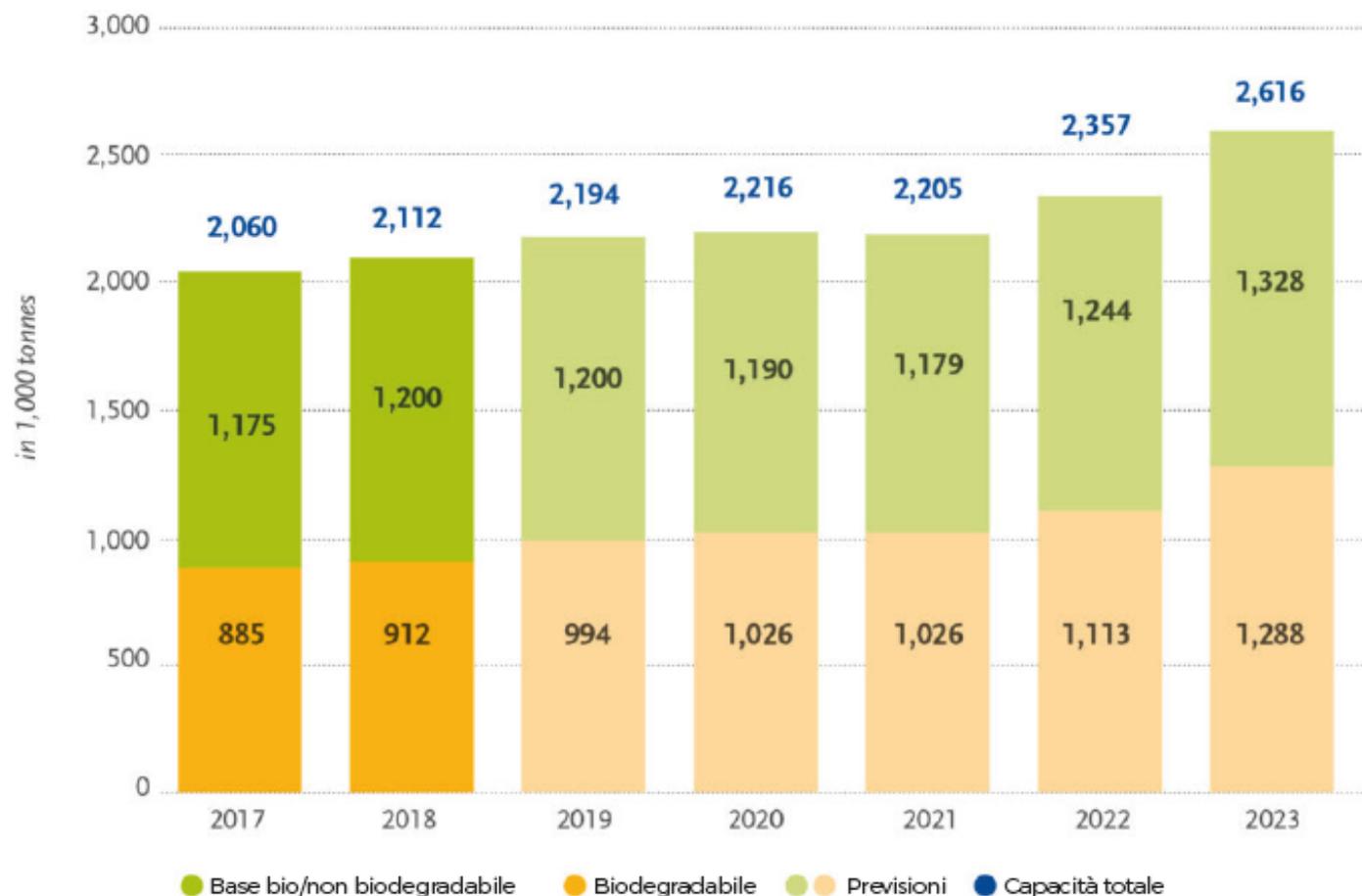
4 Mito

Fatto

“LA PLASTICA PUÒ ESSERE SOSTITUITA DALLA BIOPLASTICA”

Da qui al 2023 la produzione di bioplastica per imballaggi potrà sostituire meno del 10% di quelli realizzati con plastiche “tradizionali”. Esistono comunque già oggi aree di applicazione in cui le bioplastiche possono essere positivamente impiegate.

CAPACITÀ PRODUTTIVA GLOBALE DI BIOPLASTICHE



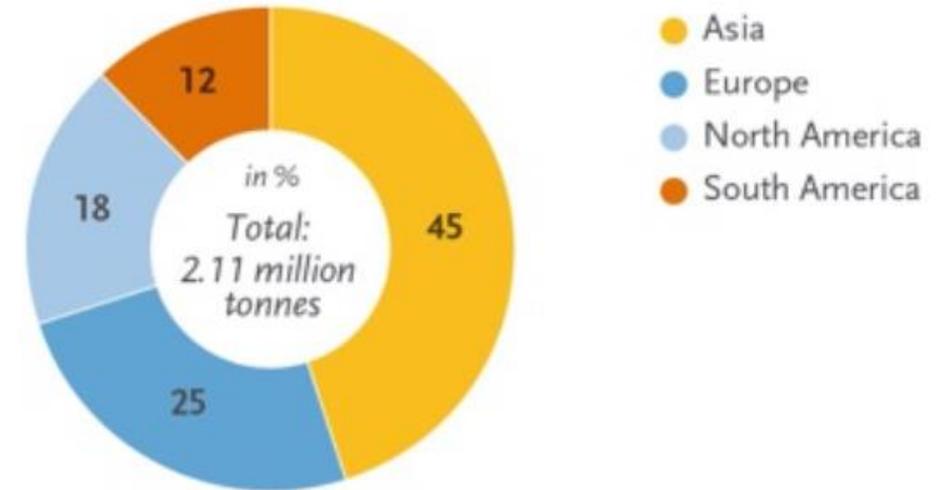
Fonte
European Bioplastics,
nova-Institute (2018)

- Capacità produttiva annua plastiche tradizionali
- 310 milioni/ton (50 milioni/ton in Europa)

- Plastiche biodegradabili (tutte) 0,912 milioni/ton

- Meno dello 0,3% oggi e il trend resterà lo stesso nei prossimi anni

Global production capacities of bioplastics in 2019 (by region)



la bufala dei materiali compostabili

- Cosa si racconta dei polimeri compostabili (il sentire comune)
- Cosa succede nella realtà ai polimeri compostabili dopo la raccolta (il politicamente scorretto)

Materiali compostabili: Cosa si dice

- Usiamo materiali compostabili perché sono «naturali»
- Usiamo materiali compostabili perché riduciamo il «marine littering»
- I materiali compostabili prevengono la «morte delle tartarughe»
- I materiali compostabili si mettono nell'umido e producono un ottimo compost
- Hanno le stesse caratteristiche fisiche dei polimeri tradizionali

Materiali compostabili: la realtà

- Per produrre materiali compostabili si usano processi chimici, spesso del tutto simili a quelli dei polimeri tradizionali. Con questo non c'è nulla di male, né in un caso né nell'altro
- Il marine littering non si riduce perché i materiali compostabili, se abbandonati, in terra e in mare ci finiscono esattamente come quelli tradizionali: in terra non si compostano (non spariscono!) e in mare non si sciolgono
- Non solo non si sciolgono in acqua di mare (i PHA dicono di sì... ma la cosa è controversa, io ho provato e in spessori da imballaggio rigido non funziona la dissoluzione) ma essendo maggiormente colonizzati da alghe, sono più facilmente ingeriti dai pesci (le tartarughe poi restano impigliate nelle reti di solito, che in materiali compostabili non si possono fare)

Materiali compostabili: la realtà

- I materiali compostabili... non si compostano! O meglio si compostano in «... ambiente di compostaggio industriali in 90 gg in spessori sottili»
- L'ambiente di compostaggio industriale è un ambiente caldo (45 °C circa) e umido, non è un ambiente che si incontra in natura, e quindi in natura il materiale non si compostava
- Inoltre spessori elevati non si compostano comunque in 90 gg ma serve di più
- Ma soprattutto i moderni impianti di trattamento dell'umido hanno cicli di lavorazione di 23 gg perché lavorano in ambiente anaerobico e il materiale compostabile, anche sottile, rappresenta un inconveniente e quindi viene raccolto, seccato... e bruciato in cementificio!

Materiali compostabili: la realtà

- Il compost in uscita è solo un sottoprodotto che spesso si fa fatica a vendere e di qualità modesta
- Infine i polimeri compostabili presentano enormi difficoltà nell'utilizzo in imballaggi rigidi e le proprietà fisiche che offrono sono modeste e non sufficienti

- Le nuove frontiere: PHA, PHB.
Vantaggi/svantaggi
- Le nuove frontiere: materiali biobased.
Vantaggi/svantaggi
- Le nuove frontiere: materiali da riciclo chimico.
Vantaggi/svantaggi

PHA, PHB. Vantaggi/svantaggi

- I poliidrossialcanoati (PHA) sono polimeri poliesteri termoplastici sintetizzati da vari generi di batteri (*Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, etc...) attraverso la fermentazione di zuccheri o lipidi.
- Sono macromolecole lineari, che in particolari condizioni di coltura, quale l'assenza di determinati nutrienti come azoto, fosforo e zolfo, vengono accumulate dai batteri come fonte carboniosa di riserva, sotto forma di granuli. I granuli possono raggiungere elevate concentrazioni, fino al 90% del peso secco della massa batterica.
- Tra i poliidrossialcanoati, il poliidrossibutirrato (PHB) ha proprietà più simili al polipropilene (PP), ed ha una buona resistenza all'umidità

Vantaggi

- Questi materiali sono biodegradabili e sono usati nella produzione di bioplastiche.
- Sono stabili all' UV, a differenza di altri tipi di bioplastiche derivate da polimeri come l'acido polilattico (PLA)
- Relativamente bassa permeabilità all'acqua.
- Sono anche solubili in acqua marina (almeno, alcuni studi dicono questo) e quindi c'è una campagna che spinge a usarli

Svantaggi

- La lavorabilità, la resistenza all'urto e la flessibilità migliorano con una percentuale maggiore di valerato nel materiale (Acido Valerico, che puzza)
- L'acido poliidrossibutirrico, sintetizzato da PHB puro è relativamente fragile e rigido, copolimeri del PHB, che hanno altri componenti, possono invece avere proprietà più elastiche.
- I PHA e PHB in spessori elevati in realtà non si sciolgono in acqua marina, o comunque non in tempi rapidi (e comunque sarebbe un messaggio sbagliato «usiamoli così possiamo buttarli in mare!»)
- Hanno costi elevati (5-6 €/kg)
- Si lavorano molto male (non scorrono nello stampo e si incollano allo stesso) e occorre quindi usare spessori elevati
- Hanno peso specifico attorno a 1,35 (iol PP è 0,9) quindi l'oggetto, complice l'aumento dello spessore, spesso pesa il doppio dell'equivalente in PP
- Hanno scarse caratteristiche fisico meccaniche (ad esempio non sopportano la temperatura, come tutti i poliesteri) e non sono trasparenti

materiali biobased/derivazione non fossile

- Da qualche anno è stato reso disponibile da Braskem un PE biobased
- Praticamente dal 2021 sono disponibili anche PP di derivazione non fossile (Biobased di seconda generazione)
- Il processo prevede una prima fase di preparazione del materiale di partenza che può essere canna da zucchero (caso PE Braskem) o oli alimentari di recupero o scarti vegetali (scarto della lavorazione dell'olio di Palma)

Vantaggi

- I nuovi prodotti non sono più in competizione con la produzione alimentare ma usano scarti
- Riducono l'impatto ecologico (LCA più basso rispetto a derivazione fossile)
- Sono gli stessi polimeri usati fino ad oggi quindi niente omologazioni o problemi o limitazioni di uso
- Polimeri molto conosciuti
- Non sono biodegradabili

Svantaggi

- **Non sono biodegradabili**
- **Hanno un delta price importante rispetto ai polimeri di derivazione fossile**
- **Disponibilità limitata**
- **Il concetto di bilancio di massa non è ancora diffuso**

materiali da riciclo chimico

- Sono l'ultima frontiera dei polimeri tradizionali dove però la fonte non è fossile ma direttamente il rifiuto plastico
- Molti produttori si sono già integrati con recuperatori che separano i polimeri
- Dal plasmix (o da opportune frazioni polimeriche in ingresso), tramite pirolisi o dissoluzione in solventi (nel caso del PS) si ottiene un olio che entra nel cracker e viene distillato come normale olio fossile
- Si produce (o si estrae dal solvente) il monomero (propilene, Etilene o Stirolo) e si usa normalmente nel processo di polimerizzazione

Vantaggi

- E' la vera economia circolare: usato l'imballaggio si ricicla e si recupera a un nuovo uso identico
- Riducono l'impatto ecologico (LCA più basso rispetto a derivazione fossile)
- Sono gli stessi polimeri usati fino ad oggi quindi niente omologazioni o problemi o limitazioni di uso
- Polimeri molto conosciuti
- Non sono biodegradabili

Svantaggi

- **Non sono biodegradabili**
- **Hanno un delta price importante rispetto ai polimeri di derivazione fossile (più alto rispetto al biobased)**
- **Disponibilità molto limitata (oggi escono solo da impianti pilota)**
- **Il concetto di bilancio di massa non è ancora diffuso**