

Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale



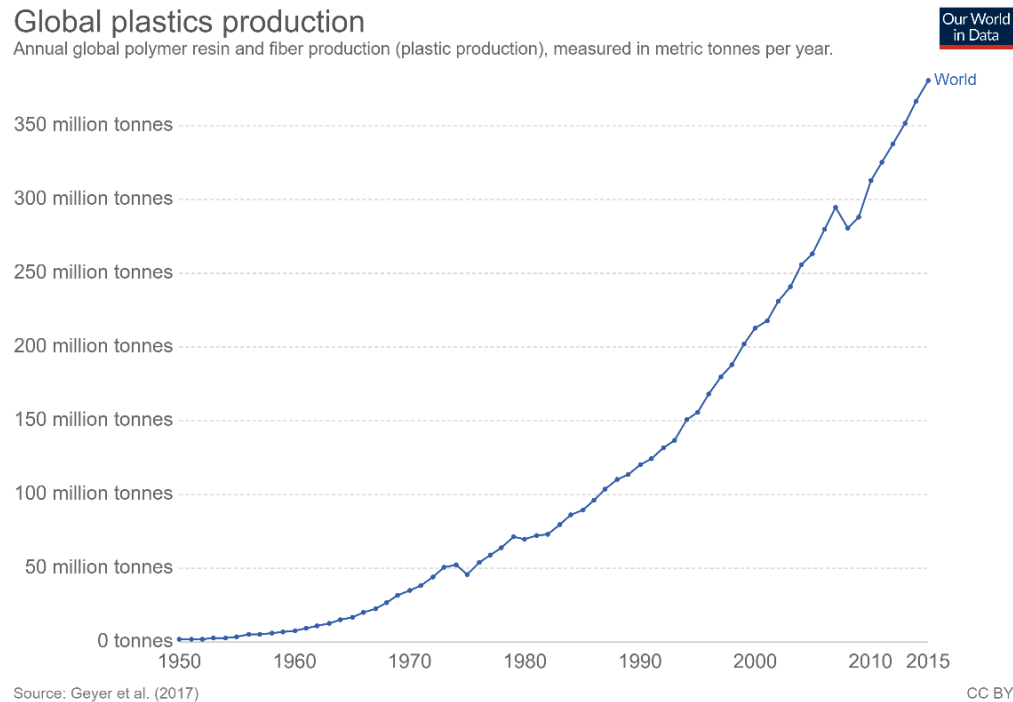
**Polimeri naturali e bioplastiche per la riduzione dell'impatto
ambientale causato dalla plastica**

Candidato: Alessandro Moretti
Matricola: N49/635

Relatore: Prof. Bruno de Gennaro

La plastica

- ▶ La plastica è un materiale dalle numerose qualità: è economico, facile da produrre e modellare, resistente agli urti, all'umidità, alle variazioni di temperatura, duttile, isolante ecc.
- ▶ Alla Cina alla fa capo la produzione del 29% del totale delle materie plastiche nel 2016, al secondo posto c'è l'industria europea, con il 19%, seguita dai Paesi del Nord America, con il 18%.



- ▶ Fra il 1950 e il 2015 sono state prodotte 8,3 miliardi di tonnellate di plastica di cui 4,9 miliardi sono finite nelle discariche e nella natura. L'equivalente di oltre 8 milioni di tonnellate è riversato ogni anno negli oceani.

Inquinamento causato dalla plastica

L'inquinamento dovuto alla plastica oltre a coinvolgere tutte le matrici ambientali, accompagna il materiale durante tutta la sua vita:

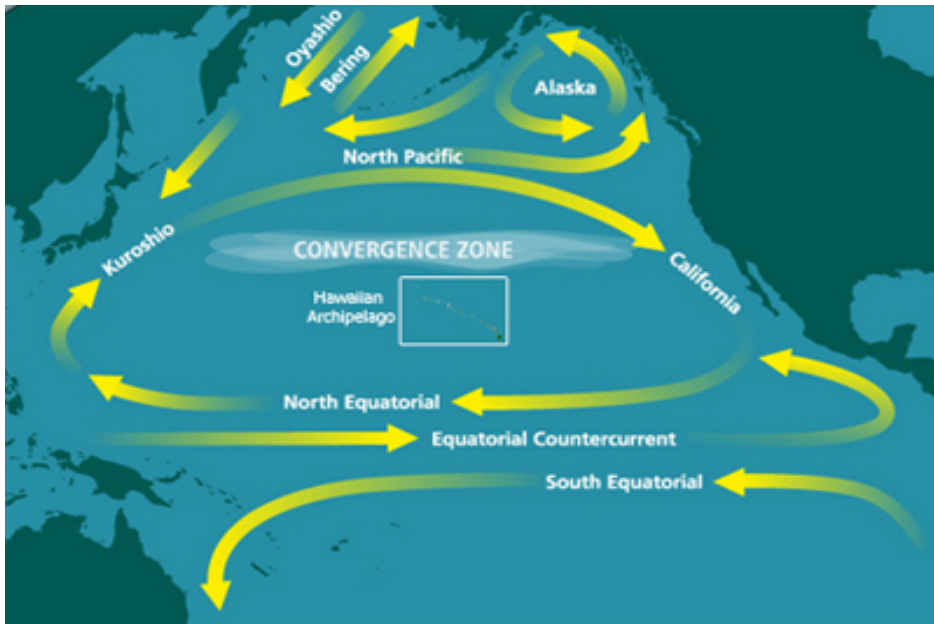
- ▶ **Inquinamento relativo alla produzione:** per produrre 1 kg di PET si utilizzano 2 kg di petrolio, 7 lt d'acqua con liberazione di 2 kg di anidride carbonica e altri inquinanti. Inoltre per il confezionamento viene impiegata energia elettrica;
- ▶ **Inquinamento relativo al trasporto:** in Italia l'85% del trasporto merci avviene attraverso tir. Questa viene ritenuta una delle principali cause di inquinamento atmosferico. Oltre all'immissione nell'aria di una grande quantità di inquinanti, si deve aggiungere il consumo di carburante delle vetture;
- ▶ **Inquinamento relativo allo smaltimento:** è l'inquinamento di maggiore impatto in quanto la plastica può impiegare secoli a degradarsi. Solo il 20-30% dei rifiuti plastici viene **riciclato**, la restante parte è destinata ad **inceneritori** (producendo così gas tossici come piombo, diossina, nichel e metano), o **interrata** (provocando problemi ad eventuali falde qualora non venisse opportunamente isolata la discarica) o **dispersa** nell'ambiente.



Inquinamento marino

Le principali **conseguenze** di questo inquinamento sono:

- ▶ **Formazione di isole di rifiuti** a causa delle correnti oceaniche. La più famosa ed estesa è il «*Pacific trash vortex*» nei pressi delle Hawaii. Ha un'estensione stimata tra i 700.000 e i 10 milioni di chilometri quadrati. Questa chiazza contiene 3 milioni di tonnellate di plastica e può contenere fino a 100 milioni di tonnellate di detriti;
- ▶ **Danneggiamento di flora e fauna marina** dovuto alle difficoltà incontrate dalle diverse specie nel vivere a contatto con questi rifiuti (rimanendoci talvolta incastrati ad esempio);
- ▶ **Ingestione di plastica da parte di specie planctofaghe** le quali ingeriscono micro-particelle di plastica derivate da fotodegradazione, le quali si accumulano all'interno del loro organismo. Questo oltre a causarne in molti casi la morte, causa anche l'introduzione della plastica nella catena alimentare;



Normativa annessa all'inquinamento marino

Successivamente alla *Marine Strategy* del 2008 nella quale si mirava al raggiungimento del «*Good enviromental status*» entro il 2020, in vista dell'incrementarsi del problema, nel 2018 è stata redatta una scheda informativa dalla Commissione Europea volta alla riduzione della plastica monouso e delle sigarette (rifiuto maggiormente presente). Questa nuova direttiva prende di mira i produttori dei rifiuti maggiormente presenti in mare ed è strutturata su 6 aspetti:

1. **Divieto dell'utilizzo di plastica in alcuni prodotti:** laddove le alternative siano disponibili e convenienti, i prodotti in plastica monouso saranno banditi dal mercato;
2. **Riduzione dei consumi:** gli stati membri dovranno fornire alternative e non dovranno fornire prodotti in plastica monouso gratuitamente;
3. **Obblighi dei produttori:** i produttori dovranno contribuire a smaltimento, pulizia di spiagge e mare, supportare campagne di sensibilizzazione e incentivare lo sviluppo di alternative meno inquinanti di questi prodotti;
4. **Obiettivi di raccolta:** incentivo alla raccolta attraverso sistemi di rimborso dei depositi;
5. **Requisiti di etichettatura:** applicazione di etichette chiare e standardizzate che indichino la modalità di smaltimento del rifiuto e l'impatto ambientale negativo del prodotto;
6. **Misure di sensibilizzazione:** gli stati dovranno sensibilizzare i consumatori sull'impatto ambientale dei rifiuti in plastica monouso, nonché sui sistemi di riutilizzo disponibili e le opzioni di gestione dei rifiuti.

I materiali plastici

I materiali plastici sono materiali **polimerici**. I polimeri sono composti ad alto peso molecolare costituiti da unità chimiche ripetute, dette monomeri. Questi si suddividono in:

- ▶ **Termoplastici:** ad esempio PET, PVC e PA. Acquistano malleabilità sotto l'azione del calore. In questo frangente vengono lavorati. L'operazione può essere ripetuta più volte;
- ▶ **Termoindurenti:** ad esempio resine fenoliche, epossidiche e poliuretaniche. Con l'effetto di calore e pressione acquistano deformabilità, ma successivamente si induriscono per reticolazione. Il processo non può essere quindi ripetuto;
- ▶ **Elastomeri:** materiali particolarmente deformabili ed elastici e a tenuta stagna.

Per quando riguarda la **fabbricazione**:

I materiali plastici sono derivati di materiali organici naturali, come cellulosa, carbone, sale e petrolio. Generalmente risulta più conveniente utilizzare il **petrolio**, il quale viene raffinato nel processo che prende il nome di **cracking**, e consiste nell'ottenere la rottura delle catene di molecole di idrocarburi che lo costituiscono, ottenendo le frazioni. Successivamente avviene la **polimerizzazione**, in cui i monomeri vengono legati tra loro tramite l'ausilio di calore e pressione, formando legami covalenti. Si ottengono così polimeri sotto forma di granuli o resine.

Invecchiamento

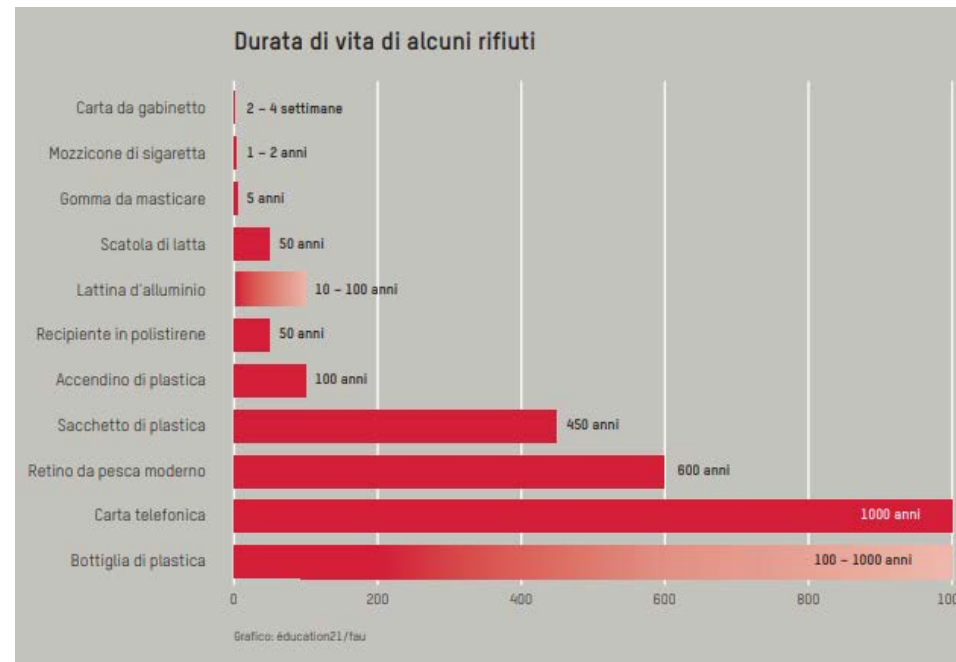
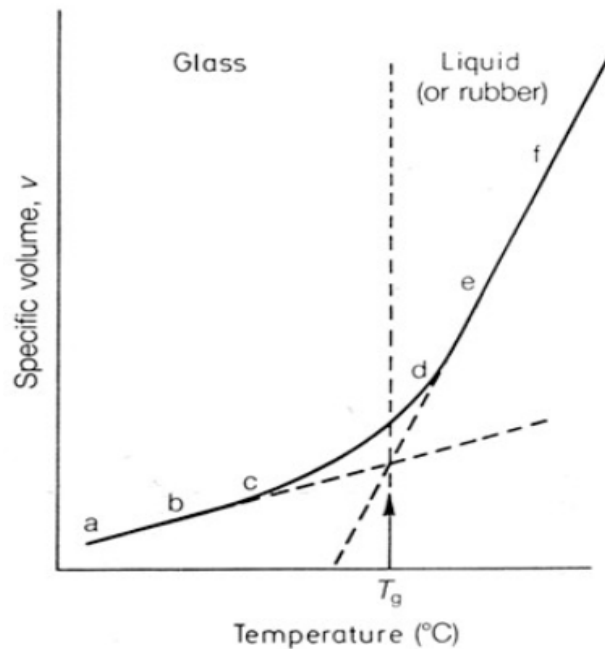
I materiali soggetti a sollecitazioni meccaniche e ambientali, quali radiazione solare, esposizione ad agenti atmosferici, ad ossigeno, ozono ecc subiscono un processo di invecchiamento. Questo processo può essere **fisico** (reversibile) o **chimico** (irreversibile).



L'**invecchiamento fisico** si ha nei polimeri amorfi sotto la T_g (**temperatura di transizione vetrosa**), e causa infragilimento. Riscaldando il materiale sopra la T_g è possibile tornare alle condizioni iniziali.










L'**invecchiamento chimico** provoca modifiche della struttura del polimero e ne causa la **degradazione**. La degradazione dei polimeri è molto lenta (può durare anche secoli) e spesso è ritardata da additivi utilizzati per garantire prestazioni nel tempo.

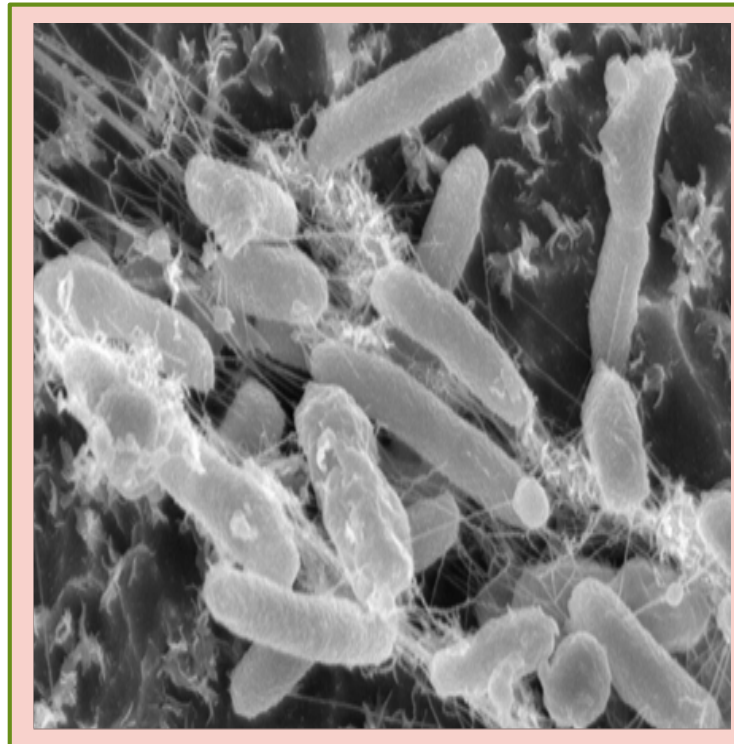


Riciclo e nuove tecnologie

Una misura già adottata ma da implementare è quella del **riciclo**. Dopo una prima fase di **raccolta differenziata**, la plastica viene separata da impurità e **classificata** per poi essere **lavorata** per ottenerne materiale riutilizzabile. Le materie plastiche si classificano con il sistema americano **SPI** “*Society of the Plastics Industry*”, che consiste in un triangolo e un numero corrispondente a un tipo di materia plastica.

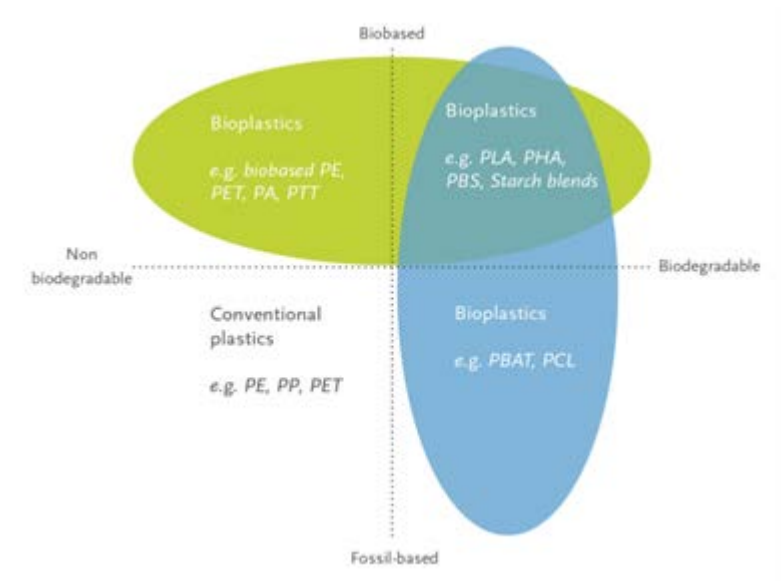
Nel 2016 il *Kyoto Institute of Technology* ha scoperto il **batterio** che si nutre di PET grazie a due enzimi chiamati **Petase** e **Mhetase**. Solo recentemente è stata identificata la struttura del Petase, permettendo così la possibilità di sintetizzarli in laboratorio. Il Petase entra per primo in azione tagliando le lunghe catene polimeriche ottenendo così piccoli frammenti, poi il Mhetase scompone i frammenti fino ad ottenere le molecole di base del PET. L'azione combinata di questi due enzimi riuscirebbe a biodegradare oggetti che impiegherebbero anni, in pochi giorni.

Codice	Nome	Ueli correnti	Prodotti con contenuto riciclato
 1 PET	Polietilene tereftalato (PET) Polietilene (PE)	Bottiglie per bibite gasate; contenitori di uova e altri imballaggi.	Tappeti, fibre di poliestere, vestiti in pile, fogli di PET, bottiglie.
 2 HDPE	Polietilene ad alta densità (HDPE)	Bottiglie per liscive, detersivi, shampoo, latte o succhi; sacchetti della spesa; contenitori di margarina.	Vasche di recupero, tubi di drenaggio, arredo urbano (panchine per parchi, tavoli), tavole di plastica.
 3 PVC	Cloruro di polivinile (PVC)	Bottiglie per candeggina, shampoo; rivestimenti di case; recinti; telai di porte o finestre; serbatoi; guanti; tubo per annaffiare.	Rivestimenti, tubi, coni di deviazione, mattonelle per pavimenti.
 4 LDPE	Polietilene a bassa densità (LDPE)	Sacchetti della spesa, sacchi della spazzatura, sacchetto del pane; pellicole d'imballaggio, pellicole estensibili.	Tavole di plastica, sacchetti della spesa e sacchi della spazzatura.
 5 PP	Polipropilene (PP)	Contenitori di yogurt e margarina; coperchi per vasetti; tappi per bottiglie.	Vasi per i fiori, bancali in plastica, tavole di plastica, cassette del latte.
 6 PS	Polistirene (PS)	Materiale espanso: bicchieri isotermitici per il caffè, vaschette per alimenti, materiale di protezione. Materiale non espanso: bicchieri per bibite e per panna, vaschette per frutta.	Modanature e telai decorativi, accessori per l'ufficio, contenitori per CD/DVD, pannelli isolanti.
 7 OTHER	Altri tipi di plastica	Bottiglie per il ketchup; bottiglie d'acqua per i raffreddatori d'acqua.	Tavole di plastica.



Bioplastiche

Per **bioplastiche** si intendono quei materiali, siano essi ricavati da fonti rinnovabili sia di origine fossile, che hanno la caratteristica di essere **biodegradabili e compostabili**.

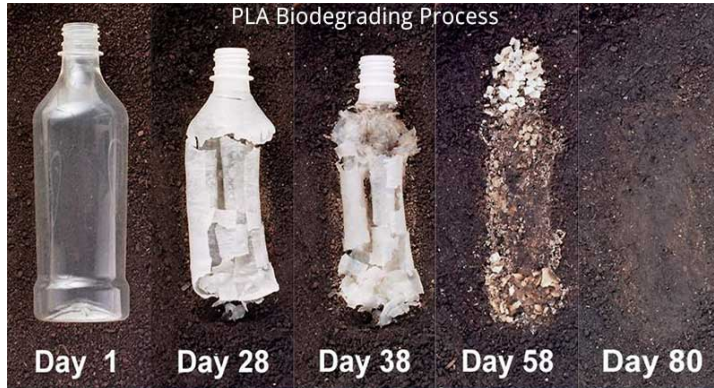


Questa distinzione mette in evidenza che se un prodotto è a base biologica non necessariamente comporta la **biodegradabilità** dello stesso, in quanto questa caratteristica **dipende dalla struttura chimica del materiale**.

Tra le **molecole più utilizzate nell'industria della bioplastica**, c'è l'**amido**, ottenuto da riso, mais, grano e patata. Altre fonti naturali utilizzate sono: il **chitosano** (ottenuto dalla chitina ad esempio nell'esoscheletro di insetti e crostacei), o la **cutina** (bio-poliestere trovato nella cuticola delle piante) e l'**alginato**, estratto dalle alghe brune. **I polimeri di maggiore impiego** sono: l'acido polilattico (**PLA**) e la famiglia dei poli-Idrossialcanoati (**PHA**), prodotti attraverso fermentazione batterica a partire da diverse fonti di carbonio, generalmente zuccheri e lipidi. Le bioplastiche sono suddivise in:

- **Fotodegradabili:** ottenuti dall'aggiunta di strutture molecolari sensibili ai raggi UV e di agenti fotosensibilizzanti. Vengono utilizzati principalmente per teli agricoli, shopper, e sacchi dei rifiuti.
- **Biodegradabili:** la biodegradazione può avvenire in presenza o assenza di ossigeno ma comunque sempre in presenza di acqua, per questo motivo la superficie delle materie plastiche biodegradabili deve essere sempre idrofila.

Alcune applicazioni



Bottiglia in PLA: impiega circa 80 giorni per una totale degradazione in un impianto di compostaggio industriale (65°C e 95% di umidità). La stessa bottiglia se sotterrata o in acqua impiegherebbe dai 2 ai 4 anni per una totale biodegradazione, contro i 100-1000 anni di una bottiglia in PET.

Elementi di imballaggio in bioplastica sostitutivi del polistirolo espanso.



Piatti, posate, bicchieri e contenitori in PLA.

Conclusioni

Alla luce del disastro ambientale causato negli ultimi anni dai materiali plastici, risulta necessario intervenire con ogni mezzo a nostra disposizione prima che il danno diventi irreversibile. Con il solo riciclo non si riesce a tener testa all'inquinamento causato da questo materiale. Per ottenere un miglioramento significativo, bisogna investire sempre di più in:

- ▶ Materiali biodegradabili alternativi alla plastica, generando così una diminuzione della domanda nei riguardi delle industrie petrolchimiche;
- ▶ Riciclo;
- ▶ Nuove tecnologie, ad esempio finanziando ricerche volte ad aumentare le prestazioni di Petase e Methase e produrli in grande quantità, in modo da poterli utilizzare in ambito industriale.



Grazie per l'attenzione!