



*Le nuove frontiere della ricerca nel campo dei biomateriali:
opportunità per il settore conciario, tra innovazione di prodotto e
valorizzazione degli scarti*

Mario Malinconico

**Direttore di Ricerca presso Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali, IPCB
Pozzuoli (Na) (www.ipcb.cnr.it)**

Rappresentante Italiano presso International Science Council (<https://council.science/>)

Coordinatore del Comitato Scientifico di Assobioplastiche (www.assobioplastiche.org)

Presidente Atia-ISWA (www.atiaiswa.it)

“Giornata Nazionale della Bioeconomia”

Giovedì 23 Maggio 2019, ore 14.30

Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle Materie Concianti

Headquarter Comprensorio Olivetti

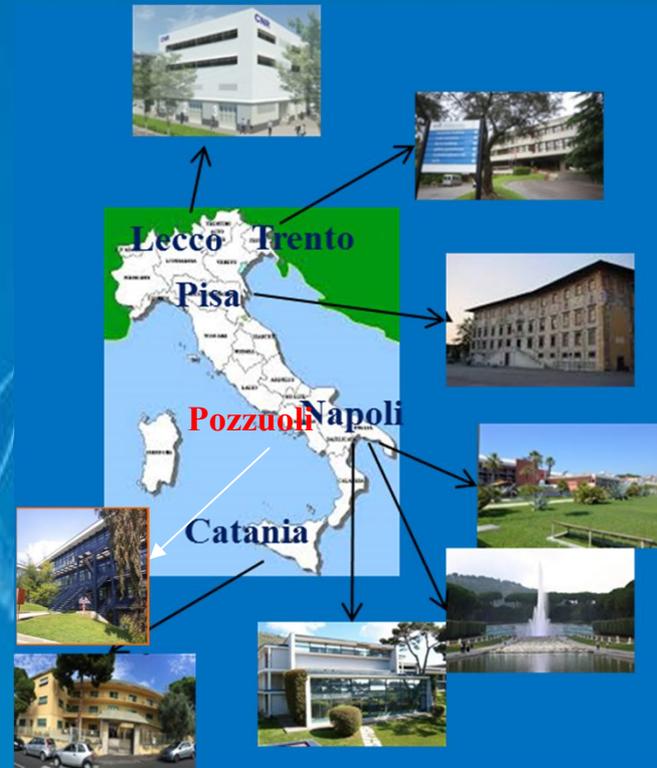
Via Campi Flegrei, 34, 80078 - Pozzuoli - NA

Istituto Polimeri, Compositi e Biomateriali, IPCB

STAFF

- 81 ricercatori e tecnologi
- 35 personale tecnico e amministrativo

*e oltre 40 laureandi, dottorandi e borsisti
dall'Italia e dal mondo*



Aging	Materiali Compositi	Reologia - Pozzuoli
Analisi Termica - Portici	Materiali Ibridi	Resistenza al Fuoco
Analisi Termica - Pozzuoli	Materiali Sostenibili	Reverse Engineering
Analisi Termica Avanzata	Materiali Termoindurenti	Risonanza Magnetica Nucleare allo Stato Solido
Beni Culturali	Meccanochimica	Sintesi di Polimeri
Biomateriali	Microscopia - Napoli	Sintesi di Sistemi Polimerici Funzionali
Diffrazione dei Raggi X a Basso Angolo	Microscopia Elettronica a Scansione e Trasmissione	Sintesi Materiali Nanostrutturati
Diffrazione dei Raggi X ad Alto Angolo	Microscopia Ottica	Smartlab
Elettrofilatura - Napoli	Nanoindentazione	Spettroscopia delle Nanostrutture
Elettrofilatura - Pozzuoli	Officina meccanica	Spettroscopia Laser
Informatica - Centro di Calcolo	Proprietà Meccaniche - Napoli	Spettroscopia Molecolare
Ingegneria dei Tessuti - Colture Cellulari	Proprietà Meccaniche - Pozzuoli	Spin off Punto Quantico
Ingegneria delle Superfici e dei Nanosistemi	Proprietà-Struttura	Trasformazione Materiali Polimerici
Massa e Dimensione molecolare	Proprietà di Trasporto - Pozzuoli	Trasformazione Materiali Termoindurenti
Materiali a Base di Polimeri Naturali	Prototipazione Rapida	Trasformazione Materiali Termoplastici
Materiali Cellulari	Reologia - Napoli	Trasporto di Massa

12 Principles of **Green Chemistry**

1. Prevent Waste
2. Design Safer Chemicals
3. Less Hazardous Chemical Synthesis
4. Use Renewable Feedstock
5. Catalysis
6. Avoid derivatives
7. Atom Economy
8. Safer Solvents
9. Energy Efficiency
10. Design Chemicals for Degradation
11. Real-Time Analysis for Pollution Prevention
12. Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention

About ISWA

ISWA is the world's leading network promoting professional and sustainable waste- and resource management.

ISWA represents all aspects and stakeholders within the waste management sector: the public, the private and the academic.

ISWA's mission is **“to promote sustainable waste management worldwide“** .

With more than 1,300 Members in 109 countries, ISWA has a unique global network.





PRODUTTORI

NATURE WORKS	P.O. Box 55281410	EANaarden		The Netherlands
M&G POLIMERI ITALIA SpA	Via Morolense, km 10	03010	Patrica	FR
NOVAMONT	Via G. Fauser 8	28100	Novara	NO
FKuR Kunststoff GmbH	Siemensring, 79	47877	Willich	Germany
BASF Italia SrL	Via Marconato, 8	20811	Cesano Maderno	MB
Biosphere	3, Rue Scheffer	75116	Paris	France

- Presidente: Marco Versari, Novamont**
- Coordinatore S&T: Mario Malinconico, CNR**



**Chi crede che sia possibile una
crescita infinita in un mondo
finito o è un pazzo o è un
economista.**

Perché l'economia circolare?

Spinte sociali

- Riscaldamento globale
- Esaurimento risorse
- Scarsità di cibo
- Scarsità di acqua potabile
- Crescita e invecchiamento della popolazione
- Crescita dei rifiuti e dell'inquinamento



Ambiente



Il sistema economico e l'ambiente



- Rachel Carson (1963) *Silent spring*: prima denuncia contro l'uso crescente dei pesticidi e dei composti organici di sintesi in agricoltura attraverso una documentata analisi degli effetti dannosi sull'ambiente e sulla salute umana.

“Più riusciamo a focalizzare la nostra attenzione sulle meraviglie e le realtà dell'universo attorno a noi, meno dovremmo trovare gusto nel distruggerlo”.

- Barry Commoner (1972) *The closing circle*: mise in evidenza come fossero le nuove tecnologie (in particolare quelle chimiche) le principali cause della crescita esponenziale dell'inquinamento per unità di prodotto e dei consumi di energia del secondo dopoguerra.



Le 4 leggi fondamentali dell'ecologia per Commoner

1. Everything is Connected to Everything Else.

La natura è un reticolo complesso e ogni sua parte è collegata con le altre.

2. Everything Must Go Somewhere.

Quando buttiamo una cosa pensiamo che essa si volatilizzi invece no, finisce inevitabilmente da qualche parte e spesso non produce effetti positivi.

3. Nature Knows Best.

Questo indica esplicitamente all'uomo a non essere così pieno di se e a usare la natura come se potesse renderla a suo indiscriminato servizio. Se la natura si ribella l'uomo è destinato a soccombere.

4. There Is No Such Thing as a Free Lunch.

Indica il fatto che le risorse sono limitate, quindi è necessario contenere sempre più gli sprechi.

Spinte industriali

Figura 1 | I cinque modelli di business dell'economia circolare

Forniture circolari: forniscono energia rinnovabile, materiali a base biologica o completamente riciclabili per rimpiazzare quelli a ciclo di vita singolo

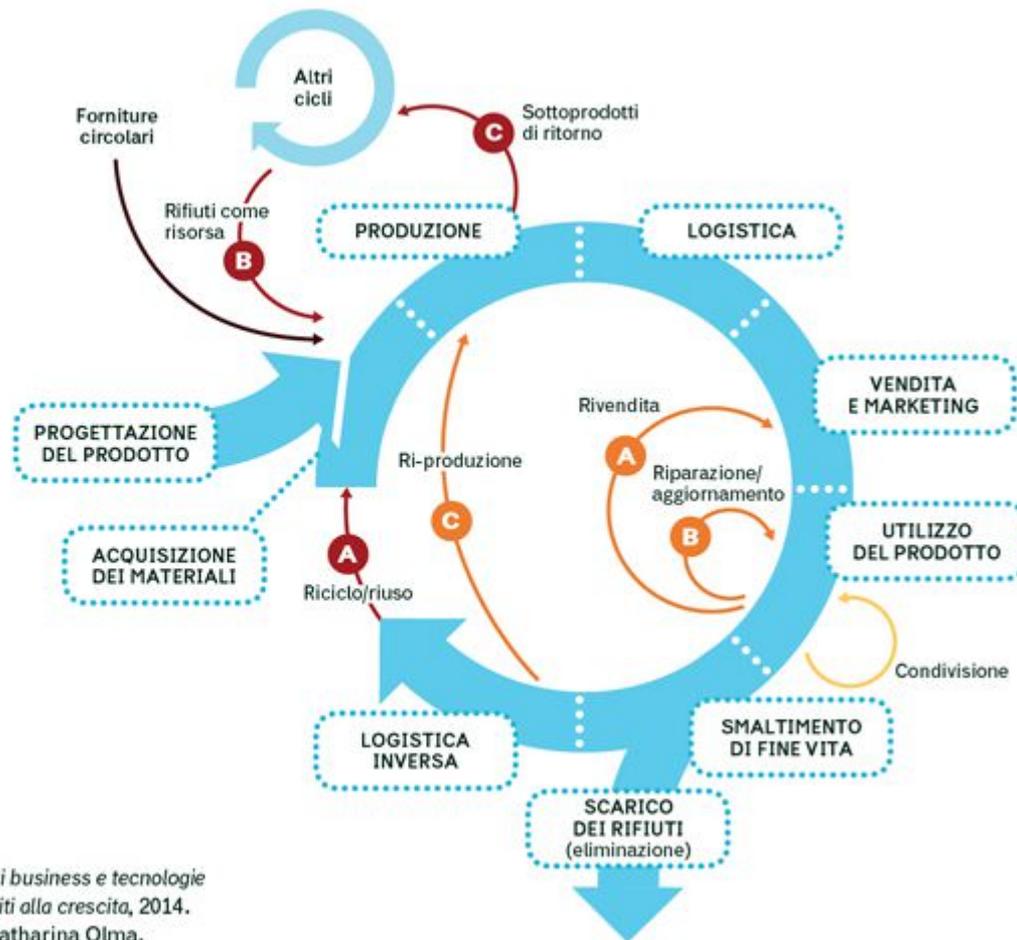
Recupero delle risorse: estrae utili risorse/energia dai prodotti o sottoprodotti smaltiti

Estensione della vita del prodotto: estende il ciclo di vita funzionale di prodotti e componenti mediante riparazione, aggiornamento e rivendita

Piattaforme di condivisione: permettono un maggiore tasso di utilizzo dei prodotti rendendo possibili uso/accesso/proprietà condivisi

Prodotti come servizio*: offrono accesso al prodotto mantenendo la proprietà per internalizzare i benefici della produttività circolare delle risorse

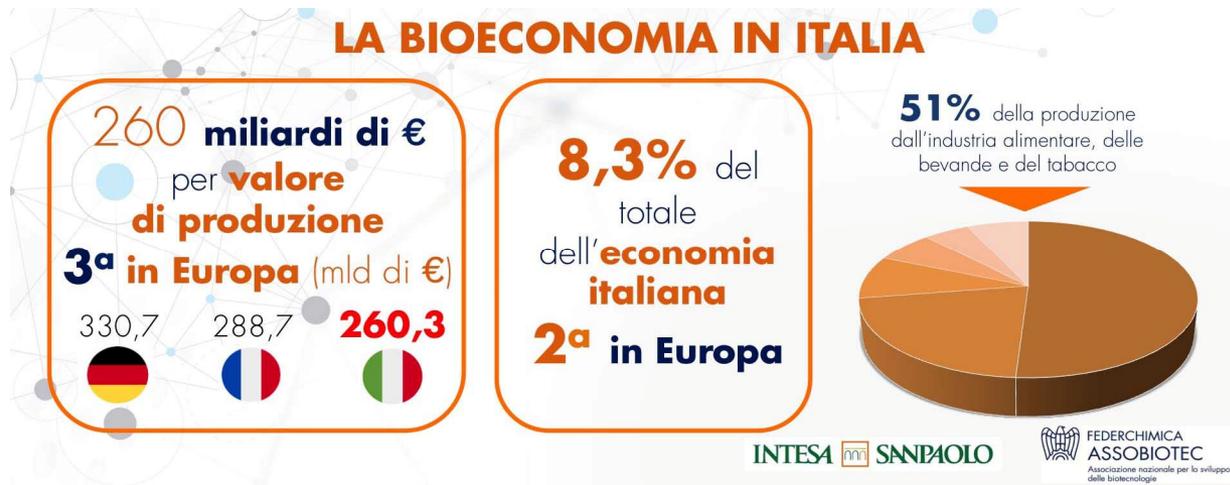
*Può essere applicato ai flussi del prodotto in qualsiasi punto della catena di valore



Fonte: Accenture, *Circular Advantage: Modelli di business e tecnologie innovativi per creare valore in un mondo senza limiti alla crescita*, 2014. Rifacimento grafico a cura di Elmar Sander e Katharina Olma.

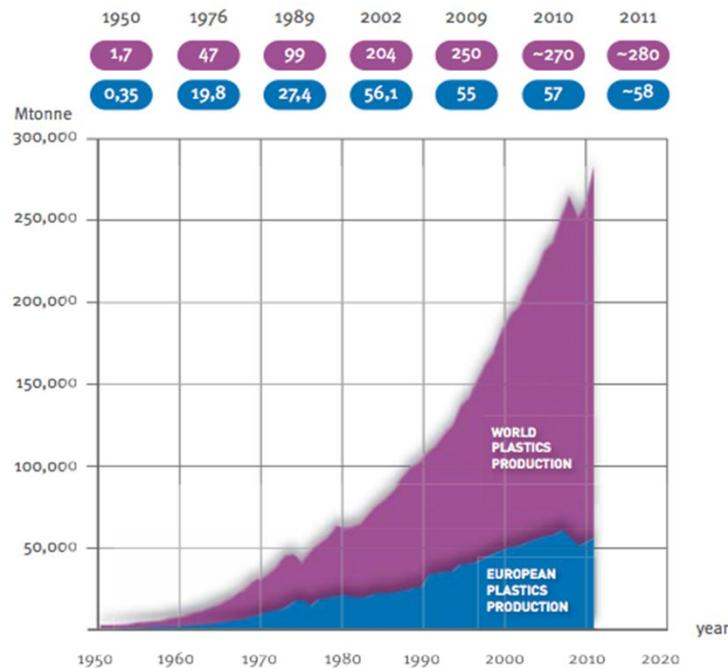
Dall'economia circolare alla Bioeconomia

Lo sviluppo di un'economia che cresca rispettando l'ambiente e riducendo la dipendenza da risorse non rinnovabili, come i combustibili fossili, appare come obiettivo prioritario per l'Europa e per l'Italia.

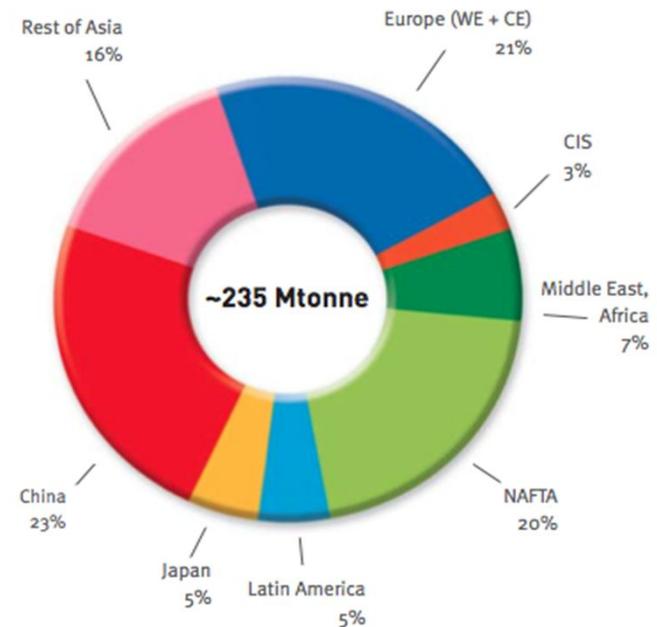


THE GROWTH OF PLASTICS

from Zero to 300 million tonnes in 60 years
... and still growing



World Plastics Production 1950-2011
Source: Plastics Europe Market Research Group



World Plastics Materials Production by region (wt%) 2017
Source: Plastics Europe Market Research Group



FRP(vetroresina) + EPS



FRP + EPS + RUBBER



FRP + EPS



FRP + EPS + TEXTILE (by-product)

Sono state effettuate altre sperimentazione utilizzando **polistirene, vagliatura edile e altri materiali di recupero** per ottenere diverse caratteristiche fisiche e molteplici sfumature di colore.





FROM



TEXTILE

WASTE

PLASTIC

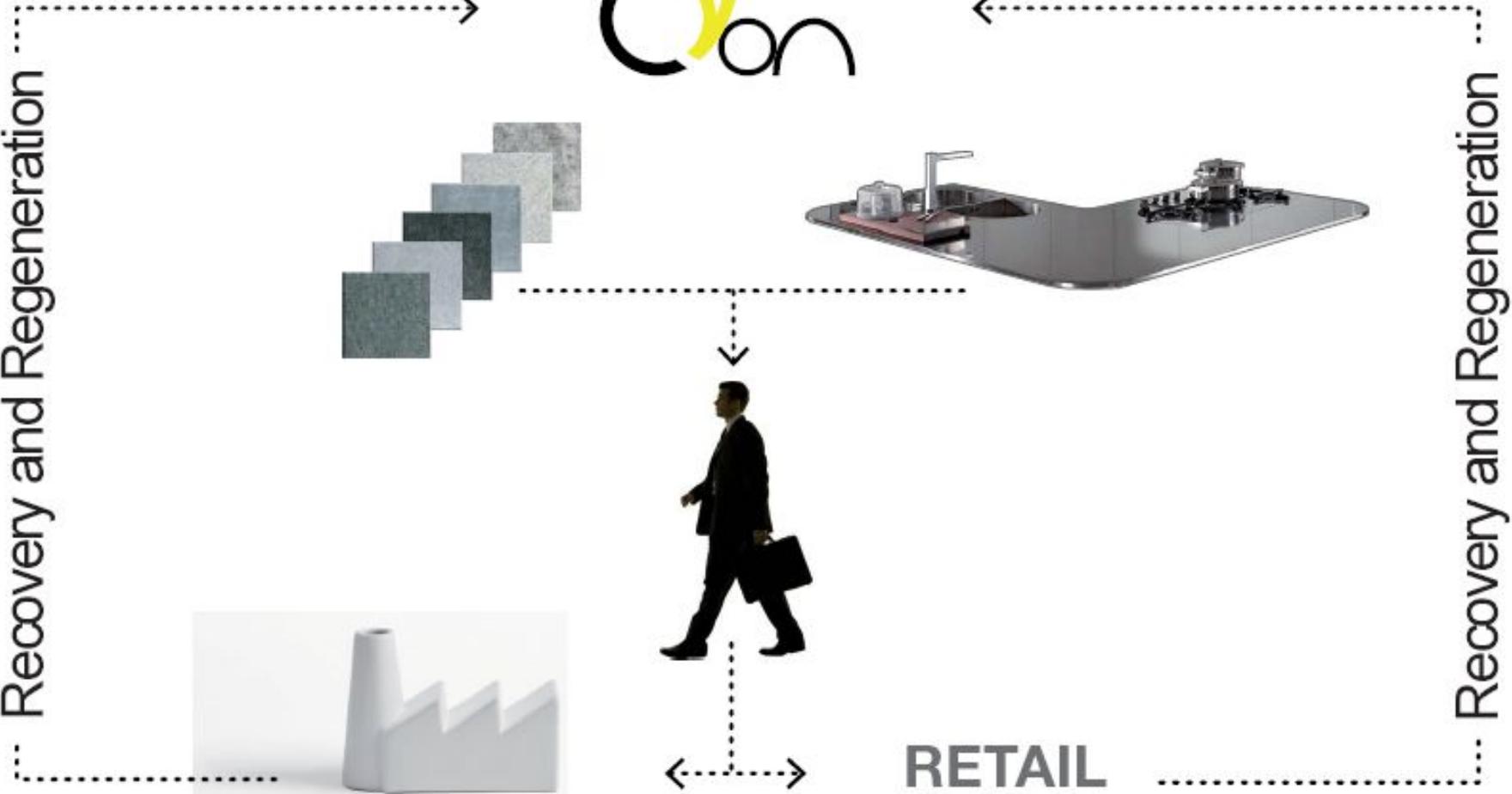
WASTE

Recovery and Regeneration



RETAIL

Recovery and Regeneration

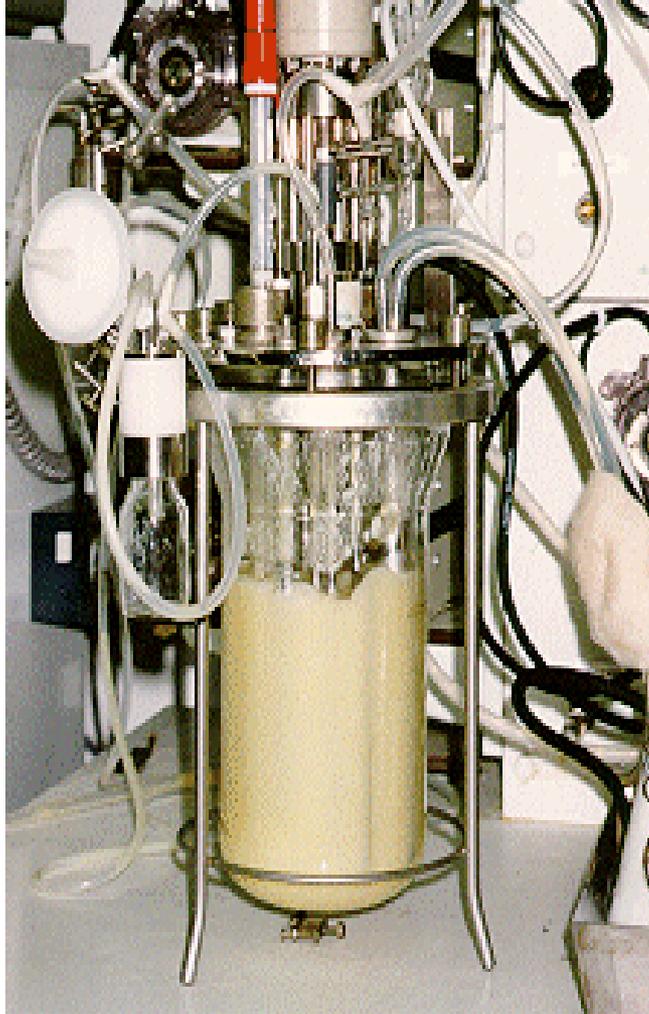




Bio-raffineria



Grain,
organic wastes



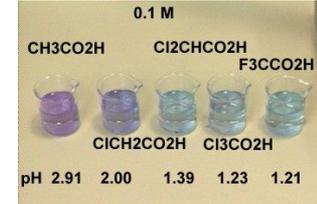
Fuels



Solvent



Bulk chemicals



Plastics



Fibres



Fine chemicals



Oils



Buste per la spesa ed altri imballaggi flessibili



Altre applicazioni



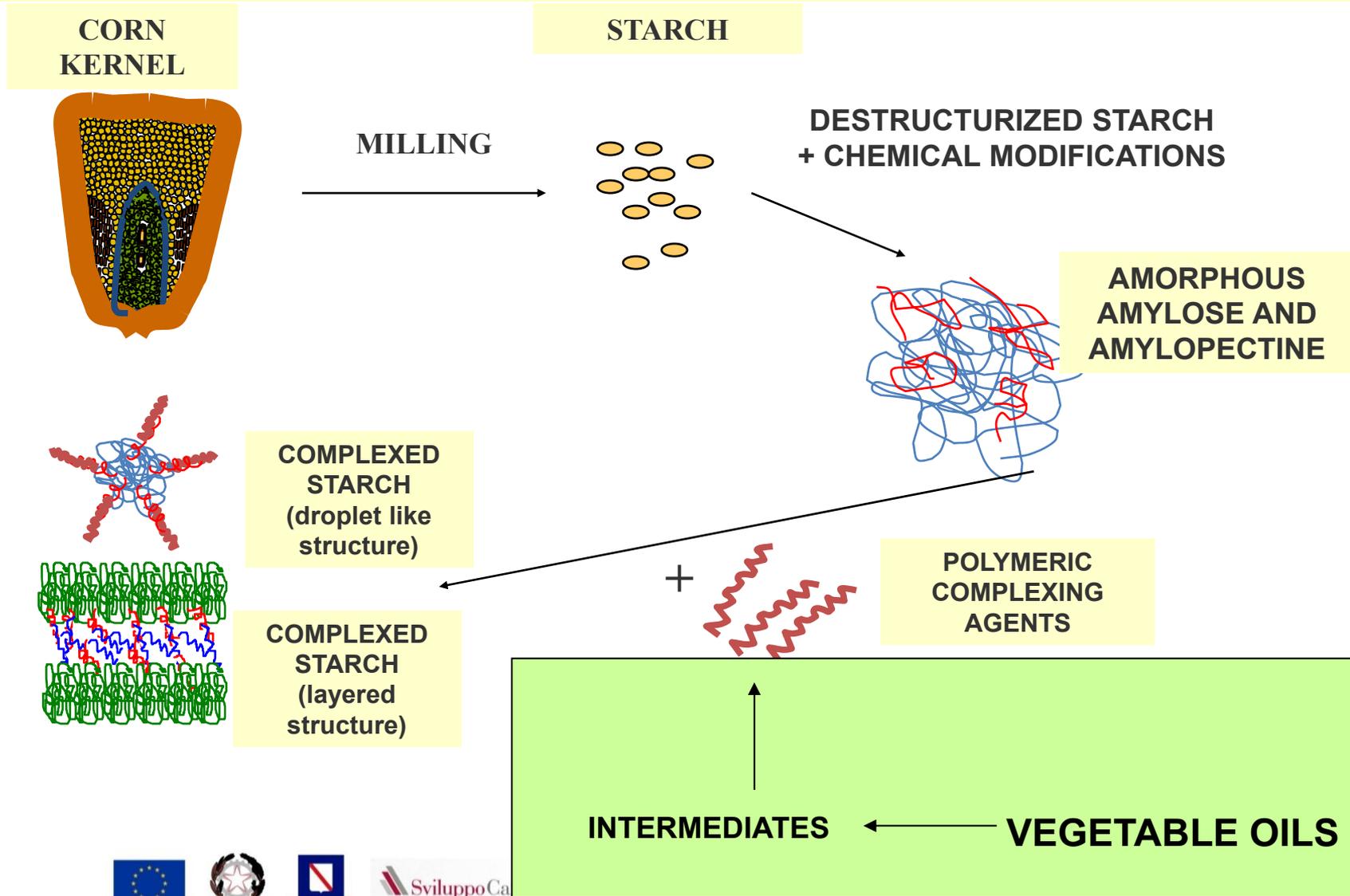
I teli agricoli



BIOBASED/BIODEGRADABLE

PRODUCT	BIOPLASTIC	PRODUCER	COUNTRY
Mater-Bi	Starch-based resins (degrade in sea)	Novamont	Italy
PHA	Polyhydroxyalkanoates (degrade in sea)	Yield10 Bioscience (Metaboliz Inc.)	USA
PLA	Poly lactic acid	NatureWorks (Cargill/PHH/	USA/Thailand
PLA	Poly lactic acid	Total Corbion PLA	France/Netherlands

NOVAMONT'S STARCH/VEGETABLE OILS STARTING TECHNOLOGY (Mater-Bi family)





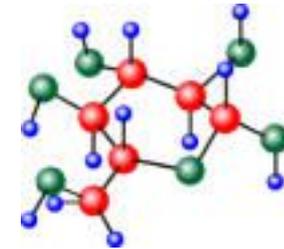
Poli(idrossialcanoati) (PHA)



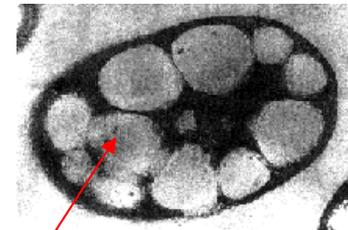
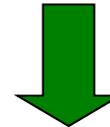
Luce solare



Mais

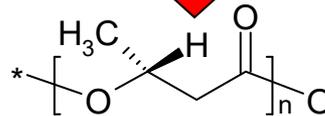
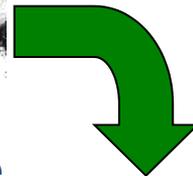


zuccheri

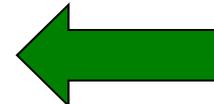


Fermentazione

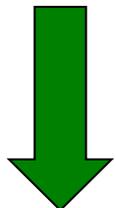
sintetizzato da numerosi microorganismi
come materiale di riserva sotto forma di
granuli intracellulari



PHA



Plastiche

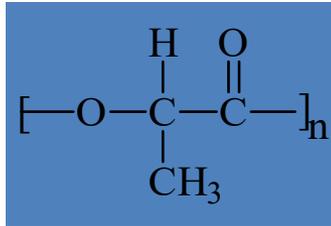


Biodegradazione a CO₂ e H₂O

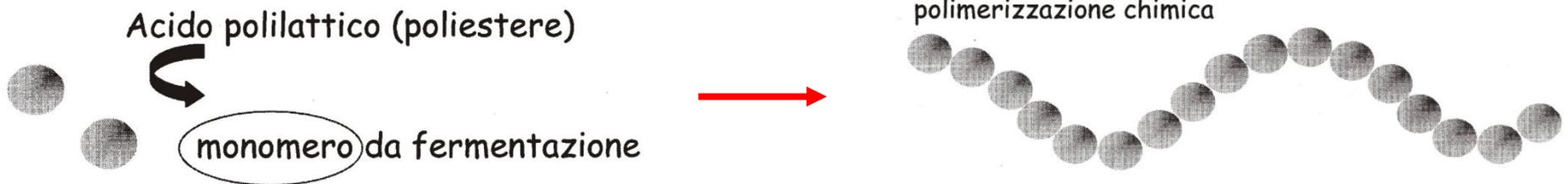


Acido polilattico (PLA)

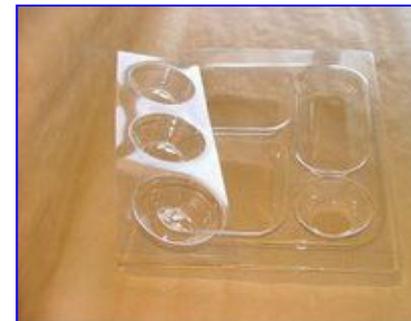
L'acido polilattico (PLA) presenta la seguente struttura:



Il monomero di partenza (acido lattico) si ottiene dalla fermentazione degli zuccheri del mais:

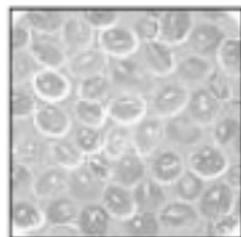


Sono già attualmente in commercio materiali a base di acido polilattico ([Natureworks](#)), in forma di contenitori sia rigidi sia flessibili.

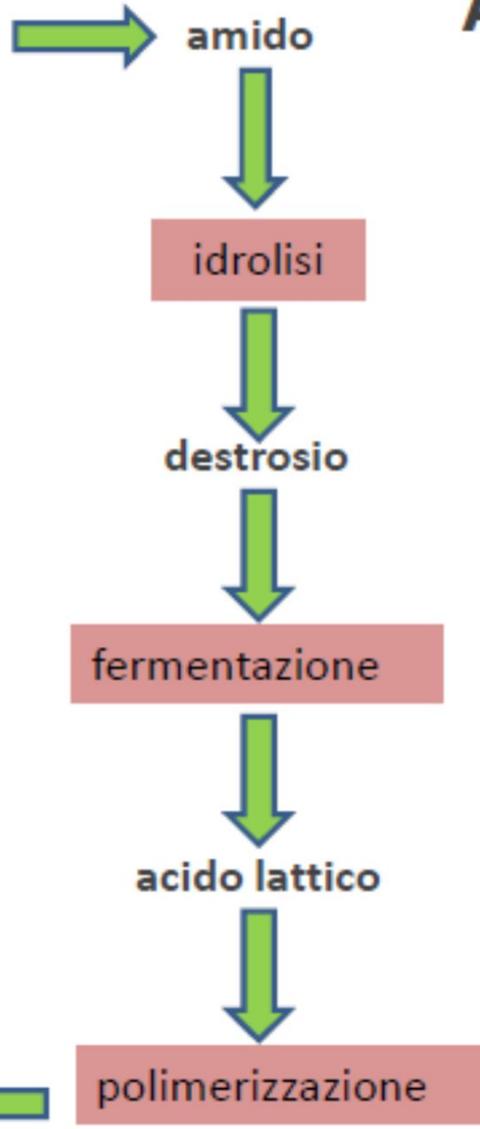




Per il futuro:



PLA



Acido Polilattico (PLA)

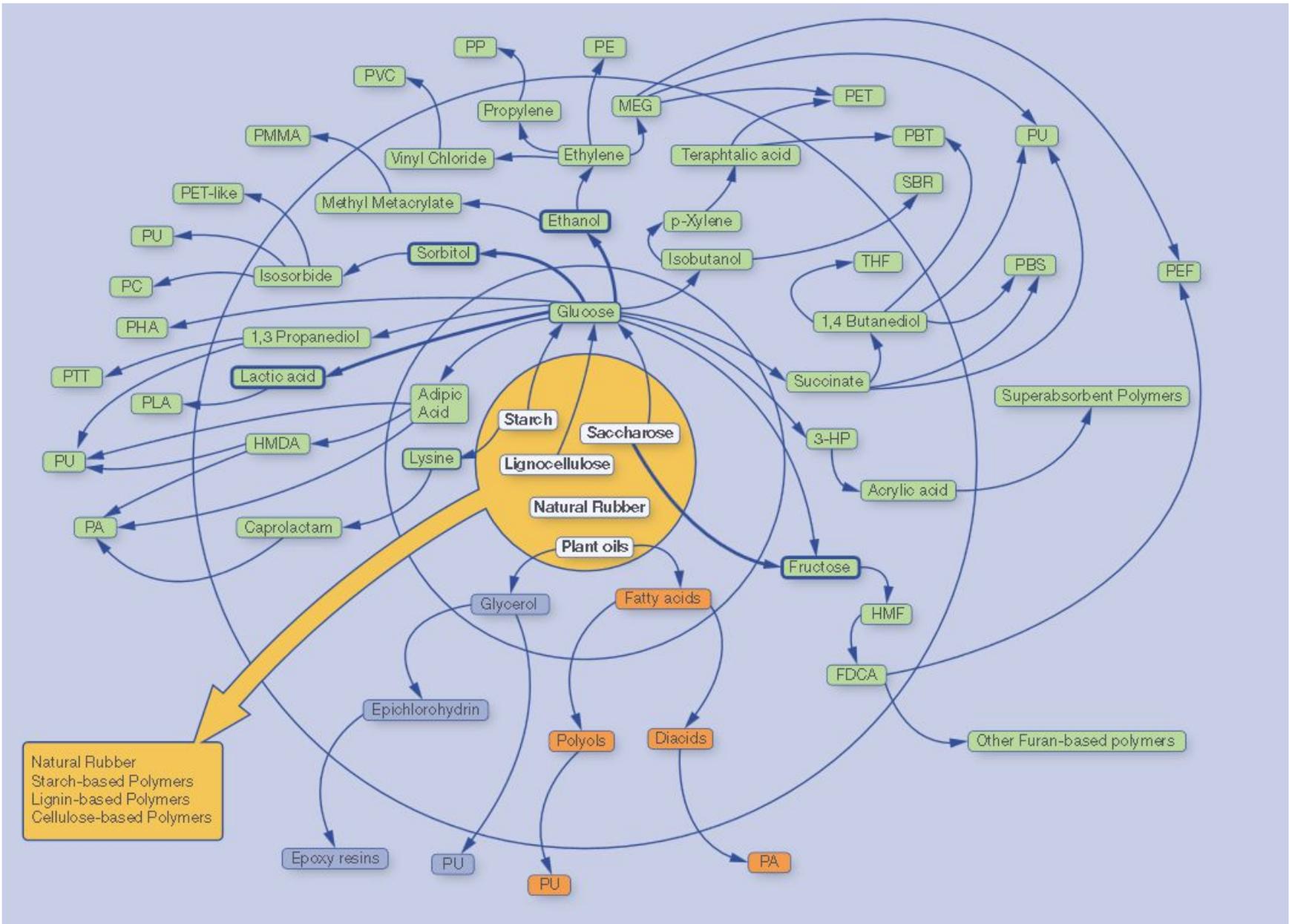
- La materia prima per la produzione industriale dell'acido polilattico è costituita principalmente da carboidrati
- Ad oggi, la coltura principalmente utilizzata su larga scala resta il mais
- Il processo è caratterizzato da elevati fabbisogni energetici (54 MJ/kg rispetto, ad esempio, ai 40 MJ/kg del PET e ai 35 MJ/kg del PP)



Bioplastics

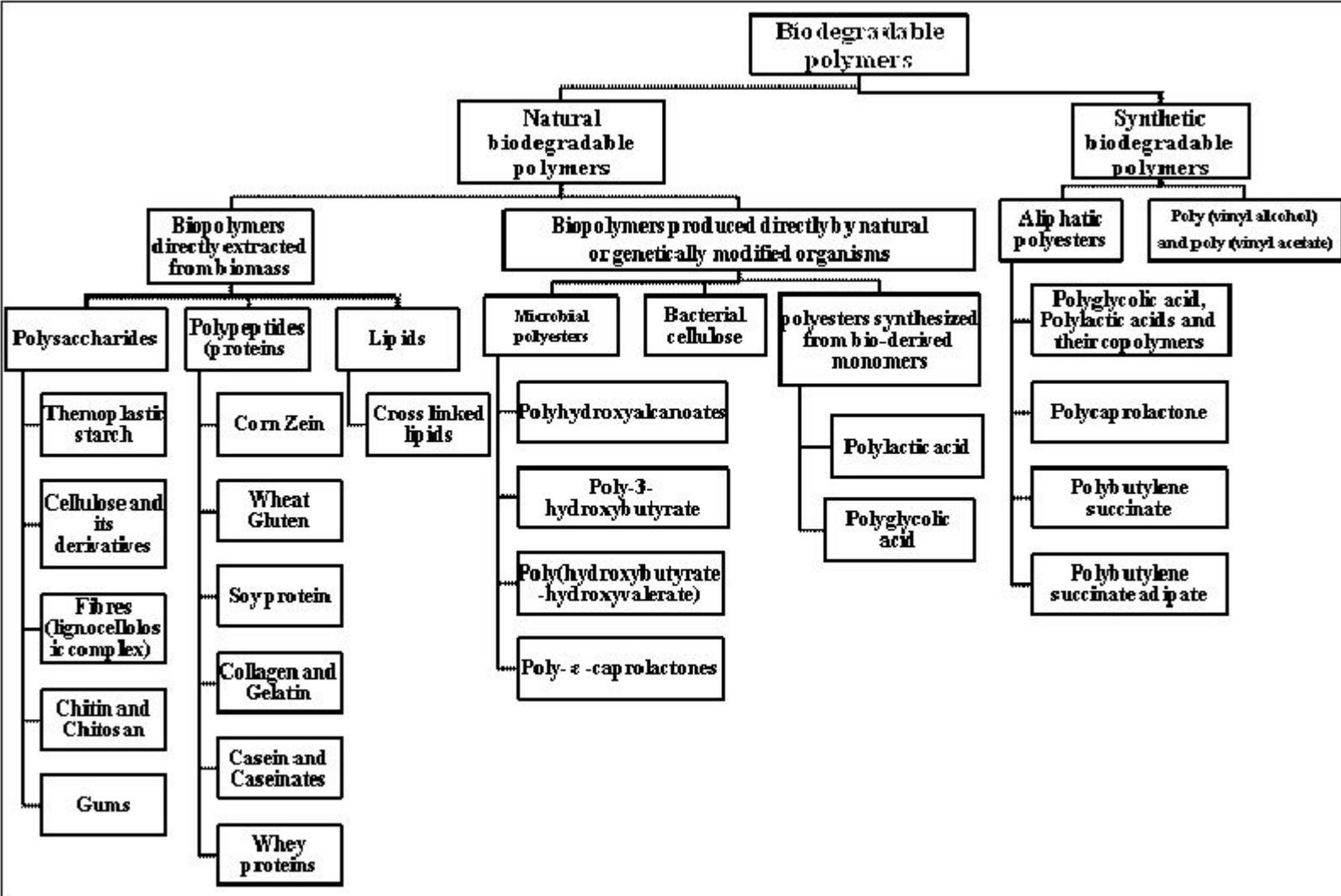
Average market price of bioplastics compared to oil plastics

Materials and description		€/Kg
Nature works (Cargill Dow)	Polylactic acid	2.30-3.00
Novon (Novon International)	43% starch, 50% polyester, 7% others	2.40-2.60
Mater-Bi (Novamont)	Starch Polyester blends	2.40-4.40
Biopol	PHB/PHBV	6.00-9.60
High Amylose Starch		0.90-1.00
Cellulose acetate		2.40-3.20
LDPE/HDPE		0.70-0.80
Polystyrene		0.70-0.90



BIOBASED MONOMERS

PRODUCT	BIOPLASTIC	PRODUCER	COUNTRY
Biosuccinium	Bio-based succinic acid	DSM & Roquette	Holland/France
Succinic Acid	Bio-based Succinic Acid	Bioamber	Canada
1.4 BDO	bio-based 1,4-Butanediol	Genomatica	USA
1.3 BDO	bio-based 1,3-Butanediol	Versalis/ Novamont/ Genomatica	Italy/USA
Bio-BDE	bio-based butadiene (bio-BDE)	Versalis/ Novamont/ Genomatica	Italy/USA



Most of biodegradable mulches commercially available are starch-based films prepared using thermoplastic processing technology. In order to improve the poor mechanical properties of starch, blends with other polymers and/or plasticizers are developed. Some of the products currently on the market that contain starch are Biosafe™ (Xinfu Pharmaceutical Co., China), Eco-Flex® (BASF, Germany), Ingeo (NatureWorks, USA) and Mater-Bi (Novamont, Italy).

In addition to starch, thermoplastic polymers such as polylactic acid (PLA) and polyhydroxyalkanoates (PHAs) can be used for future perspectives in thermoplastic mulching films.

Table 4.2 a Granulates and b finished products under the entry of “Garden, horticultural and agricultural products” certified as “Biodegradable in-soil”^a

Product	Raw material	Company
<i>(a) Granulates</i>		
Biolice®/Biofilm® (BF)	PBAT—cereal flour	Limagrain Céréales Ingrédients
DaniMer®	PHA	DaniMer Scientific
Ecovio® (EcV)	PBAT-PLA	Basf Se
Mater-Bi® (MB)	PBAT-TPS-Veg.oils	Novamont S.p.a.
Meredian®	PHA	Meredian Inc.
Mirel® (Mi)	PHA	Metabolix Inc.
So Green®	P (3,4 HB)	Tianjin Greenbio Material Co. Ltd.
<i>(b) Finished garden, horticultural and agricultural products as films</i>		
BioBag Agri Film	Mater-Bi®	BioBag International AS
Biofilm Sylva	Mater-Bi®	GroenCreatie
Mater-Bi EF 04P	Mater-Bi®	Novamont S.p.a.

Table 4.1 End-bioproducts for agricultural and forest applications registered in GreenPla (Japan BioPlastics Association)^a

Product type	Bioplastic material	Share (%)
Mulching films	PBAT, PBSA, PBS, BS-LA copolymer, PBLDA, TP Starch, PCL, PLA	51
Films for fumigation	PBAT	3
Sheet/forestry films	PBAT, PCL	12
Bands, tapes, ties	PBAT, PBSA, PBS, PLA	12
Floating covers	PLA	1
Nets	PBA, PLA	4
Yarns, ropes	PBS, PBA, PLA	3
Pots/planters	PBSA, PBS, PBLDA	7
Other products (clips...)	PBSA, PBS, BS-LA, PLA	10



Fig. 3.3 Biodegradable pheromone dispenser on apple tree against *Cydia pomonella* and *C. molesta*



Biobased bioplastics: stabilizers, processing modifiers, antimicrobial



Polysaccharides for eco-sustainable agriculture: sodium alginate, chitosan, pectin

Polylactic acid (PLA) for equilibrium atmosphere packaging (shelf-life control) (cooperation with ISPA Sassari)



Reference iPP



Innovative PLA

New water-borne spray formulations based on polysaccharides for mulching applications



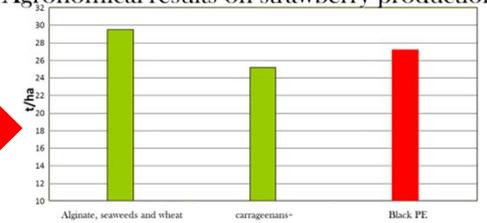
Natural additives for bioplastics processing



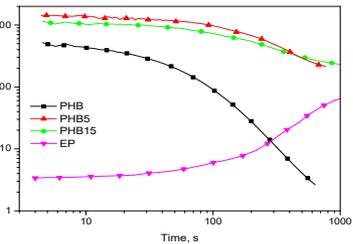
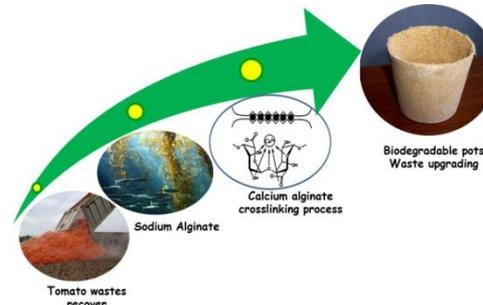
Hydroalcoholic extract of pomace (EP)



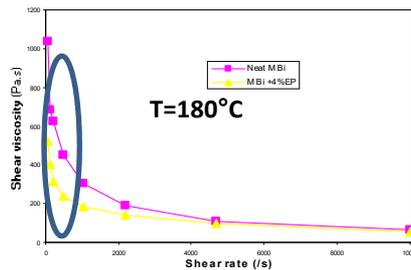
Agronomical results on strawberry production



Biodegradable nursery pots



EP in rheological stabilization of microbial polyester (PHB)



EP as plasticizer of starch based plastics (Mater Bi)

Mulching films



Traditional:

← LDPE - EVA →

**Biodegradable: Mater Bi
or other polyesters**



**Principal characteristics of mulching
films:**

Durability

Environmental resistance

Resistance to pesticides and chemicals

Additional functions (like reflectivity)

WHY USE A BIODEGRADABLE MULCH FILM?

SOLUTION TO SOME NEGATIVE ASPECTS OF TRADITIONAL PLASTICS (impact on the environment)

- ✓ No removal and disposal at the end of the crop cycle: films can be left in the soil
- ✓ Reduction of labour costs
- ✓ Reduction of the environmental impact on the soil when traditional plastic is not properly disposed of (e.g.: “white pollution”, toxic gas in the air, when plastics are burned in the fields)





Fondo europeo agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Assessorato Agricoltura



Programma
di Sviluppo Rurale
PSR CAMPANIA
2007/2013

Attività finanziata
dalla



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE
ALIMENTARI E FORESTALI



➤ **Tecnica pacciamante innovativa:** una soluzione acquosa di polisaccaridi è spruzzata su una superficie coltivabile con formazione di una **vernice** protettiva. Il film barriera, dopo aver esplicato la sua funzione protettiva, sarà degradato dalla flora batterica del terreno.

➤ **Metodologia nota** dagli operatori del settore che la utilizzano per irrigazione, fertilizzazione etc.

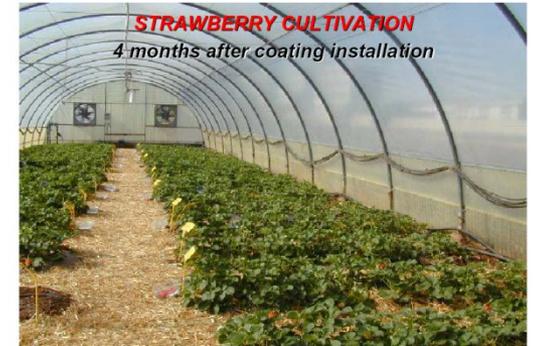


➤ **Vantaggi: possibilità di includere:**

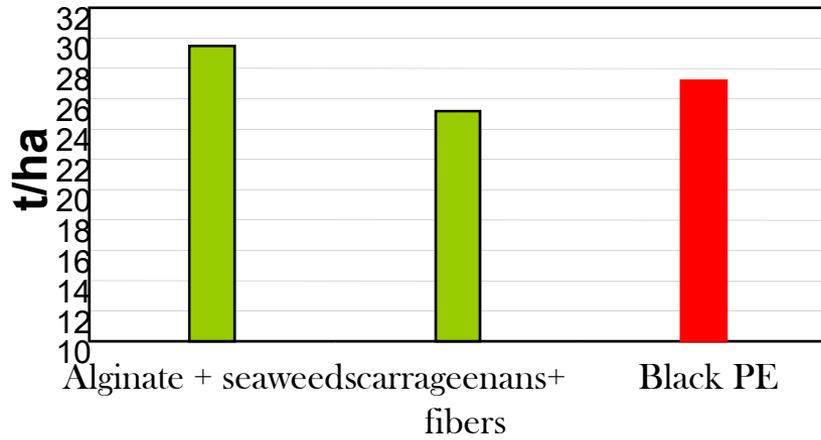
Plasticizzanti per migliorare le prestazioni meccaniche

Fibre naturali per potenziare l'effetto coprente e la compattezza strutturale della matrice

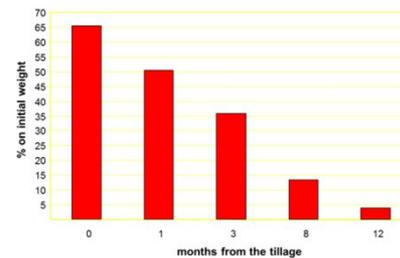
Filler e pigmenti naturali per implementare l'effetto pacciamante della geomembrana



Roto-tillage of spray mulching



Residual mulching film in the soil



Idrolizzati proteici

Sono dei composti che contengono una miscela di **aminoacidi e peptidi**, ottenuti per idrolisi chimica, enzimatica o mista di proteine di origine animale o vegetale. Possono contenere anche fitormoni.

Possono migliorare lo stato nutrizionale delle piante: rappresentano una fonte diretta di azoto e per questo possono complessare i nutrienti prevenendone la precipitazione (stimolano enzimi coinvolti nell'assorbimento e nell'assimilazione dei nutrienti).

L'8 Aprile 2014, la Commissione Europea ha emanato il Regolamento di esecuzione (UE) n 354/2014 che modifica e rettifica il regolamento (CE) N. 889/2008 recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n 834/2007 del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici, per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli.



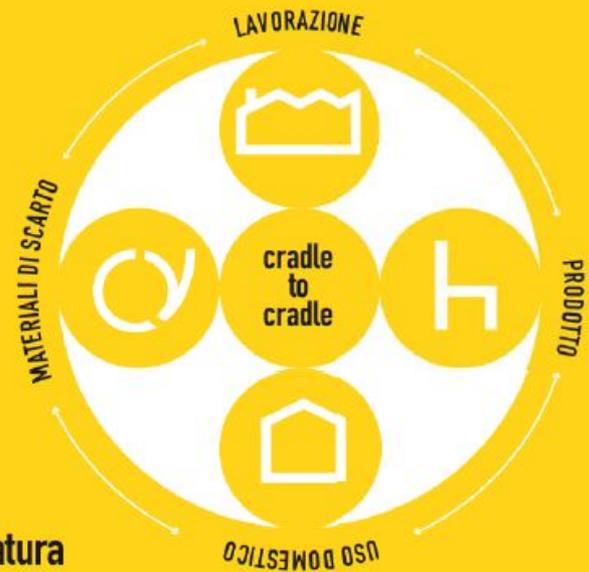
Idrolizzati proteici per la realizzazione di film per pacciamatura spray



Quali opportunità di collaborazione?

Riciclo fisico scarti dei pellami

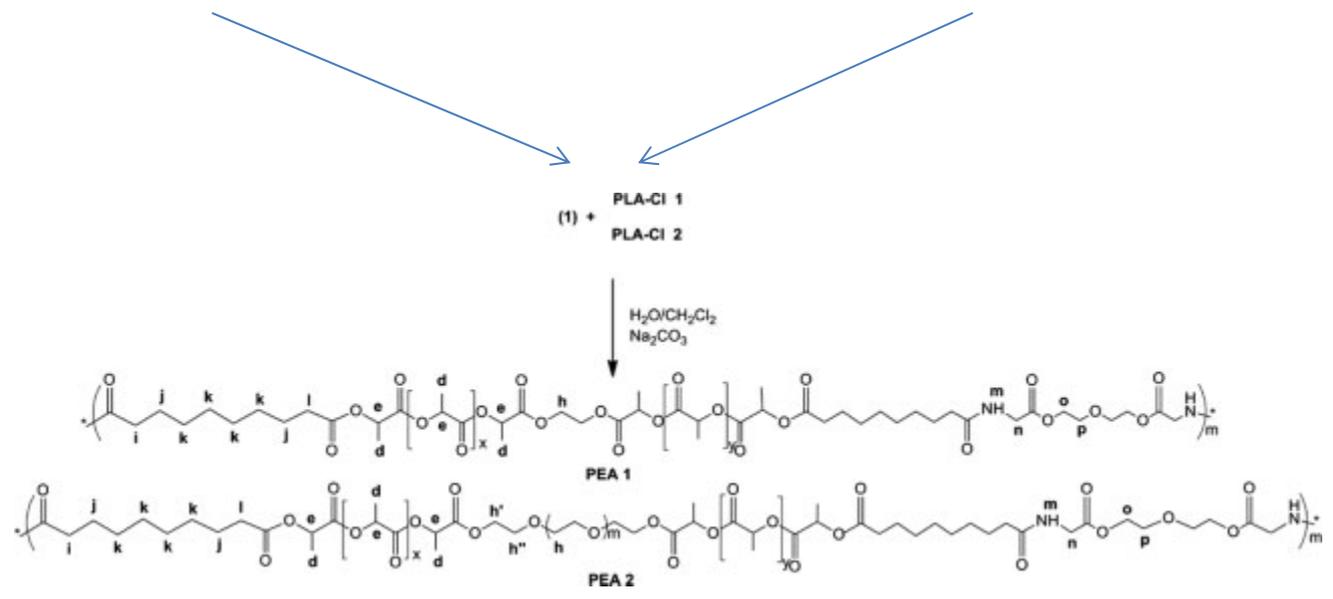
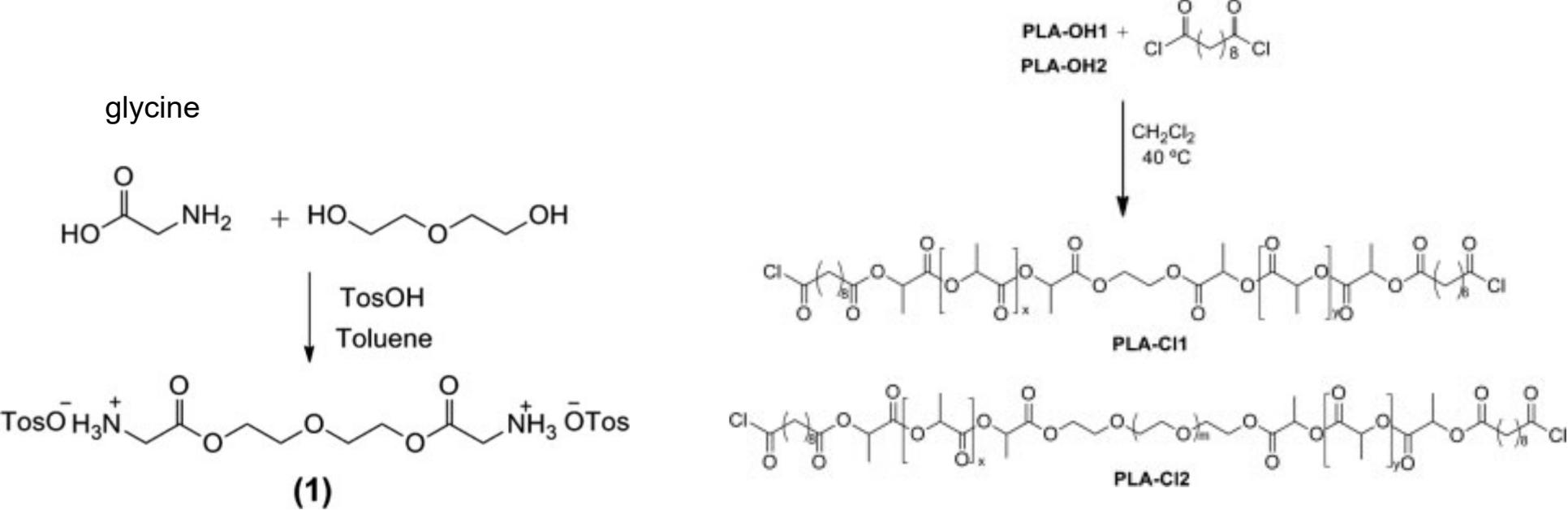
TECNOLOGIA A CICLO CHIUSO



➔ Compoundazione-Estrusione-Termoformatura-Ri-termoformatura

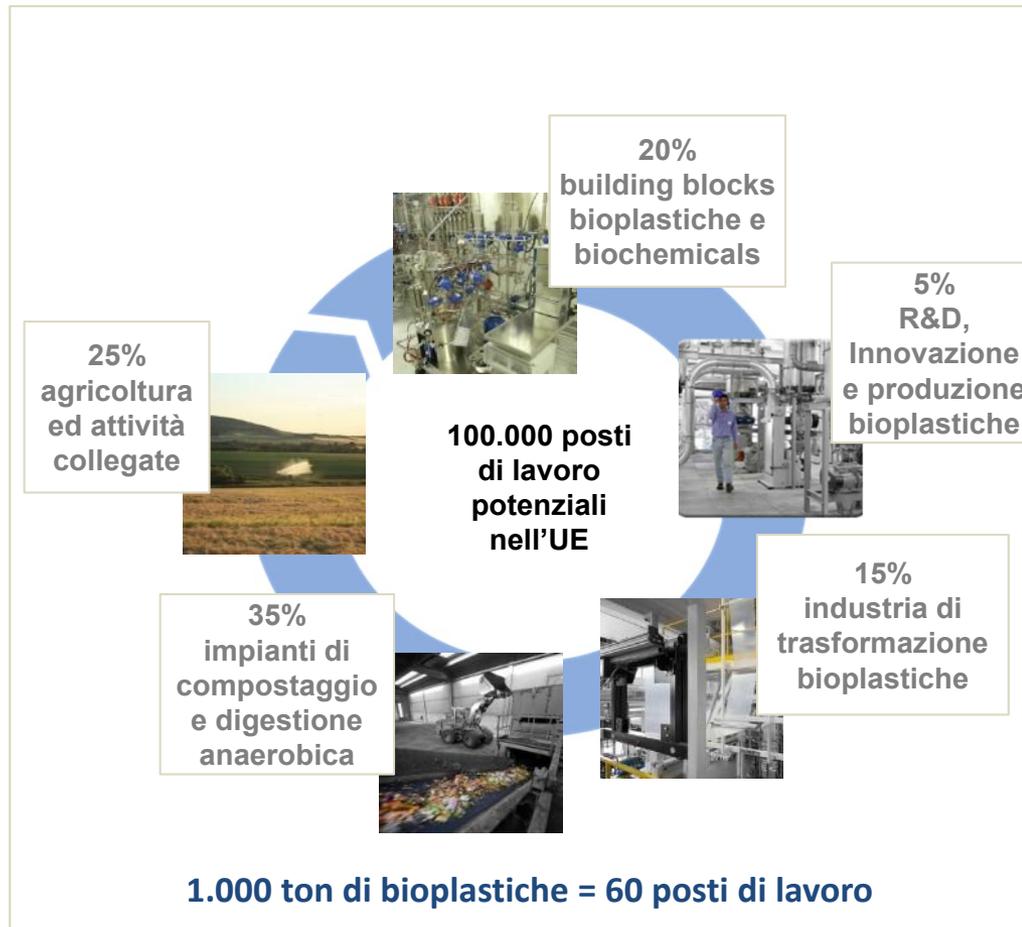
Oppure

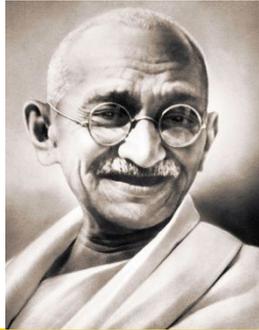
➔ Compoundazione-Estrusione-Essidatura-Termoformatura



Bioplastiche: lo scenario industriale

L'importanza di una filiera radicata nel territorio





“Il mondo ha abbastanza risorse per i bisogni di tutti, ma non per l’avidità di ciascuno”

**Mahatma
Gandhi**



“Dio perdona sempre, l’uomo perdona a volte, la Natura non perdona mai!”

**Papa
Francesco**