

**Interreg**  
**Italia-Österreich**  
European Regional Development Fund



2017-2020

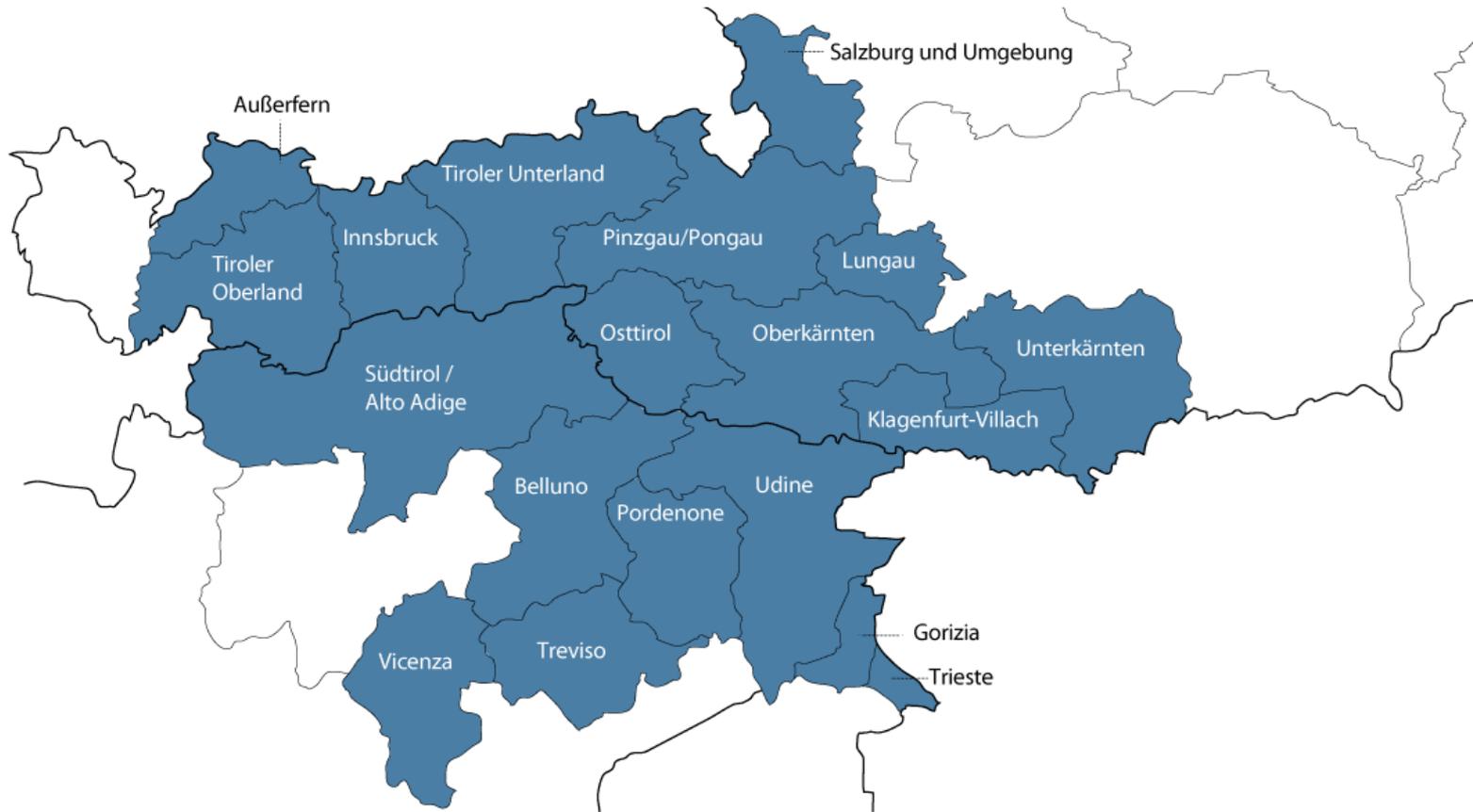
***Partners:***

***CERTOTTICA Scrl (Longarone, BL)***

***Kompetenzzentrum Holz GmbH (Austria)***

***Dip. Scienze della Vita – Univ. Trieste***

## ***Area di programma***



Con una superficie di oltre 50.000 chilometri quadrati e una popolazione di oltre 5,5 milioni di abitanti (nel 2013), l'area ammissibile di Interreg Italia – Austria si estende al confine tra Italia e Austria per un totale di 19 aree NUTS-3.

# PROGETTO «NO WASTE»

Il progetto intende:

Creare **un percorso culturale tematico**

Basato sullo **sfruttamento della biodiversità e delle risorse ambientali e culturali**

Mirato al concetto: **che non si devono produrre rifiuti.**



- **Lino, canapa e ortica** sono risorse regionali tradizionali e possono costituire un esempio di produzione e di tecnologia con un ciclo di vita “*senza rifiuti*” ("No Waste Lifecycle").
- Crescono rapidamente, anche su terreni marginali, senza il bisogno pesticidi.
- I loro componenti sono prodotti di base per: **carta, tessili o compositi; oli di alta qualità; estratti per la cosmesi, ingredienti di alimenti tradizionali.**
- Sono uno strumento ideale per creare un "*percorso tematico*" che si snoda attraverso l'area di programma e suggerisce ai turisti che visitano la regione il concetto di "NO WASTE", con esempi concreti e prodotti tangibili.



## Scopi del progetto

- Migliorare lo sfruttamento di risorse dell'area del programma
- Promuovere la cultura che i rifiuti non devono essere prodotti.

## Attività del progetto

- Workshop con le parti interessate per individuare le caratteristiche del percorso tematico
- Diffondere la cultura NO WASTE tra i turisti mediante creazione di un percorso tematico e tra gli studenti con dimostrazioni e sperimentazioni in collaborazione con le scuole.
- Il percorso tematico si concentra sull'istruzione per la sostenibilità con particolare attenzione ai temi agricoli, ambientali e culturali.
- Sfrutterà una banca dati GIS con informazioni di carattere storico, tecnologico e scientifico e si avvarrà di guide, video, e altro materiale illustrativo;
- Promuoverà una "nuova mentalità" relativa allo sfruttamento completo delle risorse e alla consapevolezza che l'impronta globale è costituita dal contributo di ogni individuo.
- La collaborazione di docenti e studenti è intesa non solo come divulgazione ma anche come contributo di nuove idee.



# LA PLASTICA NELL'AMBIANTE

## dati Orb Media, CNR

Tonnellate di plastica prodotte dal 1950: 8,3 miliardi  
(pari a 8300000000000 chili).

Plastica che galleggia negli oceani: 150 milioni di tonnellate (5 trilioni di frammenti).

Numero di specie di pesci ed uccelli marini in cui sono state trovati frammenti di plastica: 700

Tonnellate di plastica che finiscono in mare ogni anno: 8 milioni.

83% di campioni di acqua potabile nel mondo presentano frammenti di plastica (72% in Europa).

Se nulla cambia, nel 2050 il peso della plastica in mare supererà il peso dei pesci.

## **Tempo medio necessario per la decomposizione nell'ambiente**

<b>Bottiglia di vetro</b>	<b>1 milione di anni</b>
<b>Reti per la pesca</b>	<b>600 anni</b>
<b>Bottiglie di plastica</b>	<b>450 anni</b>
<b>Recipienti di alluminio</b>	<b>80-200 anni</b>
<b>Plastica espansa galleggiante</b>	<b>80 anni</b>
<b>Suole di plastica</b>	<b>50-80 anni</b>
<b>Lattine</b>	<b>50 anni</b>
<b>Buste di plastica</b>	<b>10-20 anni</b>
<b>Cicche di sigarette</b>	<b>1-5 anni</b>
<b>Scatole di cartone cerate</b>	<b>3 mesi</b>
<b>Torsi di mela</b>	<b>2 mesi</b>
<b>Giornali</b>	<b>6 settimane</b>



«Isola» di plastica scoperta al largo della costa di un'isola caraibica  
<https://www.youtube.com/watch?v=PFzYnLI9xxw>

**Nell'ambiente, la plastica non è completamente biodegradabile, ma si scompone in pezzi sempre più piccoli, fino a diventare una "microplastica", meno di 5 mm di lunghezza ma in grado di causare problemi alla vita marina.**



**Le microplastiche si trovano comunemente nei campioni di acqua oceanica e possono essere perline, frammenti o microfibre.**

**Immagine 5Gyres, fonte Oregon State University**

**Ma è anche un problema di estetica.....**

**La gusto della bellezza è IMPORTANTE**



Dal sito di Repubblica.it ambiente - 10 aprile 2018

**L'inquinamento uccide un capodoglio: nel suo stomaco 29 chilogrammi di plastica**  
**Il capodoglio spiaggiato a Cabo de Palos, in Murcia**  
**(Fonte: Governo Regionale della Murcia, CARM)**



"La presenza di plastica nei mari e negli oceani è una delle maggiori minacce alla conservazione della fauna selvatica in tutto il mondo. Molti animali sono intrappolati nella reti o ingeriscono grandi quantità di plastica fino a causare la loro morte come in questo caso" ha affermato Consuelo Rosauero, direttore generale dell'ambiente nel Governo della Murcia".

## RICICLO

(dal blog della Società Chimica Italiana - <https://www.soc.chim.it/>)

Il Corepla (Consorzio nazionale per la raccolta, il riciclo, il recupero degli imballaggi in plastica) scrive in un recentissimo report (2018):

*“Le grandi quantità raccolte hanno generato un incremento dei costi di selezione; i costi di recupero sono aumentati in quanto, a seguito della saturazione degli spazi disponibili, causata dai volumi provenienti dalla raccolta urbana, sono cresciuti i corrispettivi medi. Questo ha generato la necessità di trasferire materiali, con conseguente aumento dei costi di trasporto. Dove ciò non è stato possibile si è reso necessario trasferire del materiale in discarica, con un aumento anche dei costi di smaltimento”*



**Dice Il Sole 24 ore: Senza mercato, in Europa i carichi di materiali diventati inutilizzabili vengono deviati verso gli inceneritori affinché almeno vengano recuperati sotto forma di combustibile di qualità.**

**C'è troppo da riciclare e la plastica finisce in...discarica o nell'inceneritore.**

## RICICLO (dal blog della Soc Chim Ital)

Paradossalmente il successo della differenziata ha messo in luce un problema serio: **la via del riciclo è complessa e costosa**; in alcuni casi come il PET (plastica delle bottiglie) la cosa più o meno funziona, ma di plastiche ce ne sono tanti tipi che non sono miscibili fra di loro e il loro riciclo costituisce un serio problema, ancora non risolto.

Il successo del riciclo della plastica deve essere a sua volta “curato” riducendone la produzione e l’uso: imballaggi in quantità eccessivi devono essere eliminati e le plastiche devono essere scelte con l’occhio al loro fine vita. Per fare un esempio, lo stesso PET quando si cerca di esaltarne le caratteristiche aggiungendo altri materiali (nanosilicati, grafene) diventa difficilmente riciclabile.

Cosa faremo quando tutto il PET sarà “caricato” di diversi «qualcosa»? Sarà ancora riciclabile come adesso?

Per capire bene come diminuire l'uso della plastica e utilizzare polimeri meno aggressivi per l'ambiente è necessario essere informati e quindi capire la tecnologia (e la scienza) che sta sotto l'utilizzo dei polimeri in generale per le applicazioni di utilizzo comune e la ragione del loro successo.

**“Polymers”**: are large dimensions molecules.

Chain structures constituted by many chemical groups linked together. Comes from Greek words “πολυ” (many) e “μερος” (segments).

**polymethylene (better known as polyethylene):**



**poliossimetilene:**

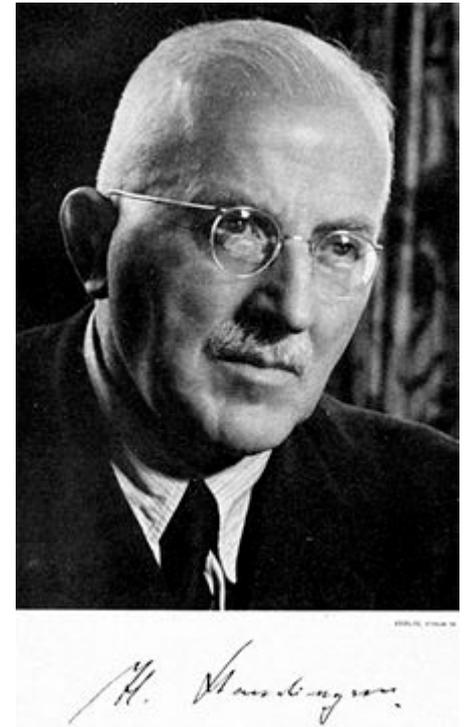


**Polymethylene with 280000 molecular mass contains 20000 CH<sub>2</sub> groups.**

In 1927 **Hermann Staudinger** (German Chemist, 1881-1965; Nobel prize in 1953) introduced the term **“macromolecule”** indicating a giant molecule constituted by a huge number of atomic groups. Macromolecules may be synthetic or natural (biopolymers).

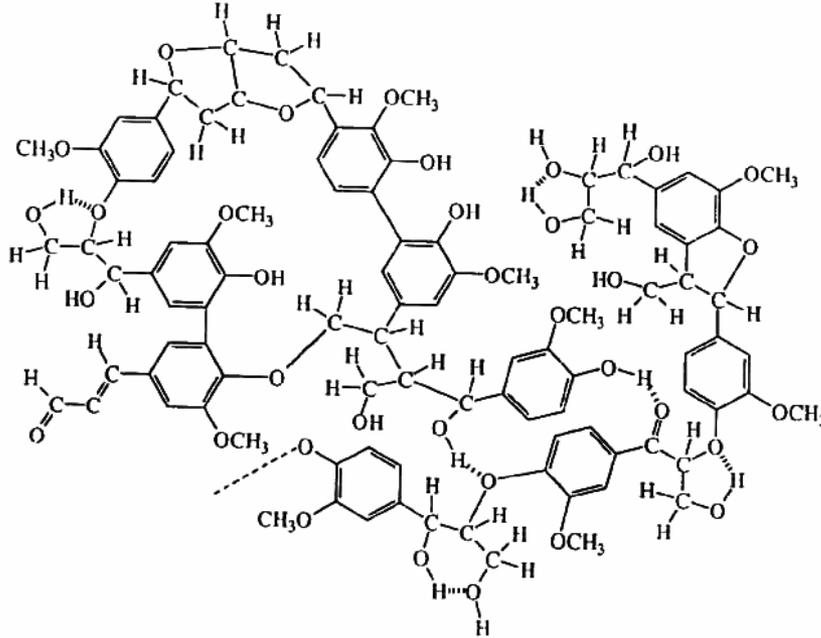
“Polymer” and “Macromolecule” are not equivalents.

Some giant molecules have **not** a chain structure: **Lignin is not a polymer.** It is the main constituent of plant stems structure together with **cellulose**, which on the contrary **is a polymer.**

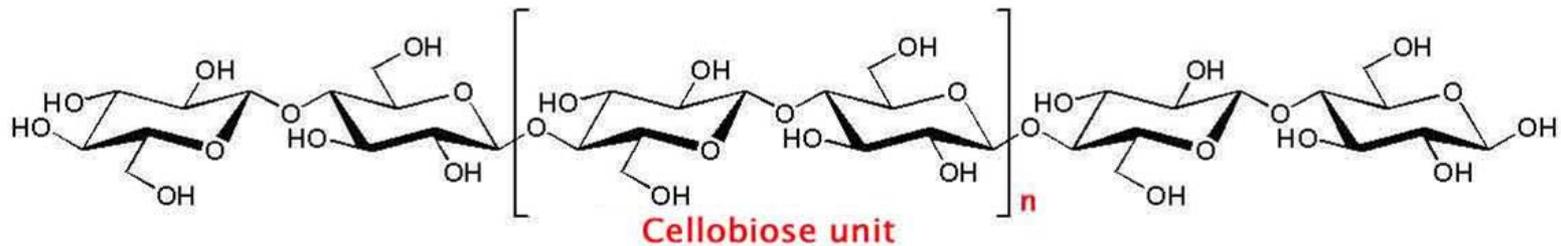


Polymers are also  
common in nature

## Lignin



## Cellulose



*Cellulose*  *polymer constituted by glucose*

# Massa molecolare dei polimeri

Il peso molecolare condiziona molte proprietà fisiche:

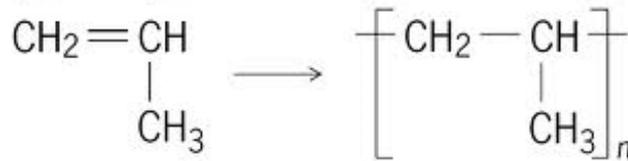
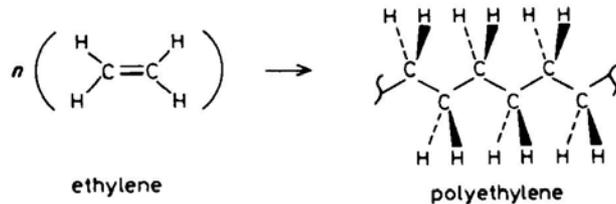
temperatura di transizione: liquido → cera → gomma → solido;

proprietà meccaniche : rigidità forza, viscoelasticità

## Esempi di polimeri

**Polimeri vinilici**, derivanti dalla polimerizzazione di monomeri del tipo  $CH_2 = CHR$ , comprende tre prodotti di largo consumo:

il **polipropilene**, il **polistirene** ed il **polivinilcloruro** insieme al **polietilene**, coprono il 70% del mercato dei polimeri.

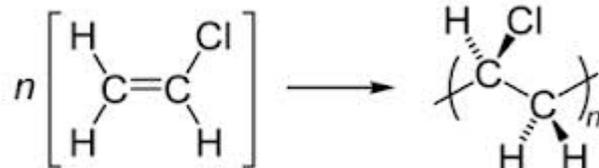
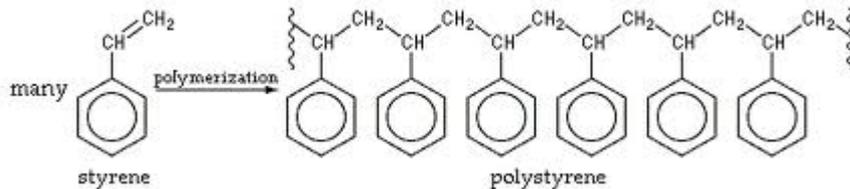


**polipropilene**



موحود البروبيلين

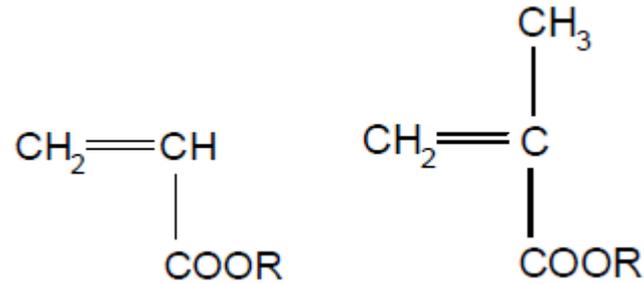
الوحدة البنائية  
لعديد البروبيلين



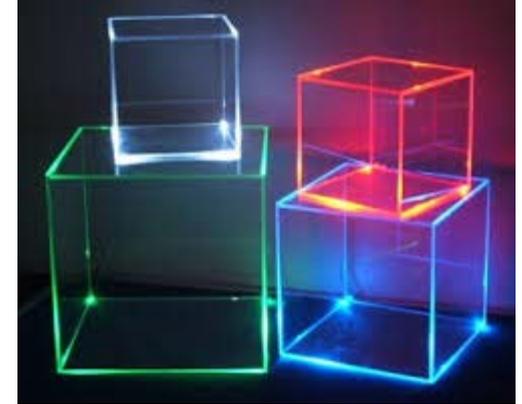
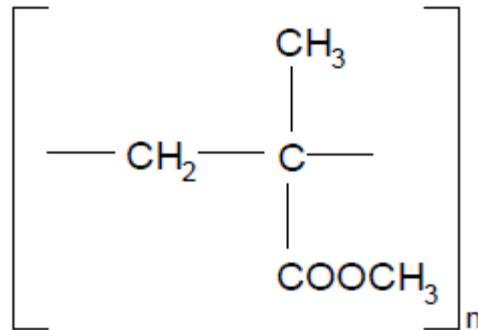
**polivinilcloruro**



La classe degli **acrilati** comprende anch'essa prodotti da monomeri vinilici: gli esteri degli **acidi acrilico** e **metacrilico**:

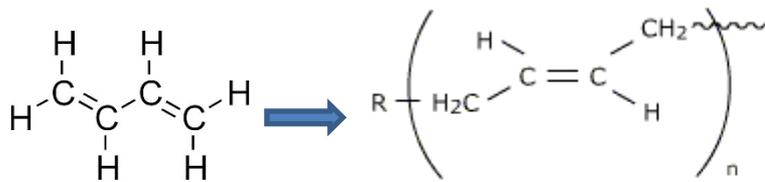


Comprende un prodotto ben noto, il **polimetilmetacrilato**:



che ha il nome commerciale di **plexiglass**.

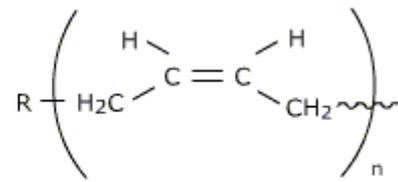
Ai polimeri **dienici** appartengono due prodotti, il **polibutadiene 1,4**



**butadiene**

trans 1, 4 - structure

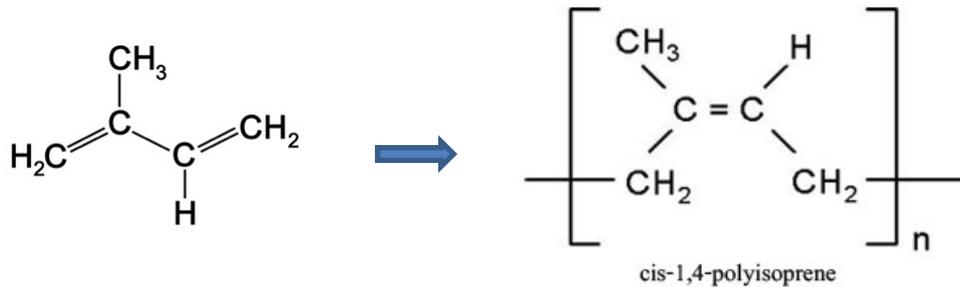
and



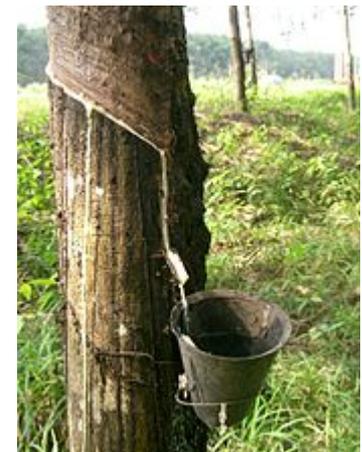
cis 1, 4 - structure



ed il **poliisoprene 1,4**, caratterizzati dall'avere un doppio legame residuo in catena per ogni singola unità di ripetizione, il che conferisce loro una notevole reattività.



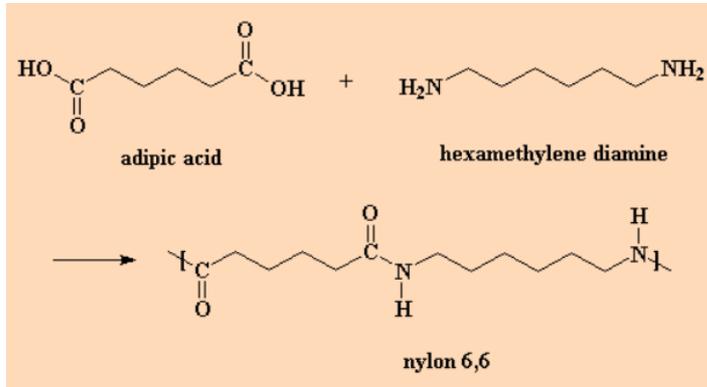
cis-1,4-polyisoprene



Il **poliisoprene 1,4** esiste in natura ed è il costituente della gomma naturale, che si ricava dal lattice dell'**Hevea brasiliensis**.

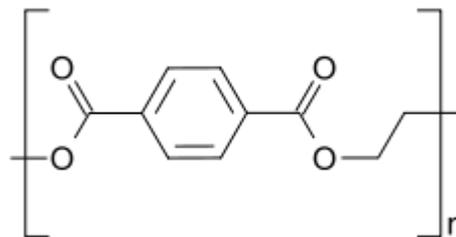
Le **poliammidi** ed i **poliesteri**, tra i quali la **poliammide 6** ed il **polietilentereftalato (PET)**, sono polimeri utilizzati soprattutto nella produzione di fibre.

La **poliammide 6,6** costituisce il ben noto **Nylon**



ma sono impiegati anche per oggetti stampati (film di PET stirati, **trade name Mylar**).

con il **PET** vengono prodotti molti contenitori per liquidi, tra i quali le bottiglie per le acque minerali.



**polietilentereftalato**



# DAI POLIMERI AI MATERIALI POLIMERICI

Considerando i diversi settori di impiego, i polimeri possono essere suddivisi in tre classi:

*polimeri per elastomeri*

*polimeri per fibre*

*polimeri per materiali plastici (termoplastici, termoindurenti).*

Il settore di impiego è caratteristico per ciascuno di essi.

Se si vuole che il materiale presenti un determinato **comportamento fisico-meccanico** è necessario avere una ben definita **struttura molecolare**.

Principali proprietà dei polimeri industriali: ***plasticità, elasticità, durezza, igroscopicità, flessibilità, allungamento alla rottura, resistenza, tenacità, resilienza, reattività,  $T_f$  e  $T_g$ , temperatura di decomposizione, resistenza alla fiamma, solubilità.***

Esse sono influenzate da molti fattori: la natura chimica, la massa molecolare media, la distribuzione dei pesi molecolari, le isomerie, il grado di ramificazione, il grado di reticolazione, la cristallinità, la presenza di additivi e la lavorazione subita.

In ingegneria, la ***resilienza*** è la capacità di un materiale di resistere a forze impulsive (ovvero, della capacità di resistere ad urti improvvisi senza spezzarsi).

SETTORE D'IMPIEGO	POLIMERI USATI	
<i>Elastomeri</i>	Gomma naturale	
	Polibutadiene 1,4 <i>cis</i>	
	Poliisoprene 1,4 <i>cis</i>	
	Poliisobutilene SBR	
	EPDM	
	SBS	
	EVA	
<i>Fibre</i>	Cellulosa (cotone)	
	Cheratina (lana)	
	Poliammide 6	←
	Polietilentereftalato	←
	Poliacrilonitrile	
	Polipropilene	←
<i>Plastici</i>		
<i>Termoplastici</i>	Polietilene, polipropilene	←
	Polivinilcloruro, polistirene	
	Polivinilacetato, poliammide 6	←
<i>Termoindurenti</i>	Polietilentereftalato	←
	Resine fenoliche, melamminiche, ureiche	

**EPDM:** copolimero a caso etilene-propilene (a contenuto percentuale variabile) contenente alcune unità dieniche.

**SBR:** copolimero butadiene-stirene (70% - 30%), con corti blocchi polibutadienici.

**EVA:** copolimero a più blocchi costituito da sequenze etileniche alternate a tratti di polivinilacetato.

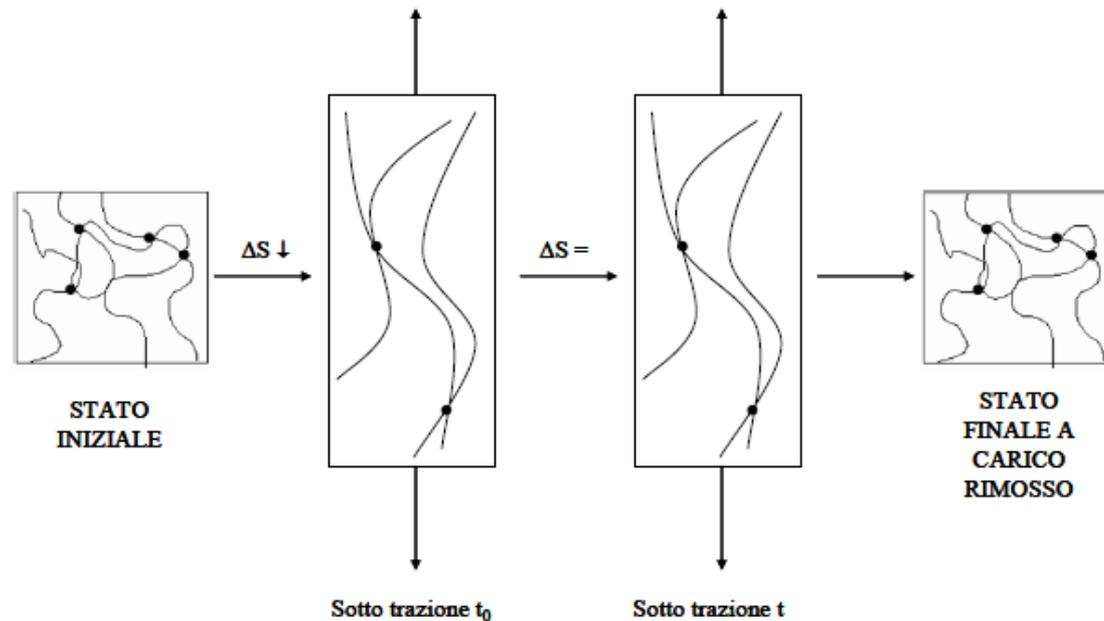
## ***Polimeri per elastomeri***

I polimeri per ***elastomeri*** che si utilizzano più comunemente sono omopolimeri (polibutadiene 1-4 cis e poliisoprene 1-4 cis) e copolimeri (SBR) che contengono, lungo la catena principale, percentuali diverse di unità di ripetizione con un doppio legame residuo.

Un elastomero è un materiale che subisce deformazioni di notevole entità per azione di sforzi relativamente modesti e che è in grado di recuperare la forma e le dimensioni originali non appena la forza applicata viene rimossa.

Nello stato di solido amorfo, la macromolecola è avvolta su se stessa e si presenta sotto forma di gomito. Se si applica al sistema una forza di trazione, il provino si allunga nella direzione dello stiro e si contrae nella sezione ortogonale: le macromolecole subiscono una deformazione affine e, con una diminuzione di entropia, si srotolano, si sviluppano lungo l'asse della catena e gli assi delle diverse macromolecole si orientano preferenzialmente nella direzione dello sforzo applicato.

Per avere un **elastomero** è necessario vincolare le macromolecole del provino l'una alle altre con legami covalenti intermolecolari:



La singola macromolecola non può riavvolgersi su se stessa perché è vincolata alle altre; in ogni movimento trascina con sé le altre catene polimeriche ed i movimenti favorevoli al riavvolgimento dell'una possono essere sfavorevoli al riavvolgimento dell'altra. La struttura non si modifica nel tempo. La macromolecola può recuperare lo stato disordinato, di massima entropia, solamente quando, eliminata la forza applicata, è in grado di far riassumere al provino la forma iniziale.

I vincoli tra le catene polimeriche possono essere veri e propri legami chimici e da qui deriva la ***necessità di avere macromolecole contenenti doppi legami residui*** lungo la catena principale; se questi doppi legami non ci sono non si può realizzare la reticolazione.

Un polimero che contiene doppi legami, ma che non è stato trattato in modo da stabilire i ponti che vincolano le macromolecole, non ha un comportamento elastomerico: la ***gomma naturale*** tal quale non è un elastomero. Il processo industriale di reticolazione prende il nome di ***“vulcanizzazione”***.

I vincoli necessari a garantire la struttura elastomerica possono tuttavia essere non solo di tipo chimico, ma anche di tipo fisico, come nei copolimeri ***SBS*** ed ***EVA***.

## ***Polimeri per fibre***

La fibra è un manufatto fortemente anisotropo: le sue proprietà meccaniche sono eccezionali nella direzione dell'asse e scadenti nel piano della sezione. In particolare è molto elevato il modulo elastico e la fibra è molto resistente all'azione di una forza tensile:

***è necessario fornire molta energia per allungarla e romperla.***

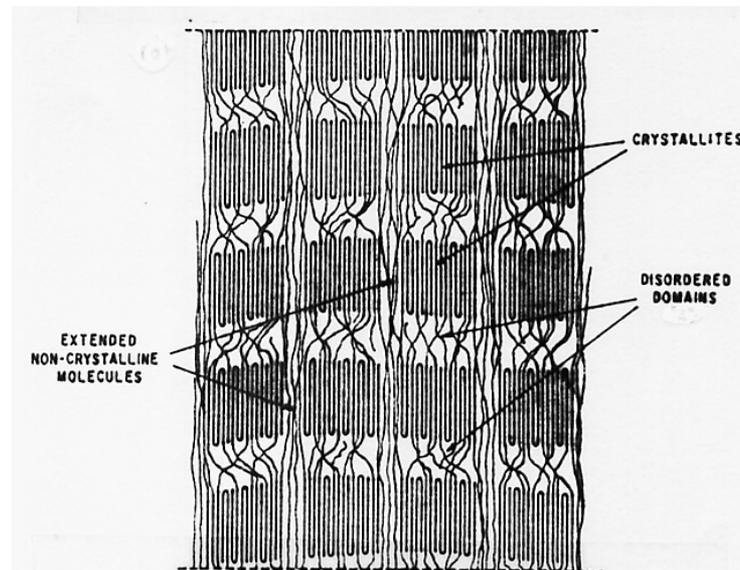
Queste proprietà si ottengono orientando le catene polimeriche lungo l'asse del filamento; ciò si realizza ***estrudendo il materiale fuso attraverso un ugello***, avente un diametro molto piccolo (dell'ordine dei micron), e ***stirando successivamente il filo***, quando non è ancora solidificato.

Dal momento che la conformazione estesa non è termodinamicamente stabile è necessario che tra le macromolecole si possano instaurare interazioni che impediscano alle catene estese di ritornare nella conformazione a gomitolo. Non sono necessari veri e propri legami covalenti ma ***sono sufficienti legami polari***, anche deboli, tra gruppi diversi.

Per ottenere i deboli legami necessari per la formazione delle fibre vengono impiegati polimeri quali il poliacrilonitrile, caratterizzato da gruppi **[-C N]**, le poliammidi, che contengono nell'unità di ripetizione il gruppo ammidico **[-CONH-]**, ed i poliesteri, che hanno il gruppo **[-COO-]**.

Lo studio della struttura delle fibre poliammidiche e poliestere ha messo in rilievo che le fibre sono formate da sub elementi, che prendono il nome di fibrille: all'interno della singola fibrilla la struttura è più complessa.

Le poliammidi e i poliesteri sono materiali semicristallini e quindi nelle fibrille si alternano, lungo l'asse, domini amorfi e microregioni ordinate.



## ***Polimeri per plastici***

Per i polimeri per plastici, si conserva la vecchia distinzione tra ***termoplastici*** e ***termoindurenti***.

**Termoplastici** sono i ***polimeri che diventano fluidi per riscaldamento e possono essere modellati in forma diversa*** con tecnologie piuttosto semplici (estrusione, stampaggio, calandratura); da questo punto di vista sono simili ai metalli ed ai vetri. Si tratta di macromolecole lineari o ramificate, che allo stato solido sono amorfe o cristalline (polietilene, polipropilene, polivinilcloruro, polistirene, poliammide 6, polietilentereftalato, etc.).

Nel caso delle poliammidi e dei poliesteri, l'aspetto strutturalmente importante ai fini dell'impiego come materiali termoplastici è la linearità della macromolecola; la presenza dei gruppi polari, che è determinante per l'impiego nel settore delle fibre, per questo particolare tipo di applicazione non è di fondamentale importanza.

Termoindurenti sono definiti quei polimeri che *per riscaldamento di intermedi liquidi formano un materiale nuovo che raffreddandosi rimane rigido*, assume una forma definita e per riscaldamento non può più essere ritrasformato in un liquido. Si tratta di sistemi reticolati, derivanti dalla polimerizzazione di monomeri o reagenti polifunzionali (resine epossidiche, poliestere insature, alchiliche o gliceroftaliche, fenoliche, amminiche, poliuretaniche).

Il termine termoindurente non significa che il materiale, se riscaldato, diventa più rigido, ma deriva dal fatto che la reticolazione (e dunque l'indurimento) avviene per riscaldamento nello stampo, durante la preparazione del manufatto.

## **Materiali Polimerici**

I **materiali di interesse ingegneristico** non sono quasi mai sostanze pure; **si tratta di miscele**, formulate allo scopo di ottimizzare alcune proprietà ben definite in funzione di impieghi specifici. Tra le eccezioni si può ricordare il rame per i conduttori elettrici, la silice per le fibre ottiche, il polimetilmetacrilato per le lenti intraoculari.

La miscelazione di un polimero con **additivi a basso peso molecolare** durante la lavorazione può avere diversi obiettivi:

- **facilitarne la lavorazione;**
- **migliorare alcune caratteristiche;**
- **aumentare la resistenza all'azione degradante del calore o della luce;**
- **colorarlo;**
- **ridurre il costo del materiale finito.**

Singole sostanze aggiunte permettono di conseguire un unico risultato specifico, sono rari gli esempi di additivi a multiplo effetto.

Se il materiale deve rispondere contemporaneamente a diverse esigenze, sia di ordine tecnico che di natura economica, il numero di additivi che si debbono aggiungere al polimero di base può essere anche molto elevato.

Gli aspetti fondamentali a cui bisogna fare attenzione sono due:

- la **compatibilità dell'additivo con il polimero** (l'additivo deve essere disperso uniformemente nella matrice, in alcuni casi a livello molecolare ed in altri in fase eterogenea);
- la **stabilità della miscela nel tempo** (l'additivo non deve diffondere all'esterno durante l'uso del manufatto).

I tipi principali di additivi sono:

a) **stabilizzanti:**

- **antiossidanti:** hanno la funzione di impedire l'ossidazione del polimero durante la lavorazione del materiale e l'impiego del manufatto a temperature elevate;
- **stabilizzanti UV:** impediscono la degradazione del polimero per azione delle radiazioni solari durante l'uso;
- **stabilizzanti termici:** contribuiscono ad evitare la decomposizione del polimero per via termica

b) **aiuti di processo:** hanno la funzione di facilitare la trasformazione; ad esempio lubrificanti (oli, cere).

c) **agenti antifiamma** (ritardanti di fiamma): abbassano la sensibilità del materiale al fuoco, impedendo lo sviluppo e la propagazione della fiamma e riducendo i fumi e gocciolamento che si hanno di conseguenza.

d) **agenti nucleanti:** aumentano il numero dei nuclei primari (nucleazione eterogenea), accelerando la cristallizzazione e riducendo le dimensioni dei grani cristallini;

- e) **pigmenti e coloranti**: vengono aggiunti per colorare in profondità il materiale e hanno una funzione puramente estetica. I pigmenti sono sostanze inorganiche che sono dispersi nella matrice in forma di granuli e i materiali che si ottengono dopo averli addizionati sono opachi. I coloranti, invece, sono sostanze organiche e i materiali che li contengono sono trasparenti.
- f) **plastificanti**: vengono utilizzati per abbassare la temperatura di transizione vetrosa e modificare le proprietà dei materiali, rendendoli più flessibili;
- g) **agenti rinforzanti**: sono addizionati per migliorare alcune proprietà meccaniche; rientrano in questa classe di additivi anche le sfere di vetro e le fibre utilizzate nei compositi;
- h) **riempitivi o cariche**: sono sostanze inerti e poco costose, impiegate per ridurre la quantità di polimero presente nel materiale e quindi il suo costo;
- i) **espandenti**: sono sostanze che vengono aggiunte per avere la formazione di schiume;

- j) **antistatici**: vengono aggiunti per evitare che sul materiale polimerico si concentrino delle cariche elettrostatiche, che possono essere responsabili della formazione di pericolose scintille;
- k) **antiurtizzanti**: si tratta di materiali gommosi dispersi nella matrice del polimero sotto forma di piccolissime goccioline. Permettono al materiale che viene deformato in seguito ad un urto di riprendere la forma iniziale e vengono impiegati ad esempio nei paraurti delle autovetture.

I materiali polimerici possono essere formulati in tre tipi di miscele:

- a) **compounds**, in cui il polimero è addizionato con sostanze di basso peso molecolare;
- b) **blends**, in cui il polimero è miscelato con un altro composto macromolecolare di diversa natura;
- c) **compositi**, in cui il polimero è addizionato con sfere di vetro o fibre di diversa lunghezza e natura per migliorare decisamente le caratteristiche meccaniche.

Anche i casi b) e c) prevedono l'aggiunta di additivi.

**I POLIMERI NATURALI**

**LA LORO APPLICABILITA' TECNOLOGICA**

**CONFRONTO CON LE MATERIE PLASTICHE SINTETICHE**

**Historia magistra vitae, (Cicerone, *De Oratore*, II, 9, 36)**

**History is life's teacher (taken from Cicero)**

**Geschichte (ist) Lehrmeisterin des Lebens**

Fin dal Paleolitico gli umani hanno usato cordame per pescare, catturare, trasportare e fare abiti. Nell'antico Egitto (400 aC) corde e teli erano fatti con canne ed erbe. Barche, vele e stuoie erano fatte con fibre di foglie di palma e gambi di papiro mentre se ne usava il midollo per i famosi papiri.



Juta, lino, ramiè, carici, giunchi e canne sono stati utilizzati per tessuti e cestini. In India la juta era usata per la filatura e la tessitura. Si ritiene che la prima vera carta sia stata prodotta in Cina (100 dC) da fibre di canapa e ramiè e successivamente da fibre di gelso.

## Lino

Tela di lino di 5000 anni fa  
(British Museum)



Sandali dell'antico Egitto



Tessuto di lino recuperato dalla grotta di Qumran 1 vicino al Mar Morto

Negli ultimi secoli il mercato mondiale delle fibre vegetali è in costante declino, a causa della sostituzione con materiali sintetici

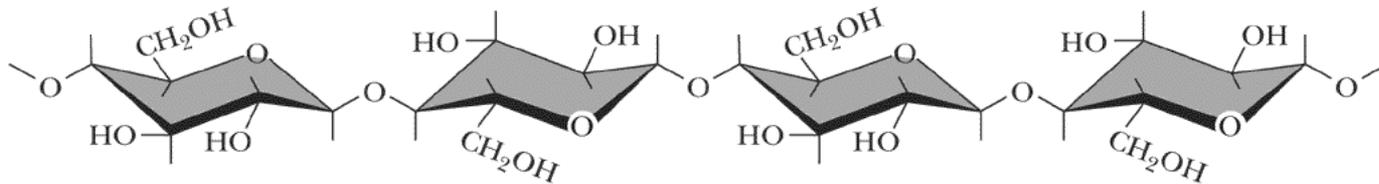


**PLASTICHE DAL PETROLIO**

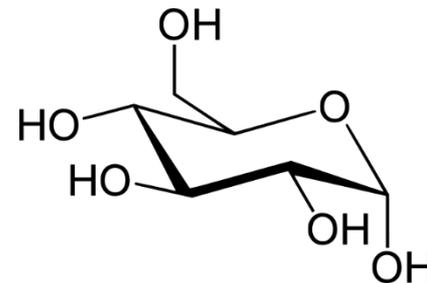
# L'IMPORTANZA DEI MATERIALI NATURALI (RINNOVABILI): I BIOPOLIMERI

I polisaccaridi sono i carboidrati più abbondanti in natura con molte funzioni, come la disponibilità di energia o come componenti delle pareti cellulari delle piante. I polisaccaridi sono polimeri molto grandi composti da decine a migliaia di monosaccaridi uniti tra loro. I tre polisaccaridi più abbondanti sono l'amido, il glicogeno e la cellulosa.

**Cellulose**



**Glucosio**



# Amido

L'amido è la fonte più importante di carboidrati nella dieta umana. Nelle piante è sotto forma di granuli particolarmente abbondanti nei semi (specialmente i chicchi di cereali) e nei tuberi. La scissione dell'amido in glucosio nutre la pianta durante i periodi di ridotta attività fotosintetica.

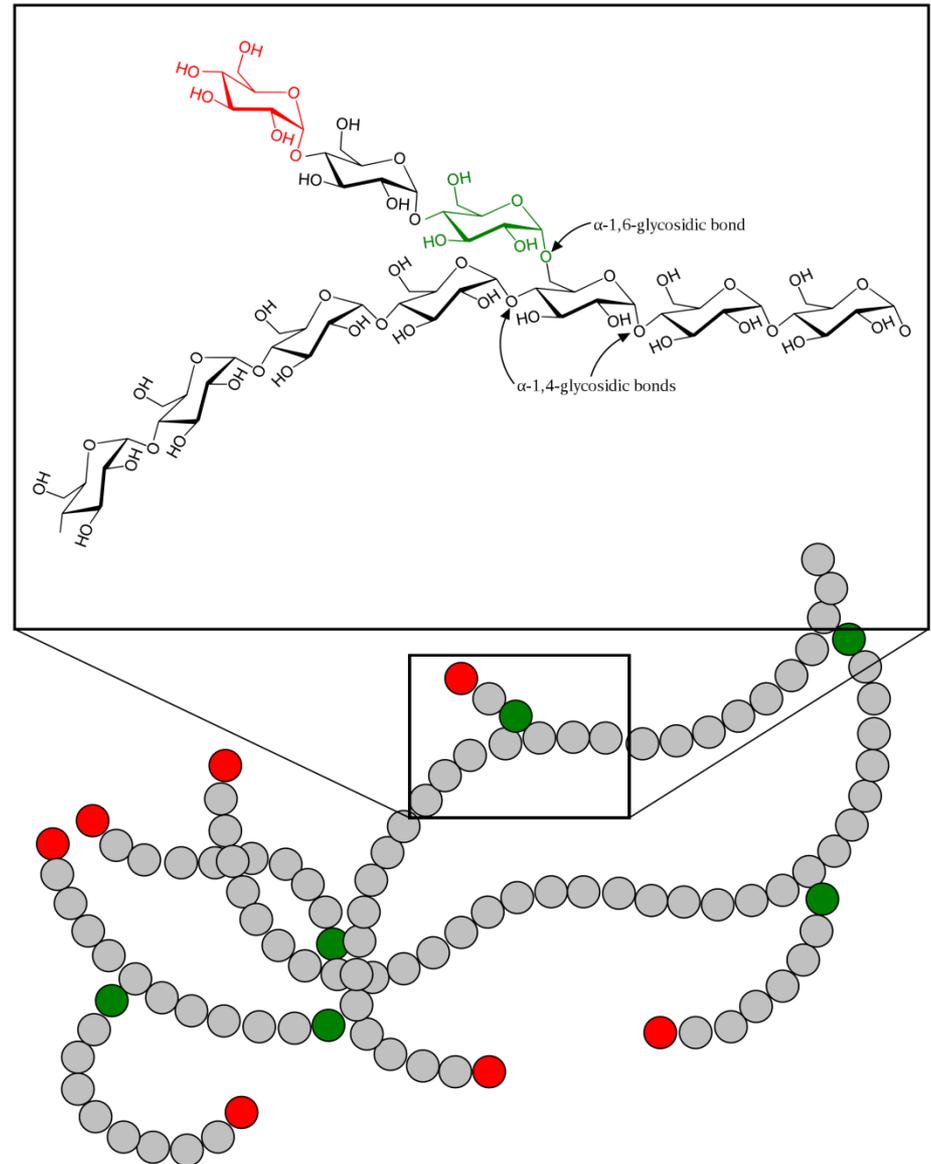
Percentuale di amido nelle piante: patate 15%, grano 55%, mais 65%, riso 75%.



# Glicogeno

Il glicogeno è il carboidrato di riserva energetica degli animali. È particolarmente abbondante nel fegato (4% -8% in peso di tessuto) e nelle cellule muscolari scheletriche (0,5% -1,0%). Ha una struttura simile all'amido, ma il polimero è più compatto.

Come l'amido nelle piante, il glicogeno si trova sotto forma di granuli nelle cellule del fegato e dei muscoli. Durante il digiuno, gli animali attingono a queste riserve di glicogeno durante il primo giorno senza cibo per ottenere il glucosio necessario per mantenere l'equilibrio metabolico.



# Cellulosa

La cellulosa, un carboidrato fibroso presente in tutte le piante, è il componente strutturale delle pareti cellulari delle piante. Le fibrille di cotone sono quasi interamente cellulosa (circa il 95%), il legno contiene circa il 50% di cellulosa e il peso secco delle foglie è di circa il 10% -20% di cellulosa. Il maggior uso della cellulosa è nella produzione di carta e prodotti di carta.

La cellulosa e l'amido sono basati su monomeri di glucosio, ma uniti in modo diverso. Pertanto le proprietà di questi polisaccaridi sono molto diverse.

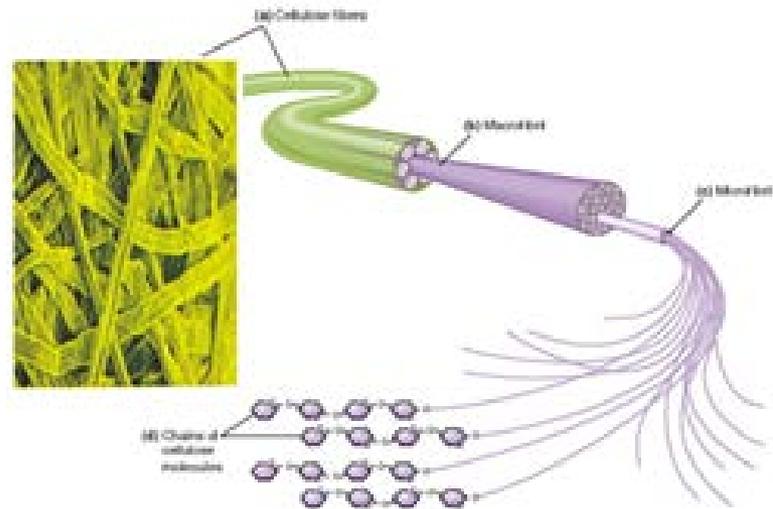


**Polvere di Cellulosa**

# La tecnologia della Cellulosa è bastata sulla sua natura fibrosa



## Fibre di cellulosa





**QUALI FIBRE ABBIAMO A DISPOSIZIONE PER SOSTITUIRE  
IN MODO CONVENIENTE E RINNOVABILE I COMPONENTI  
DELLE MATERIE PLASTICHE BASATE SUL PETROLIO?**



## Caratteristiche delle fibre di cellulosa

Le fibre vegetali sono classificate in base alla loro origine nelle piante:

- 1) fibre di rafia o dello stelo, che formano i fasci fibrosi nella corteccia interna dei gambi della pianta, sono spesso indicate come fibre molli per uso tessile;
- 2) fibre delle foglie, che le percorrono longitudinalmente, sono anche chiamate fibre dure;
- 3) fibre dei semi anemofili, es. cotone, che è la fibra vegetale più importante.

Ci sono > 250.000 specie di piante; tuttavia, solo un numero molto limitato è stato sfruttato per usi commerciali (<0,1%).

## UN CASO TIPICO: LA CANAPA

La canapa costituisce un'ottima fonte di legno e di fibre ricche in cellulosa. Il legno viene detto canapulo ed è leggero e molto assorbente mentre le fibre sono estremamente tenaci e resistenti. Entrambi sono estratti dal fusto della pianta che ha una sezione che può variare da pochi millimetri ad alcuni centimetri.

Con un ciclo di vita annuale, un impatto positivo sull'ambiente e una resa che può superare le 10 tonnellate di biomassa per ettaro, la canapa si candida come fonte rinnovabile di fibre, legno e cellulosa.



# APPLICAZIONI STORICHE

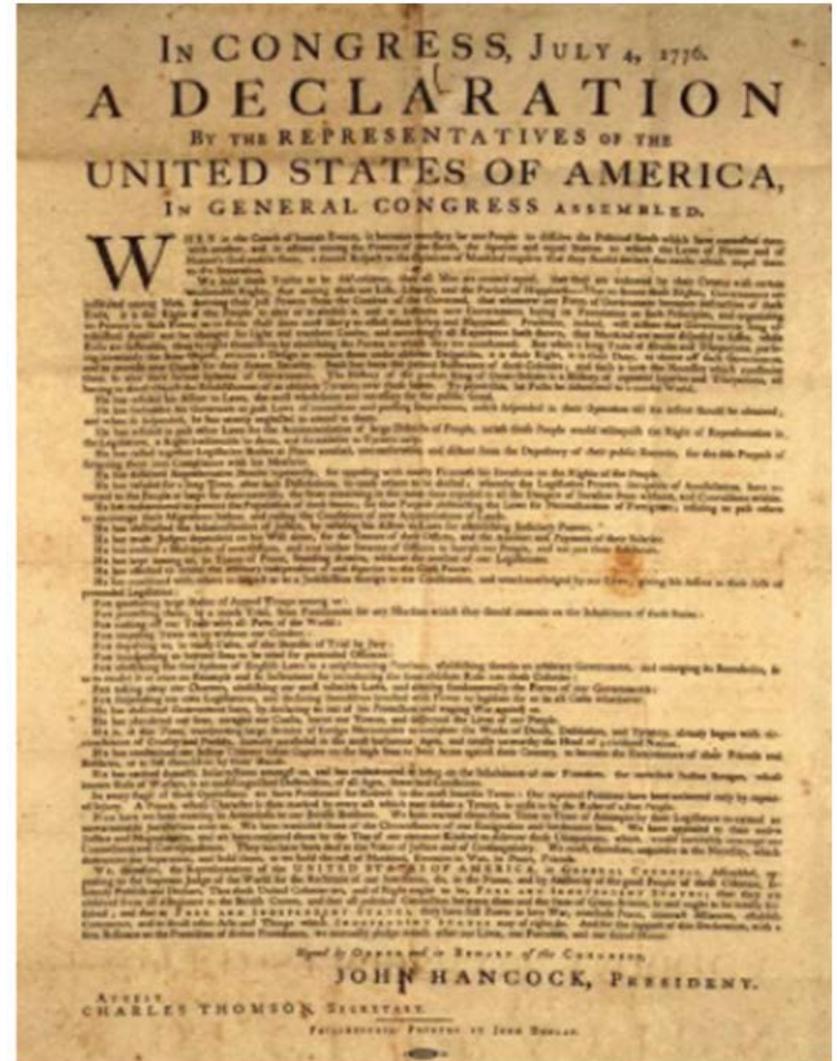
Gli impieghi delle fibre di canapa hanno radici nel passato.

In Europa per molti secoli tessuti, indumenti e cordami erano ottenuti dalla canapa.

Anche la carta era una volta ottenuta da fibre di canapa, esempi storici testimoniano la bontà della pianta in questo settore :

la prima Bibbia stampata su carta (Bibbia di Gutenberg, 1453) che fu realizzata impiegando canapa italiana secondo alcune fonti;

la Dichiarazione di Indipendenza Americana scritta nel 1776.



## APPLICAZIONI MODERNE

Le fibre di canapa sono state sostituite nel secolo scorso da cotone e derivati sintetici come nylon, acrilati, poliammidi, poliesteri mentre la carta viene ottenuta quasi esclusivamente dagli alberi con processi molto pesanti per l'ambiente. Eppure, **le fibre di canapa possiedono notevoli vantaggi come nessun effetto allergenico sulla pelle, proprietà antimicrobiche, rapido assorbimento dell'umidità accompagnato da una rapida asciugatura, biodegradabilità e protezione contro i raggi UV.**

La canapa e la sua cellulosa viene impiegata in nuovi settori, principalmente per applicazioni altamente tecnologiche, e non più nei settori che storicamente l'hanno distinta a causa dei monopoli creati dalle "nuove" materie prime.

## APPLICAZIONI MODERNE

Nel campo medico le fibre di canapa sono utilizzate per lo sviluppo di dispositivi elettronici bio-compatibili come i bio-sensori, in grado di convertire informazioni chimiche e biochimiche in un impulso elettronico, con il potenziale di segnalare la presenza di tossine o la mancanza di nutrienti ad esempio.

In campo energetico sono state studiate delle bio-batterie capaci di generare energia a partire da flussi biologici come sangue e plasma, in grado di alimentare dispositivi elettrici come pacemaker.

**Un'altra applicazione sono i materiali assorbenti** equivalenti a delle super-spugne, **capaci di assorbire sostanze inquinanti come il petrolio** disperso in mare. Le strutture di cellulosa vengono studiate per essere il più porose possibili, inoltre, possono essere modificate in modo da essere selettivi verso specifici inquinanti e ancora avere la capacità di rigenerarsi potendo trattare e smaltire l'inquinante all'interno della struttura stessa.

## LO SAPEVATE CHE...?

Le banconote devono essere molto durevoli, in quanto subiscono tanta movimentazione e piegature. La banconota strettamente detta, rappresenta oggi la parte cartacea della moneta legale emessa da una banca centrale. Si presenta in genere sotto forma di biglietto composto da fibre di cotone, lino e **CANAPA** (che la rendono più resistente della carta), oppure sotto forma di polimero plastico 🤪 (adottato ad esempio nelle banconote emesse in Canada e in Australia).



## LO SAPEVATE CHE...?

La canapa è un ottimo materiale isolante

Biomattone di canapulo  
(scarto della canapa)  
agglomerato con calce



Durante la seconda edizione di Canapa Mundi, una ricercatrice del Consiglio Nazionale delle Ricerche ha presentato i pannelli isolanti in composito con lana di pecora e canapa, (progetto VeLiCa), valida alternativa ai pannelli in polistirene espanso.



## CANAPA E LINO NELLA MARINA MILITARE

HMS Victory era una nave da guerra da 104 cannoni di prim'ordine della Royal Navy, ordinata nel 1758, approntata nel 1759 e varata nel 1765. È meglio conosciuta per il suo ruolo come ammiraglia di Lord Nelson nella Battaglia di Trafalgar il 21 ottobre 1805.



10488 - VICTORY PORTSMOUTH

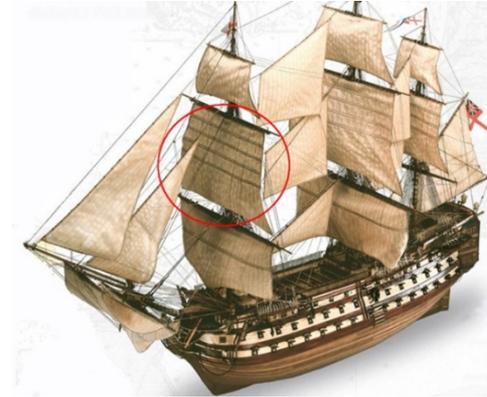
## CANAPA E LINO NELLA MARINA MILITARE

Per armare la HMS Victory sono stati necessari oltre 42 km di corda di lino e canapa, la corda più grande aveva 47 cm di circonferenza. Le vele di tela a erano 37 con una superficie velica totale di 5.428 m<sup>2</sup>. Altre 23 vele erano a bordo come ricambi.

Il più grande pezzo di vela rimasto dalla battaglia di Trafalgar era la vela di cima superiore. Misura 24 m alla base, 17 m in testa e 17 m in altezza, coprendo un'area di 336 m<sup>2</sup> e pesa circa 370 kg.

La vela fu inizialmente fabbricata nel Sail Loft di Chatham quando HMS Victory completò le sue riparazioni nel 1803. I tessitori di Dundee che erano soliti confezionare le stoffe per la Marina avrebbero impiegato circa 1.200 ore per ricucire la vela e sono rimasti a bordo della nave fino a quando la nave non è stata restituita al Sail Loft per le riparazioni, dopo la battaglia del 1805.

## CANAPA E LINO NELLA MARINA MILITARE



I danni alla vela superiore frontale della HMS Victory

Le vela superstita mostra oltre 80 buchi e strappi nella tela causati sia nella battaglia che in seguito dai cacciatori di souvenir del XIX secolo. È stato esposta durante il Festival Internazionale del Mare nel 1998, prima di essere rimossa per ulteriori restauri.

Era la prima volta che la vela veniva issata dopo la battaglia di Trafalgar. Per preservare la vela per il futuro, ora viene conservata in condizioni controllate.