

UNIBAS

LABIM

Bioplastiche-biopolimeri-biomateriali

Sono tutti realmente

bio_ ?

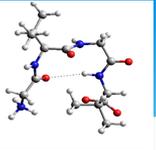
Antonietta Pepe

Laboratorio di Materiali Bioispirati

Dipartimento di Scienze

Università degli Studi della Basilicata

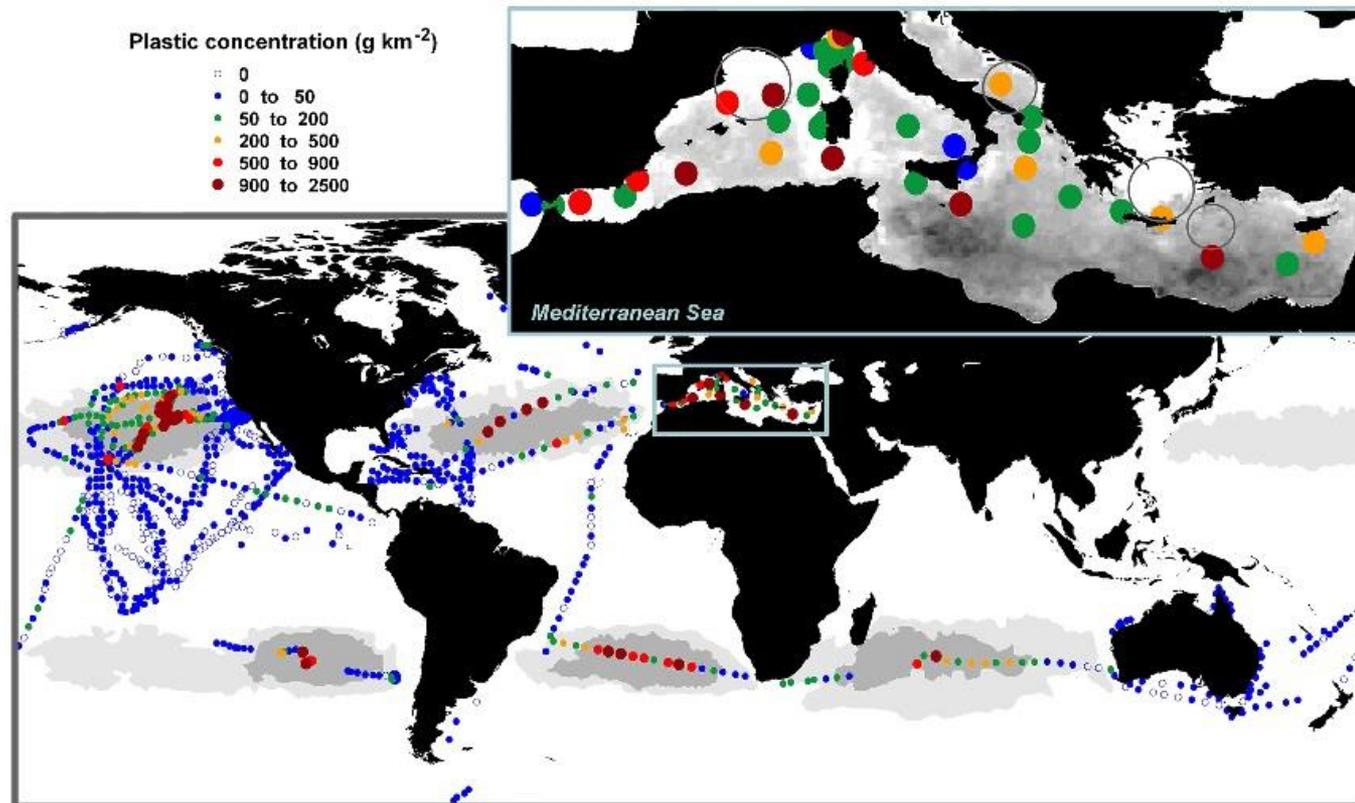
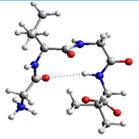




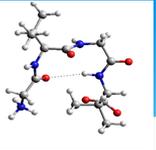
Pacific Trash Vortex

Nella parte settentrionale dell' Oceano Pacifico, con un'area di estensione pari a due volte il Texas per 10 metri di profondità , si è formata negli ultimi anni **un'isola di plastica**, creata da 4 milioni di tonnellate di rifiuti in mare che si addensano in quella zona, per una particolare combinazione di correnti!

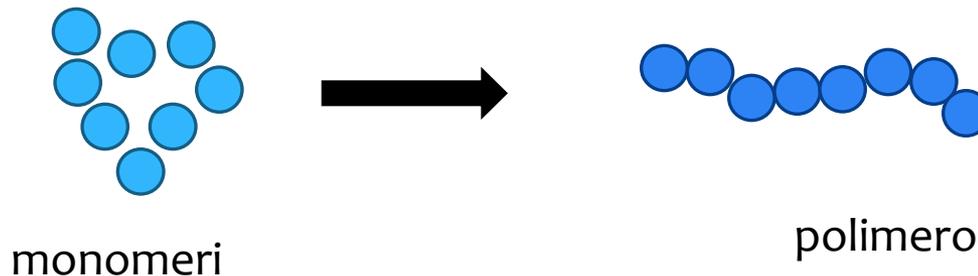


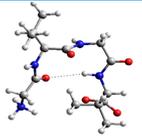


Il Mare Nostrum e le sue spiagge sono una delle zone più critiche al mondo per quanta riguarda la spazzatura marina di plastica. Il problema principale sono le **microplastiche**, frammenti di **meno di 5 millimetri** che attraverso i pesci arrivano nei nostri piatti.

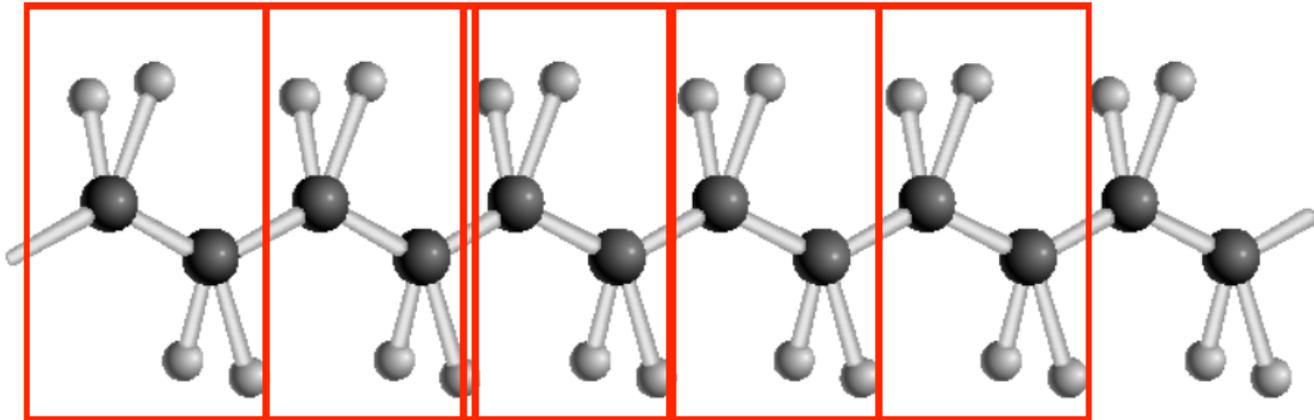


- * I **polimeri** sono composti chimici ad alto peso molecolare costituiti da unità chimiche ripetute e si classificano in :
 - * Sintetici
 - * Naturali
- * I **polimeri sintetici** sono ottenuti mediante reazioni di polimerizzazione a partire da materiale derivati dal petrolio.





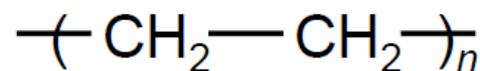
La semplice unità ripetitiva di un polimero è il **monomero**.



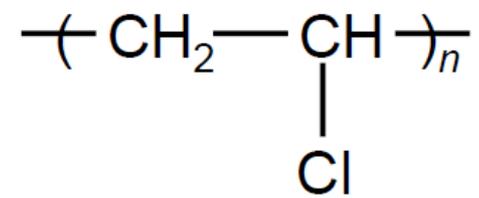
Omopolimero è un polimero fatto da un solo tipo di monomero



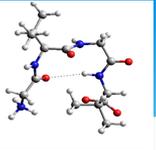
Teflon



Polyethylene



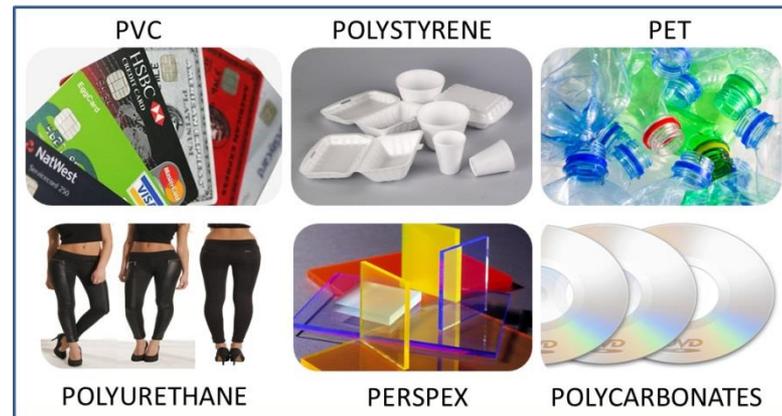
PVC

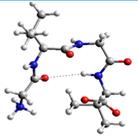


I differenti tipi di plastica differiscono tra loro per:
la composizione chimica, le proprietà chimico-fisiche e la destinazione d'uso.

Le materie plastiche più diffuse sul mercato dei prodotti di consumo sono:

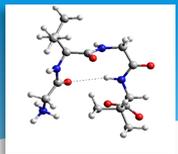
- il **PE** (polietilene)
- il **PP** (polipropilene):
- il **PVC** (cloruro di polivinile)
- il **PET** (polietilentereftalato)
- il **PU** (poliuretano)
- il **PS** (polistirene)





* La maggior parte dei polimeri sintetici **non** sono biodegradabili

<p>Vetro</p>  <p>400 anni</p>	<p>Plastica</p>  <p>100 - 1000 anni</p>	<p>Mozzicone di sigaretta</p>  <p>1 - 2 anni</p>	<p>Cartone</p>  <p>2 mesi</p>	<p>Giornali e riviste</p>  <p>6 mesi - 10 anni</p>	<p>Fazzoletti e tovaglioli</p>  <p>3 mesi</p>
<p>Lattine di alluminio</p>  <p>10 - 100 anni</p>	<p>Polistirolo</p>  <p>oltre 1000 anni</p>	<p>Pannolini</p>  <p>400 anni</p>	<p>Indumento in lana o cotone</p>  <p>1 anno</p>	<p>Gomma da masticare</p>  <p>5 anni</p>	<p>Torsolo di mela</p>  <p>3 mesi</p>

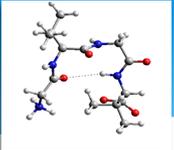


Motivi economici:

- * I combustibili fossili sono destinati ad esaurirsi per cui sono necessarie fonti di materie prime rinnovabili.

Motivi ecologici

- * La maggior parte dei polimeri **sintetici** non sono biodegradabili
- * Le recenti strategie di ricerca focalizzano la loro attenzione sulla **chimica verde**, che anche nel campo dei polimeri ha il compito di trasformare prodotti /rifiuti agricoli in prodotti biodegradabili ad alto valore aggiunto.



Secondo la definizione data dalla **European Bioplastics**, la **BIOPLASTICA** è un tipo di plastica **riciclabile** che :

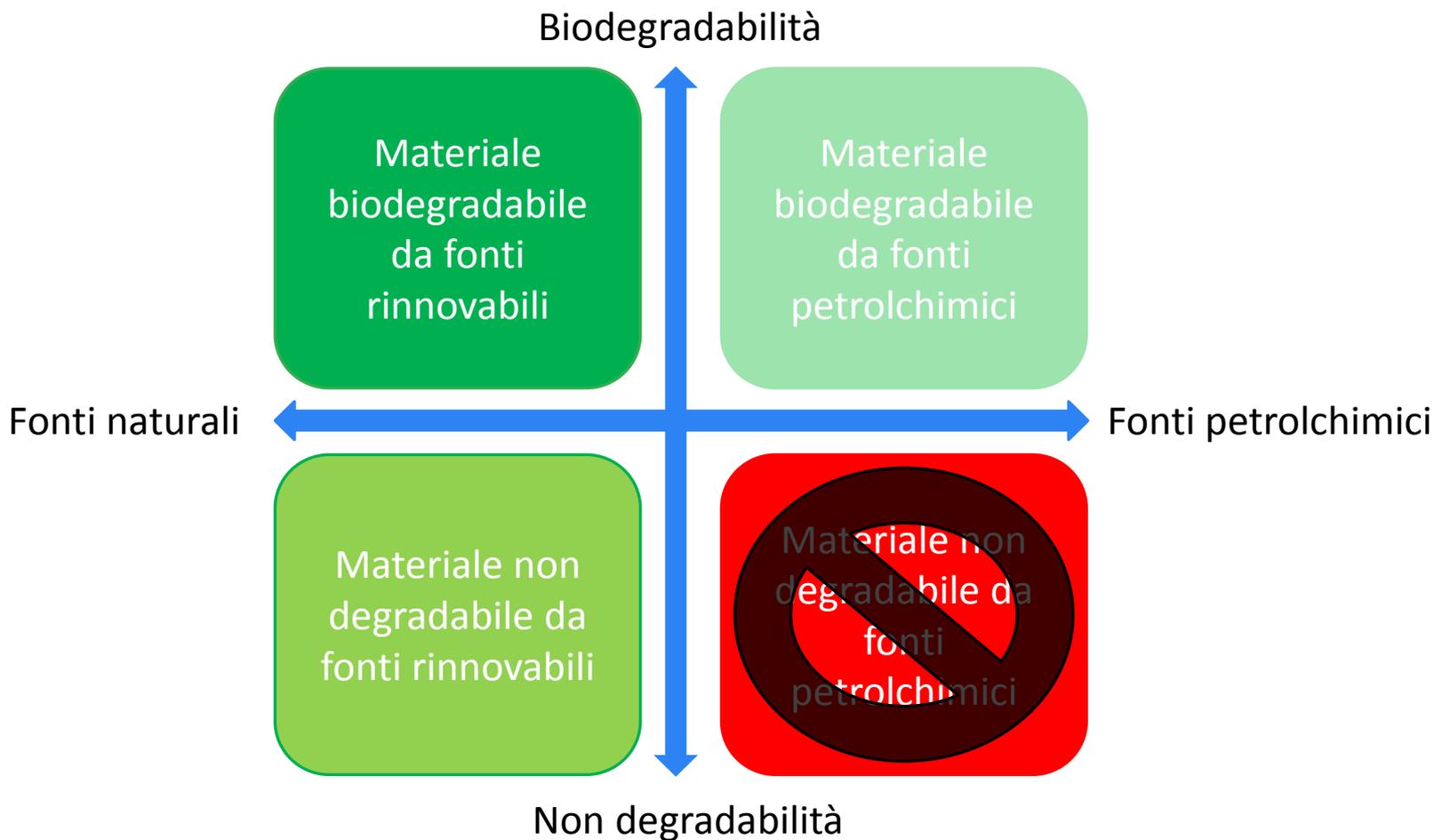
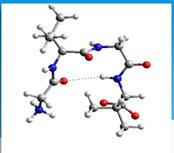
1) deriva da **materie prime rinnovabili** (materiali di origine naturali)

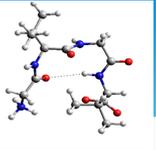
oppure

2) è **biodegradabile** (di origine sintetica ma che si degrada in tempi ragionevoli)

oppure

3) ha **entrambe** le proprietà (di origine naturale che si degrada in tempi ragionevoli).



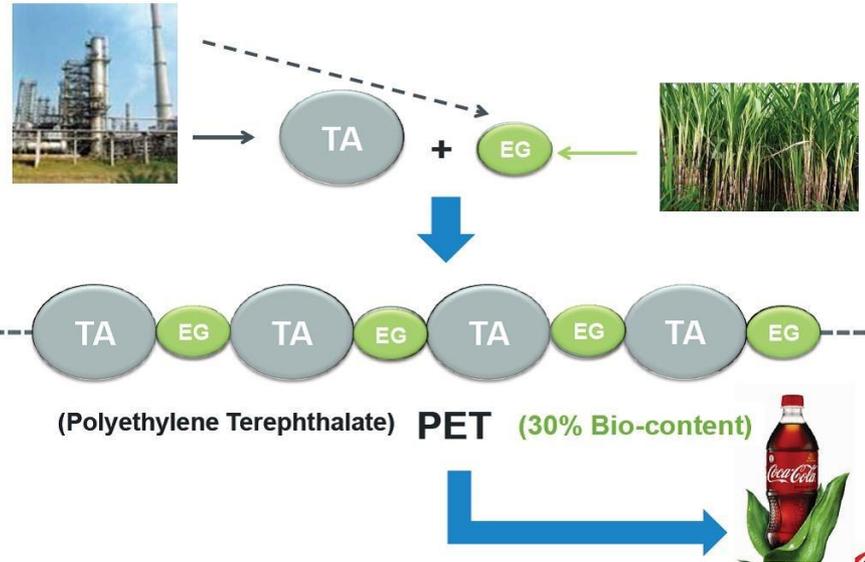


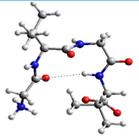
Materiale non degradabile da fonti rinnovabili

PET verde
(polietilentereftalato)



100 % riciclabile (come plastica)
0% compostabile !!!!





GEVO 100% RENEWABLE PLANT-BASED BOTTLE PROCESS

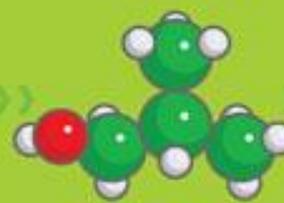


Carbohydrate

Gevo Integrated Fermentation Technology® (GIFT®)



Gevo Renewable Isobutanol



Chemical Conversion



100% Renewable Bio PET Bottle



PET

100% Renewable Bio PET Resin



70%

Bio PTA



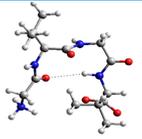
30%



Bio MEG



Bio p-Xylene

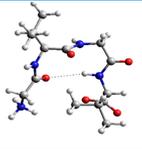


Materiale biodegradabile da fonti rinnovabili

Esistono in commercio delle bottiglie di plastica prodotte da fonti rinnovabili completamente biodegradabili

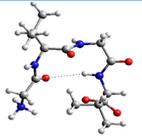
E' prodotta con **PLA (acido polilattico)** totalmente **BIO**: un particolare polimero che si ricava dalla fermentazione degli zuccheri contenuti nelle piante, senza neanche una goccia di petrolio o suoi derivati.





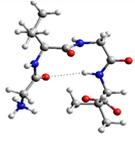
Con **sviluppo sostenibile** si intende uno sviluppo in grado di assicurare «il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri».

World Commission on Environment and Development

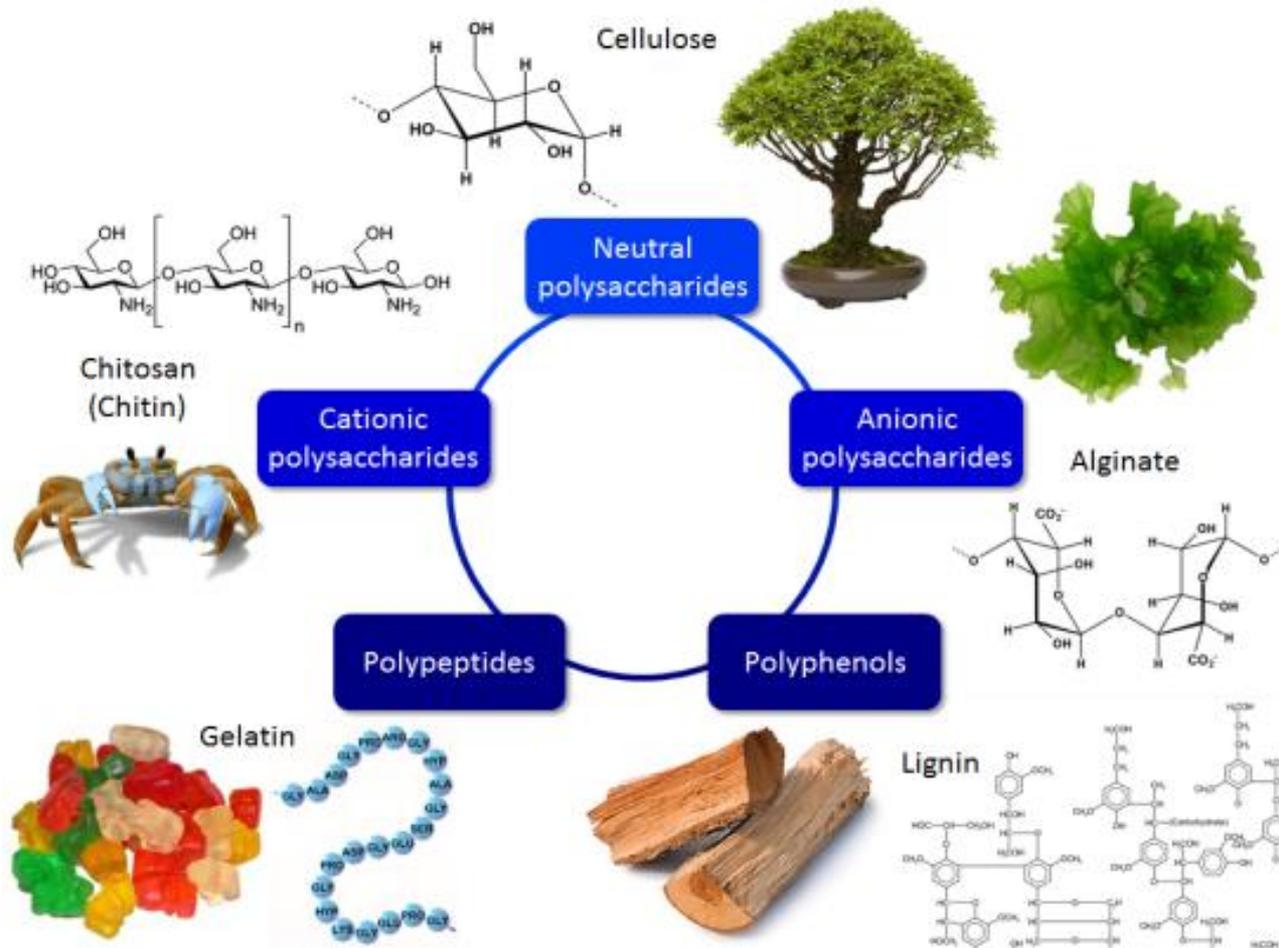
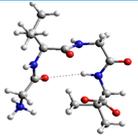


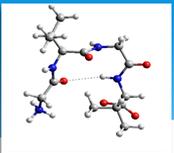
*Le recenti strategie di ricerca focalizzano la loro attenzione sulla **chimica verde**, che anche nel campo dei polimeri ha il compito di trasformare prodotti /rifiuti agricoli in prodotti biodegradabili ad alto valore aggiunto da utilizzare come materie prime



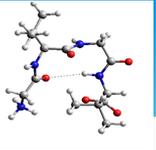


- * I materiali polimerici naturali sono stati ampiamente utilizzati nella storia dell'uomo per ottenere vestiti, cibo, attrezzi, armi, etc.
- * Esempi di polimeri naturali= biopolimeri:
 - * Amido, Cellulosa (legno), Chitina, alginati
 - * Proteine (dai capelli, seta, corna, ossa , insetti, etc)
- * I **polimeri naturali** sono **biodegradabili** : posti in un ambiente favorevole si degradano per idrolisi o per reazioni enzimatiche in sostanze naturali più semplici.





- * I **Biopolimeri** si possono ottenere per estrazione o per polimerizzazione industriale di materie prime naturali.
- * La fonte principale delle materie prime sono gli animali e le piante. Possono anche essere prodotte da microorganismi.



UNIBAS

LABIM

Prodotti da biopolimeri biodegradabili?

❖ materiali di imballaggio usa e getta



❖ beni di consumo per uso di routine, quali piatti, tazze, contenitori



❖ materiali usa e getta per la cura personale, quali fazzoletti, assorbenti, pannolini

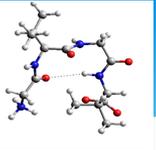


❖ rivestimento laminazione

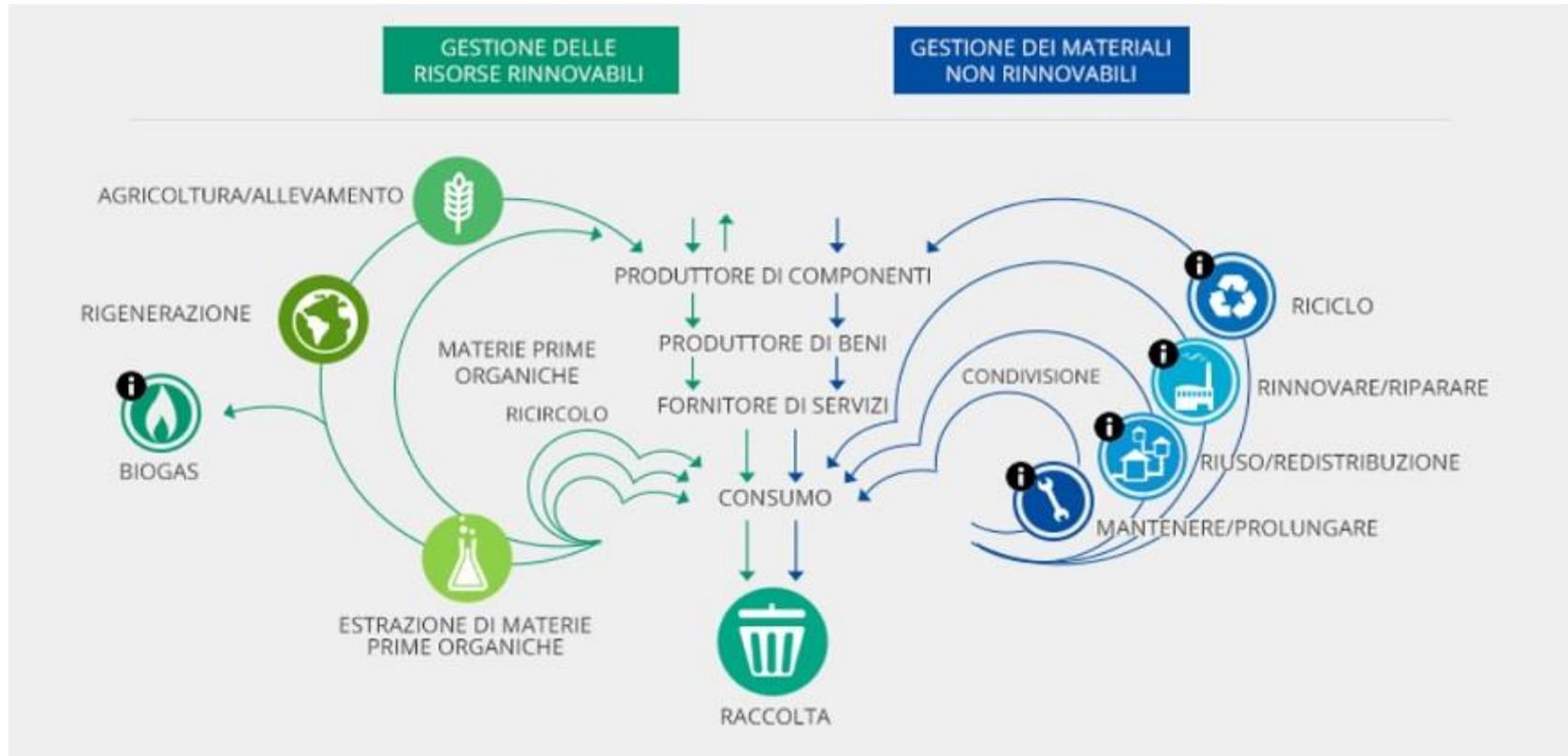
❖ sacchetti per pacciamatura agricola

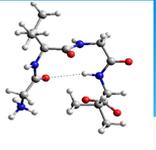


*Teli biodegradabili
per pacciamatura*



L'Economia Circolare è un'economia progettata per **auto-rigenerarsi**, in cui i **materiali di origine biologica** sono destinati ad essere **reintegrati** nella biosfera, e quelli **tecnici** devono essere progettati per essere rivalorizzati (**riciclati**) senza entrare nella biosfera.





Biopolimeri= da fonti naturali rinnovabili

Amido

(da Mais/patate)

Cellulosa

(da legno/)

Proteine

(da piante/animali)

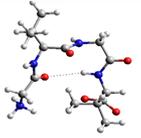
Poliidrossialcanoati

(da microorganismi)

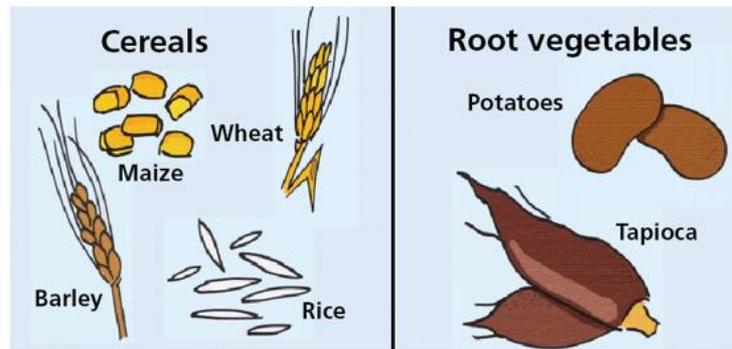
Acido polilattico

(da glucosio)

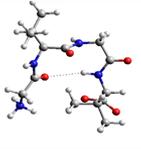
Biodegradazione
Compostaggio



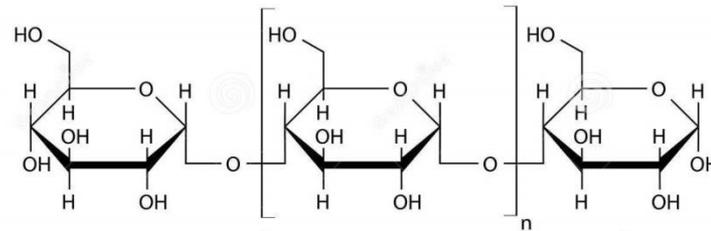
- * L'amido è estratto principalmente dal mais, ma si può ricavare anche dalle patate, dal riso, dal frumento, dalla tapioca.



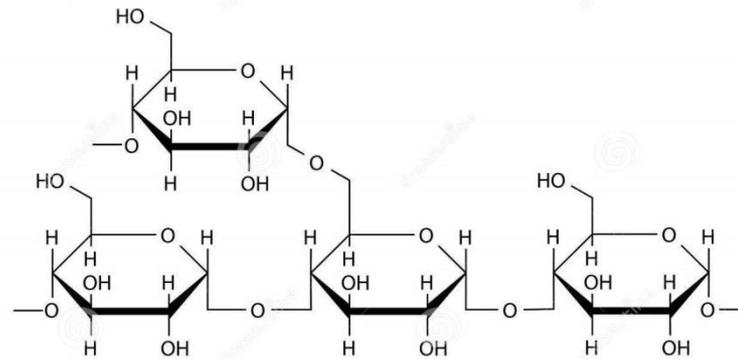
- * L'amido rappresenta il sistema di stoccaggio del glucosio delle piante.



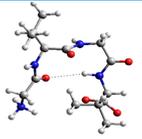
- * L'amido in realtà è costituito da una miscela di polimeri che si differenziano non per il tipo di monomero ma per il tipo di legame tra i monomeri:
- * amilosio a catena lineare;
- * Amilopectina a catena ramificata



Amylose



Amylopectin



♠ Le bioplastiche basate sull'amido sono un prodotto sviluppato in Italia. Il marchio registrato è il

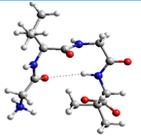


♠ E' attualmente sviluppato anche da molte altre aziende europee e mondiali: Bioplast, etc

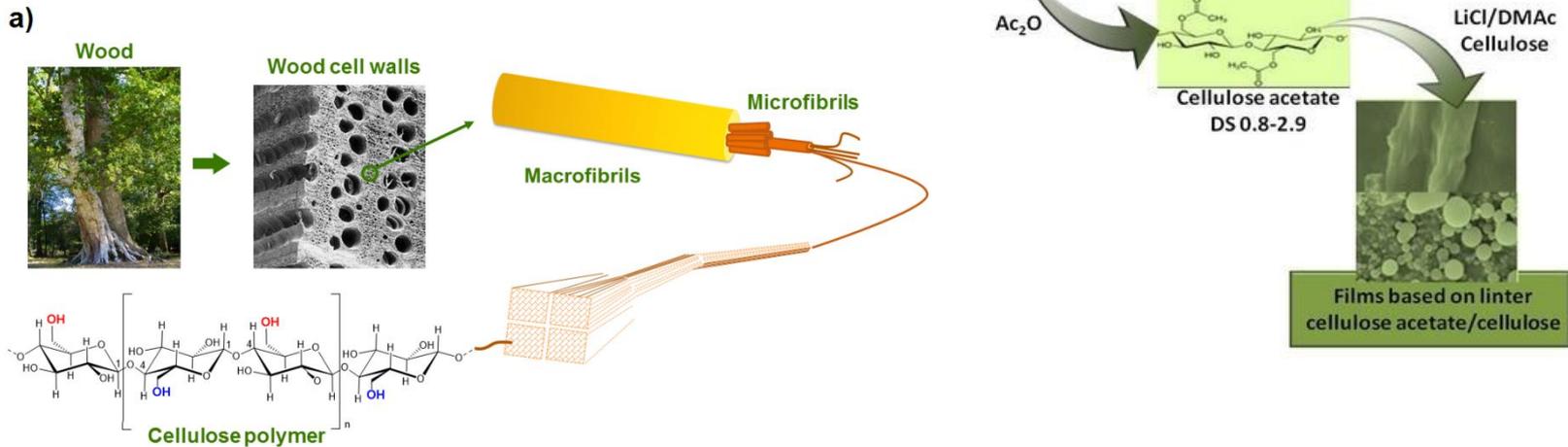


- * ~75% dell'amido di mais industriale è usato come adesivo nell'industria cartaria.
- * L'Amido assorbe fino a mille volte il suo peso in umidità ed è quindi usato nei pannolini.
- * La Plastica basata sull'amido è usata essenzialmente negli imballaggi e nelle buste per la spesa.

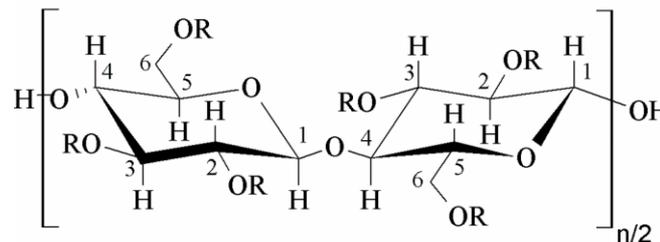




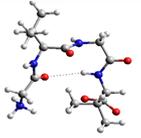
- * Il cotone contiene il 90% di cellulosa
Il legno ne contiene il 50%



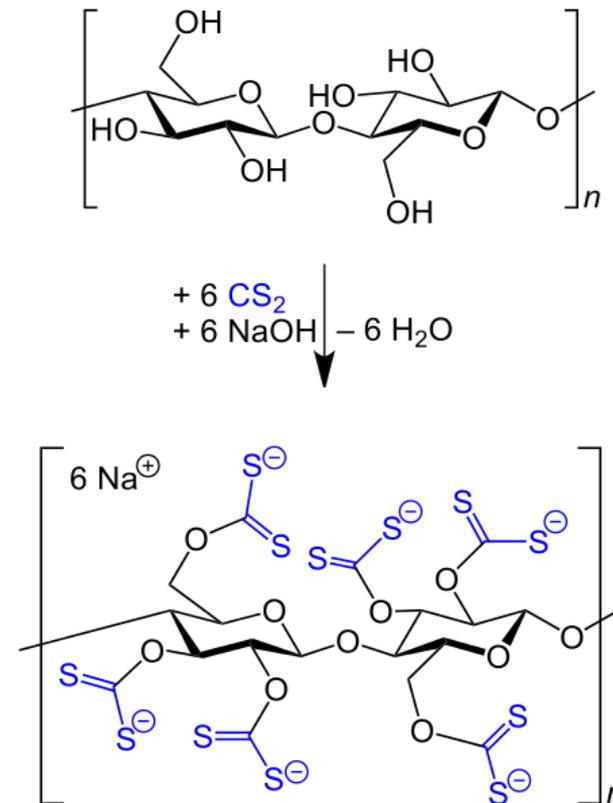
- * La cellulosa e i suoi derivati sono utilizzati in numerose applicazioni.

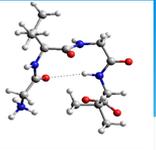


Cellulose ethers	R groups
Methylcellulose	H, CH ₃
Ethylcellulose	H, CH ₂ CH ₃
Hydroxyethylmethylcellulose	H, CH ₃ , [CH ₂ CH ₂ O] _n H
Hydroxypropylcellulose	H, [CH ₂ CH(CH ₃)O] _n H
Carboxymethylcellulose	H, CH ₂ COONa



- * La viscosa è un fibra tessile artificiale di origine naturale che conferisce ai tessuti lucentezza simile alla seta .

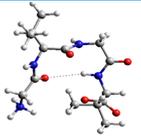




Il cellophane

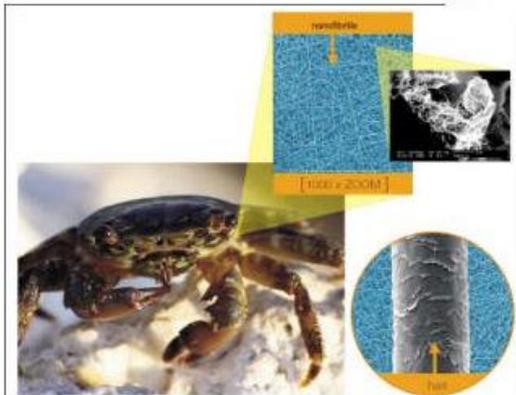
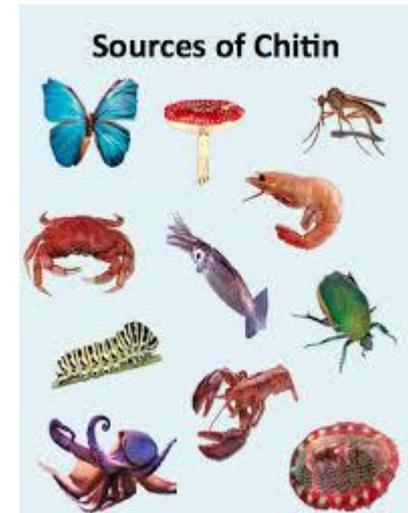
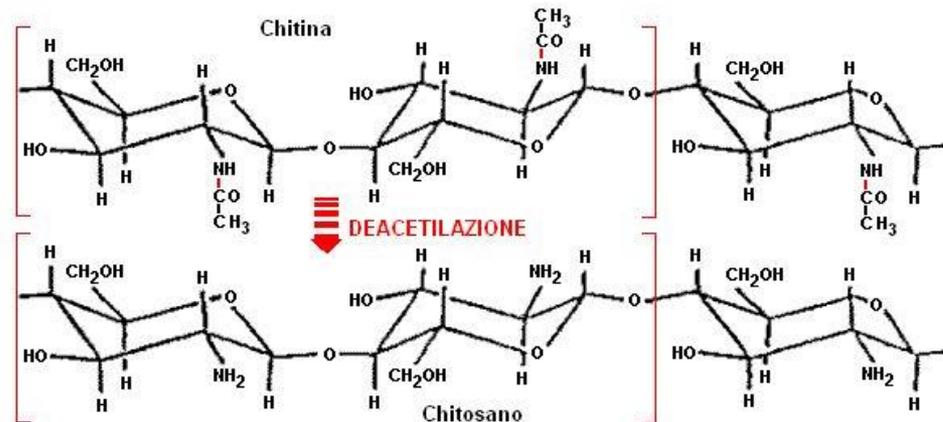


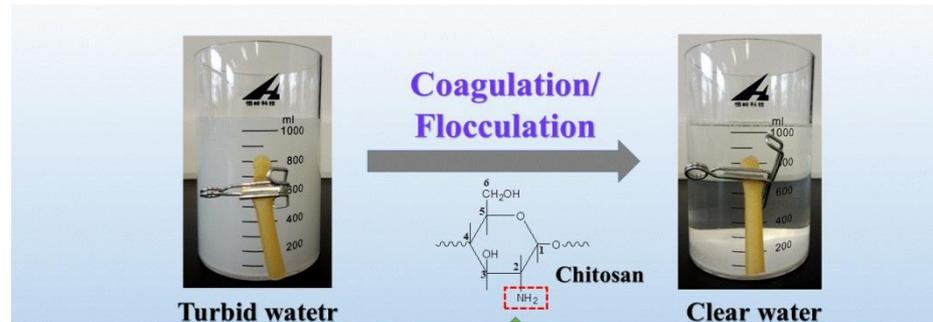
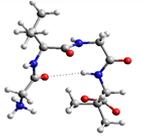
Acetato di cellulosa



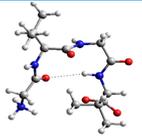
La chitina è il componente principale dell'esoscheletro di insetti e crostacei, delle pareti cellulari dei funghi e batteri. E' un polisaccharide naturale costituito da N-acetil glucosamina. Può fornire il derivato, chitosano.

CHITINA





- * Il chitosano forma un film biocompatibile resistente, idrofilo e permeabile all'ossigeno per cui viene usato come benda .
- * Chitosano è usato nella cosmesi e come veicolo per farmaci anche antitumorali.
- * Chitosano avendo cariche positive in soluzioni acquose è usato come agente flocculante per purificare l'acqua e renderla potabile.



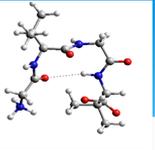
* L'acido Polilattico è il polimero biodegradabile attualmente più usato.

- * Cups
- * Packaging
- * Containers, Food
- * Food Service Applications
- * Bottles
- * Tableware, Disposable
- * Outdoor Applications
- * Biomedical Applications

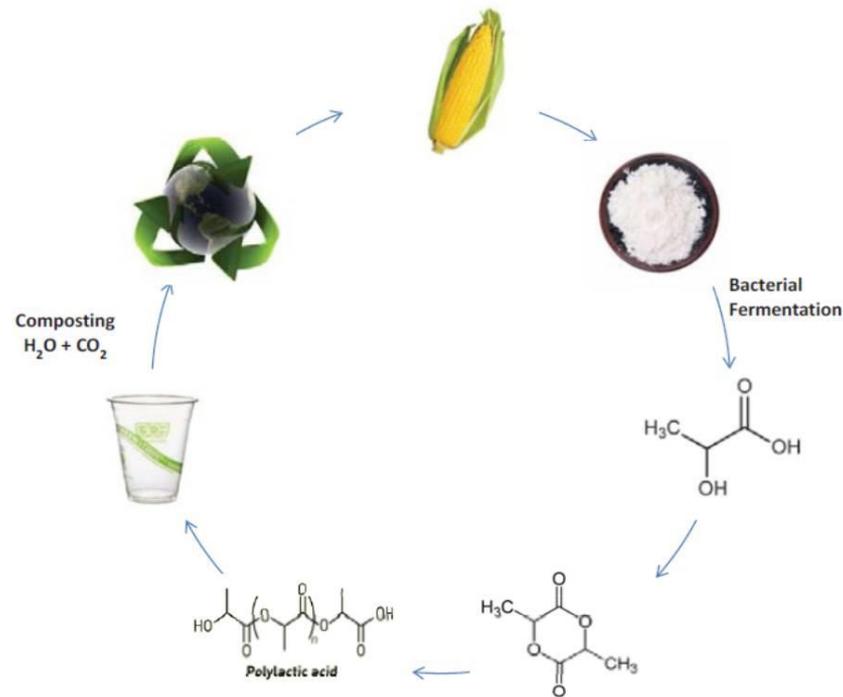


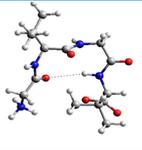
PLA Pellets





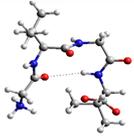
- * Si ottiene per polimerizzazione dell'acido lattico, prodotto principalmente per via fermentativa dallo zucchero.



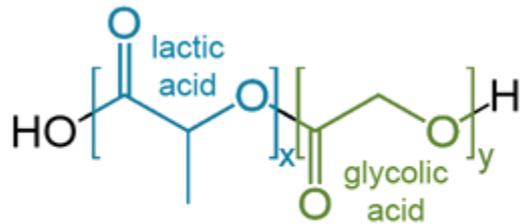


Gli inchiostri per le stampanti 3D sono in genere costituite da PLA

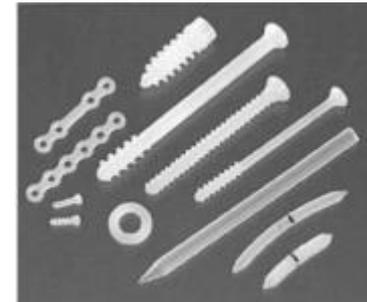
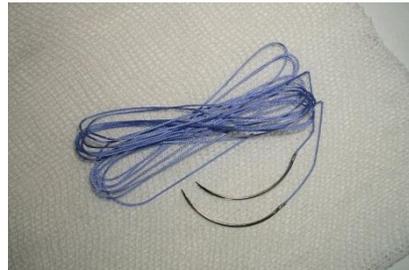


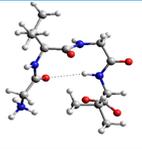


- * Copolymers of lactic acid and glycolic acid are used in sutures, controlled drug release, and as prostheses in orthopedic surgery



x and y indicate the number of times each unit repeats.



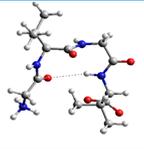


Il PLA è stabile a condizioni ambientali standard quali quelle normali di tutti i giorni (20°).

Il PLA si degrada per idrolisi a temperature superiori a 65° ed umidità superiore al 20%, per cui i tempi di biodegradazione possono variare notevolmente in relazione alle condizioni ambientali.

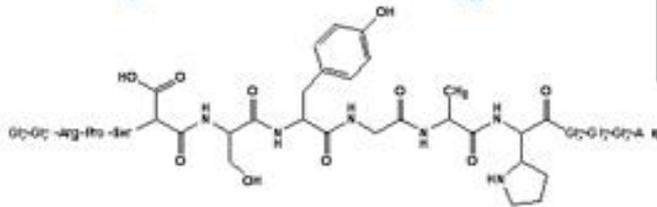
In condizioni di compostaggio ottimali di 65° e 95% umidità, quali quelle dei normali compostatori industriali, i manufatti in PLA si degradano in 50 giorni.

I tempi si allungano a 120 giorni in un compostatore domestico alla temperatura di 40°



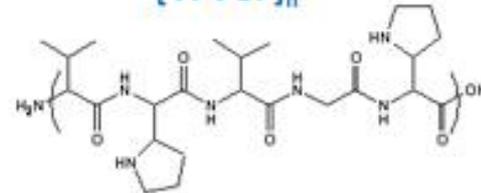
Resilin

- Elastomer
- Energy storage
- Tyrosine cross-links, controllable



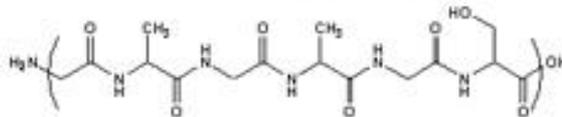
Elastin

- Elastomer
- Inverse temperature transition, controllable (temp, pH, etc.)



Silks

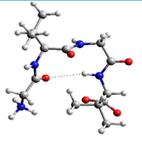
- Tough material
- Physical cross-links



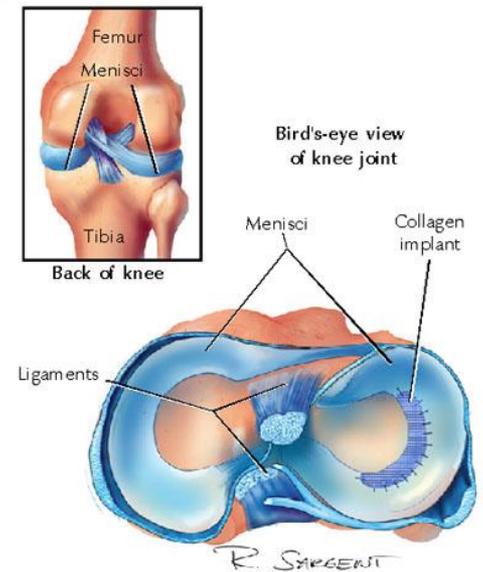
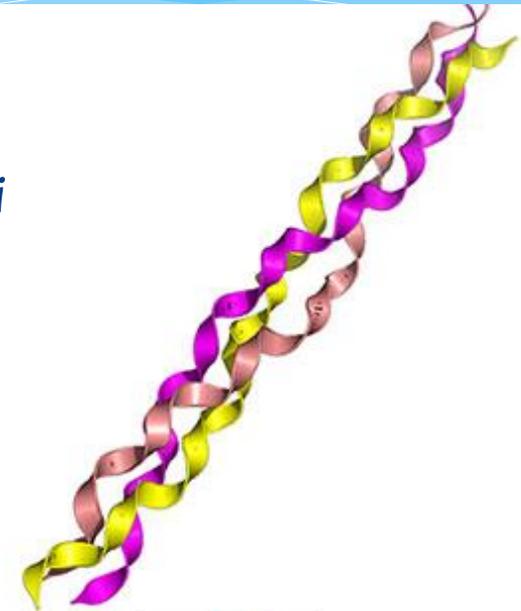
Collagens

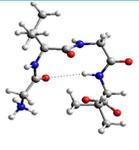
- Structural hierarchy
- Cell signaling
- Thermal transitions





- ❖ *Componente fondamentale della Matrice extracellulare. Conferisce sostegno strutturale agli organi e tessuti. Ha una caratteristica struttura a tripla elica.*
- ❖ *Collagene.....è un ottimo biomateriale perchè non-tossico e con minima risposta immunitaria.*
- ❖ *Può essere prodotto in diverse forme :*
 - ❖ *Spugne porose, gel, e film.*
- ❖ *Le principali applicazioni:*
 - ❖ *chirurgia, dispositivi per il rilascio dei farmaci, impianti protesici e nell'ingegneria tissutale.*





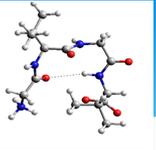
UNIBAS

LABIM

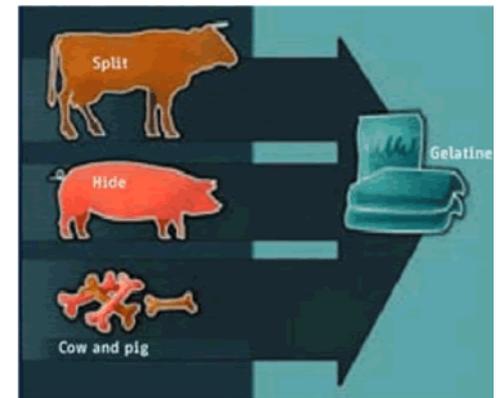
Integratore utile?

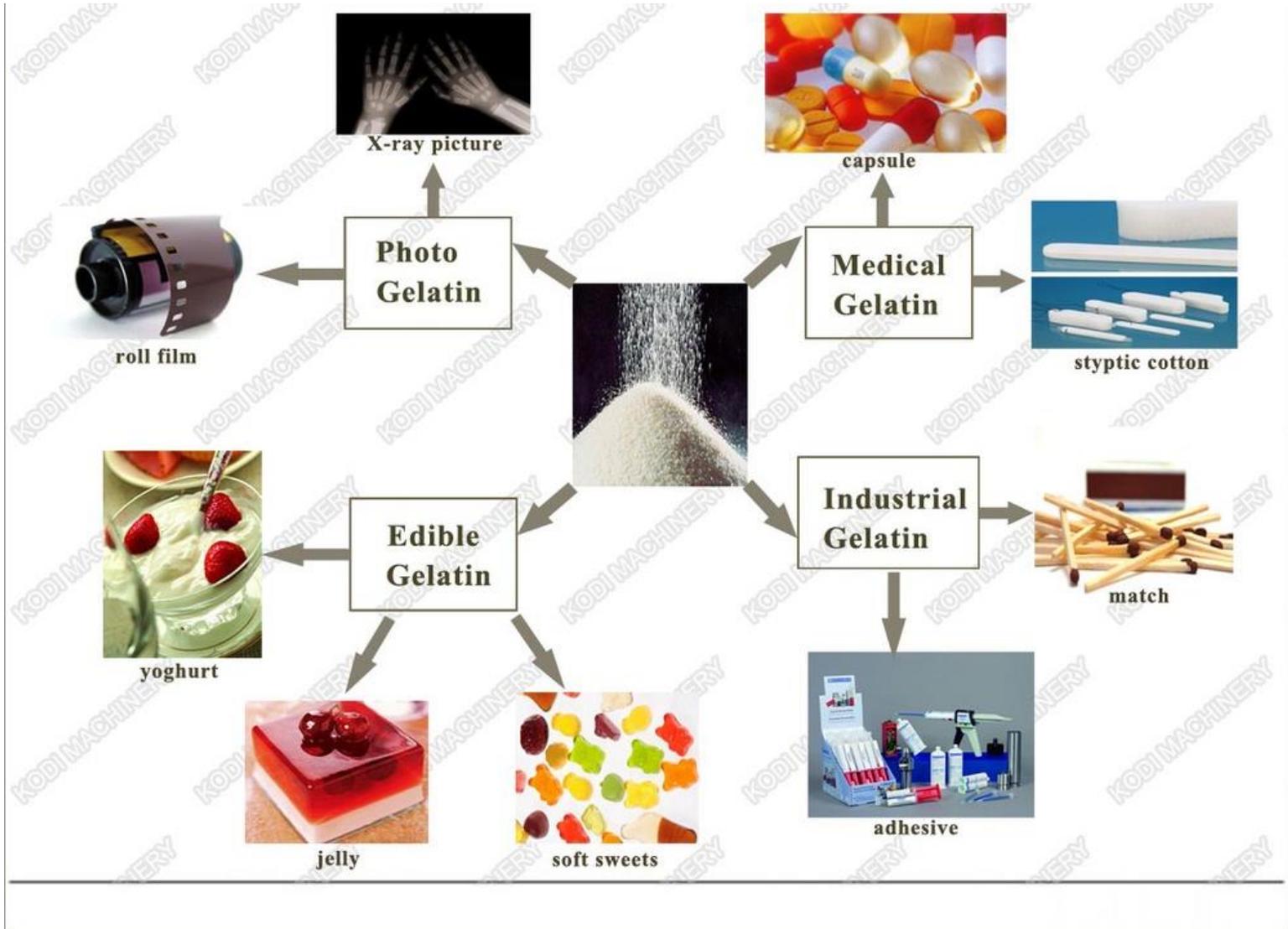
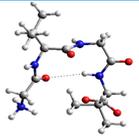


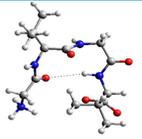
Non fanno male ma forse è meglio mangiare un pò di carne



- Gelatina è la forma idrolizzata del collagene.
- Gelatina è una miscela di peptidi prodotti per parziale idrolisi del collagene stratto dalla pelle, dalle ossa di animali come il suino, il bue, vitello, cavallo e pesce. .
- Gelatina si scioglie molto facilmente in acqua calda ma gelifica con il raffreddamento della soluzione (effetto brodo di pollo).



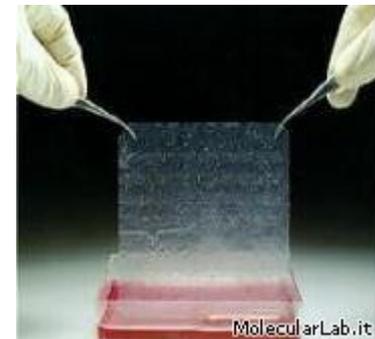
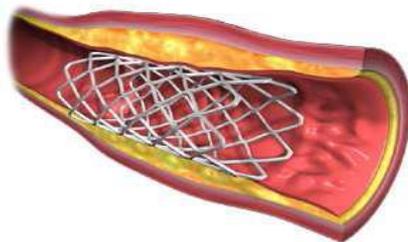
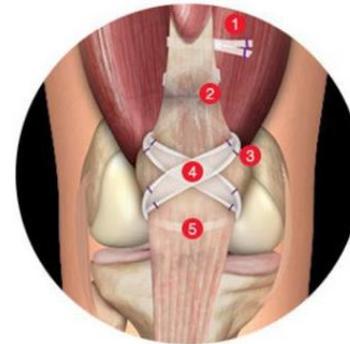
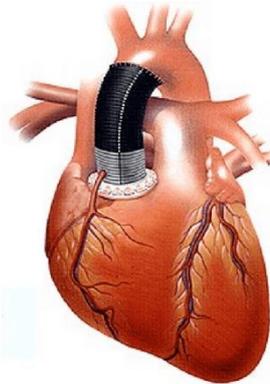


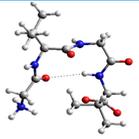


“ Materiale concepito per interfacciarsi con i sistemi biologici per valutare, dare supporto o **sostituire** un qualsiasi tessuto, organo o funzione del corpo” (II° *International Consensus Conference on Biomaterials, 1991-Chester, U.K.*).



(immagine concessa da Lima-Lto SpA)





Titanio: biomateriale o no?



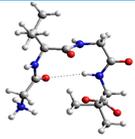
NO



Protesi di ginocchio

SI

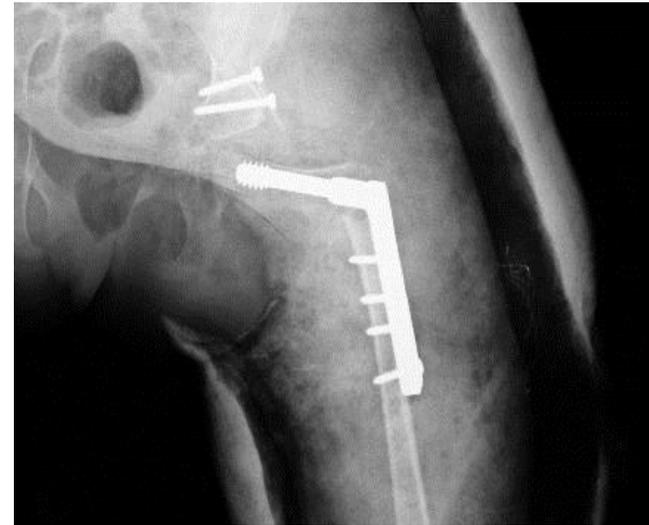
Non dipende dal materiale di per sè, ma dipende dalla **funzione**



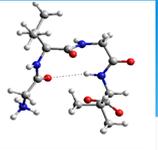
Acido Polilattico (PLA): biomateriale sì o no?



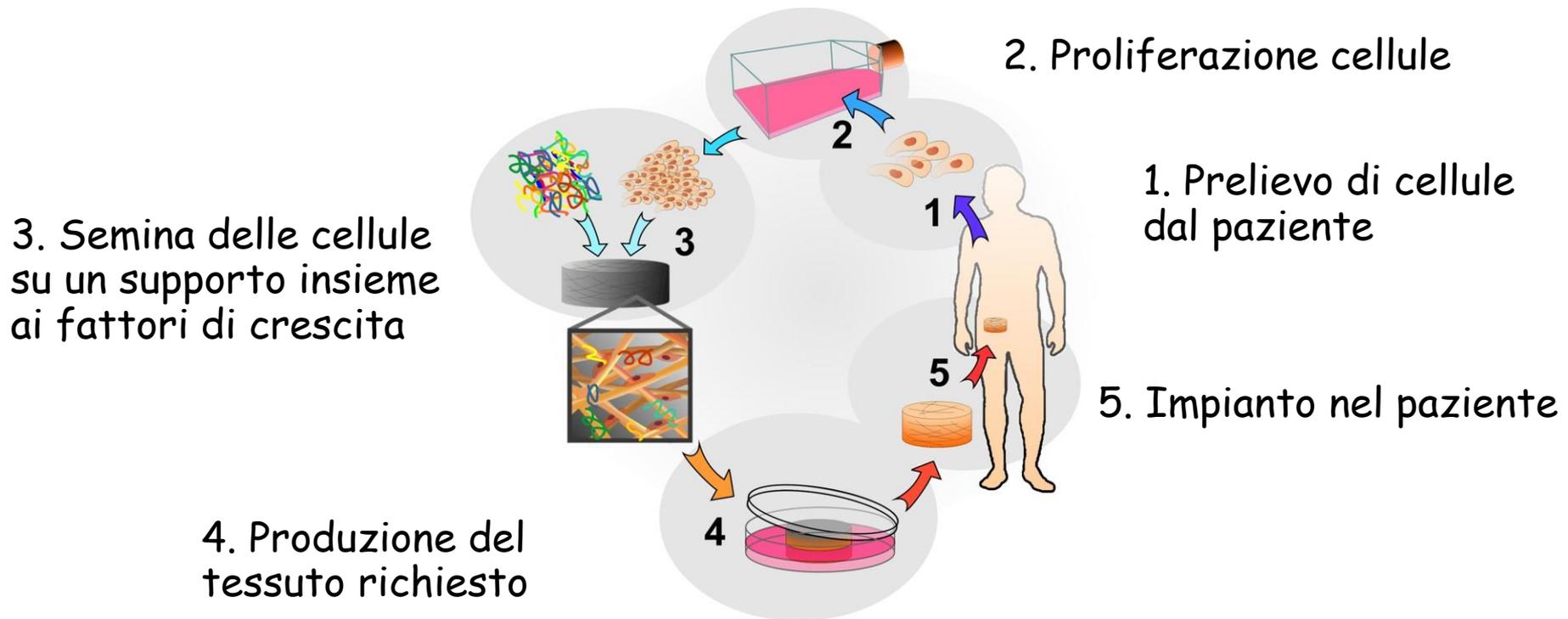
NO



SI



L'ingegneria dei tessuti nasce come tentativo di costruire tessuti ed organi al di fuori del corpo umano

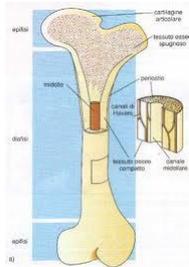


Ingegneria dei tessuti

- Pelle



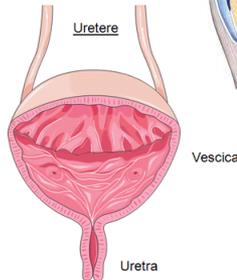
- Ossa



- Cartilagine



- Vescica



- Vasi sanguigni



Esigenze cliniche

Pelle

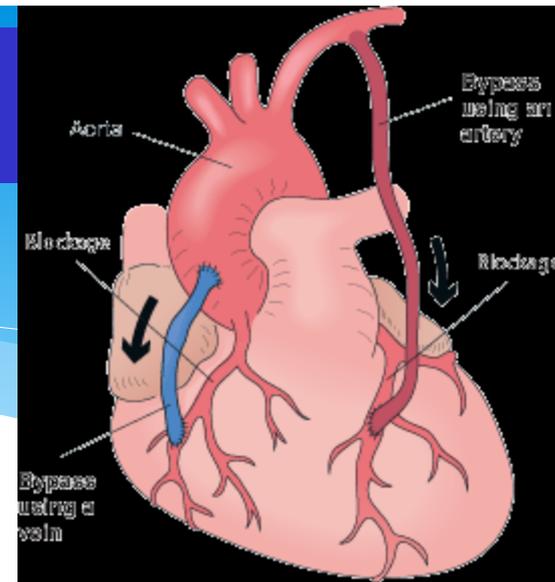
- Ustioni

Apparato scheletrico

- Fratture scomposte
- Degenerazione osteoarticolari
- Resezione tumorale

Sistema nervoso

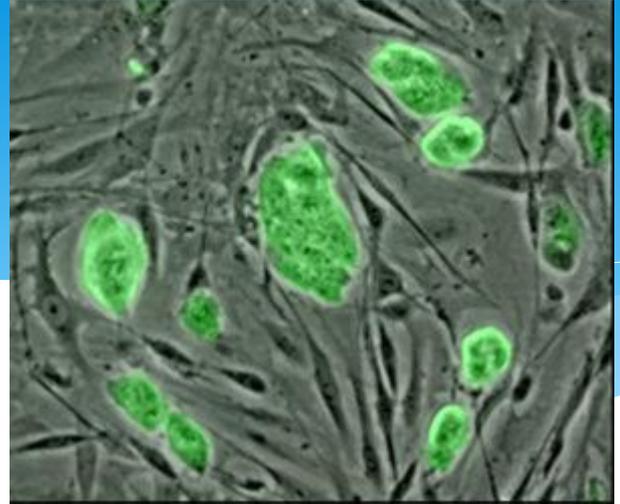
- Danno alla spina dorsale
- Malattie degenerative



Componenti fondamentali dell'INGEGNERIA TISSUTALE

- Cellule
- Matrice o Supporto tridimensionale
- Citochine e fattori di crescita

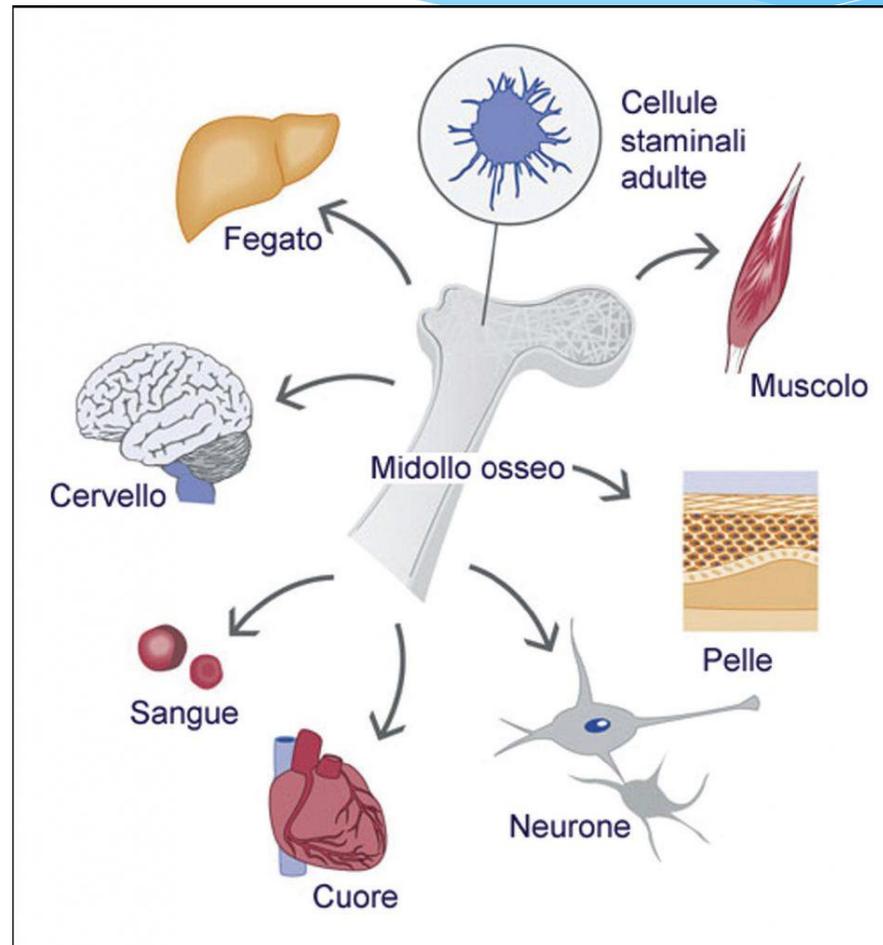
- Cellule staminali adulte:



- Si trovano nel:
 - Cordone ombelicale
 - Cervello, cornea, retina, cuore, tessuto adiposo, midollo osseo, vasi sanguigni, muscoli, ed intestino.

Cellule staminali

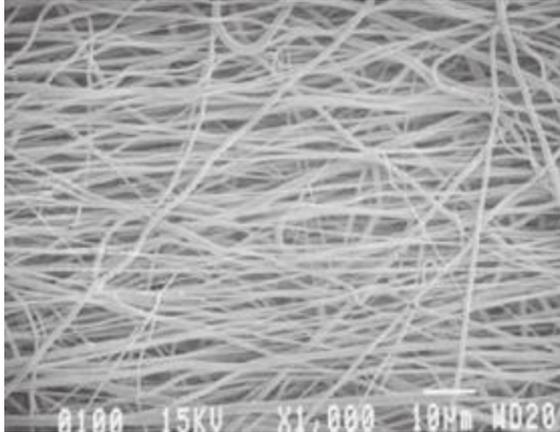
Sono cellule multipotenti che hanno la capacità di differenziarsi sia in vivo che in vitro in osteoblasti, condrociti, miociti, e molti altri tipi di cellule.



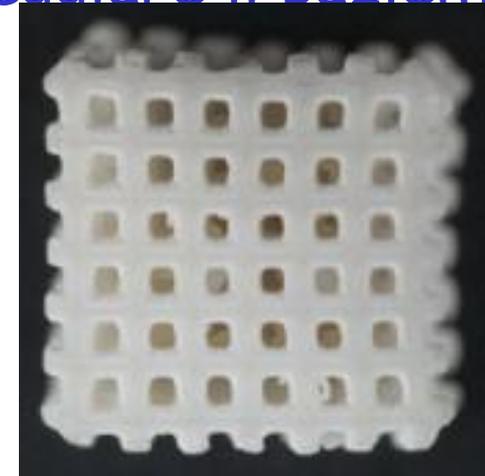
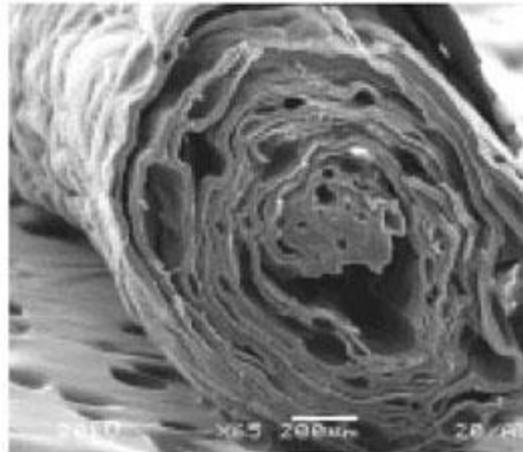
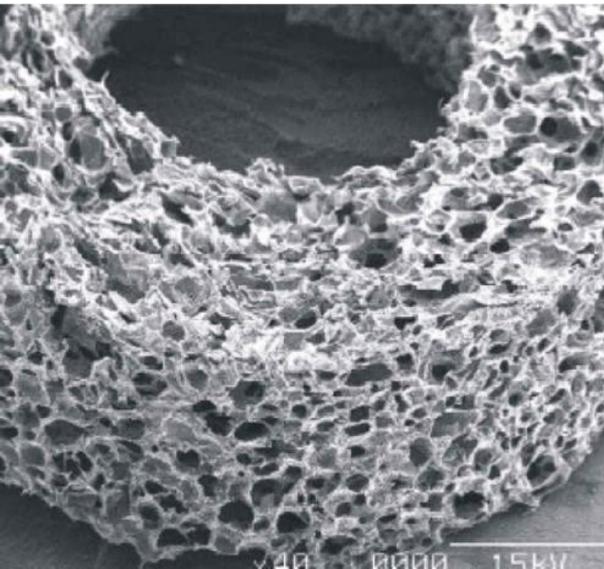
Componenti fondamentali dell'INGEGNERIA TISSUTALE

- Cellule
- Matrice o Supporto tridimensionale
- Citochine e fattori di crescita

Supporto tridimensionale di sostegno

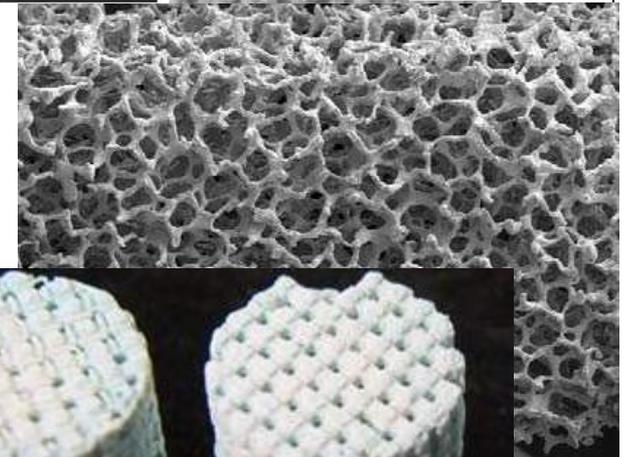
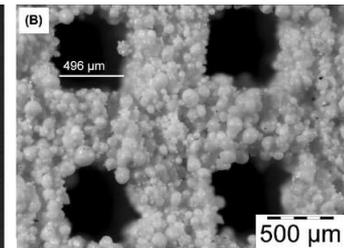
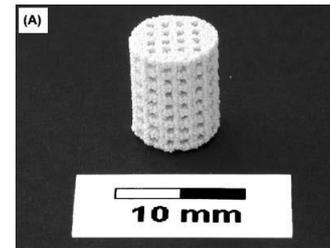
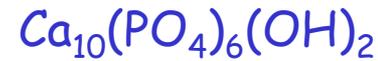


- Sono costituiti da differenti materiali e tessiture
- Devono favorire la crescita cellulare
- Devono favorire la permeazione di nutrienti
- Non devono danneggiare il paziente

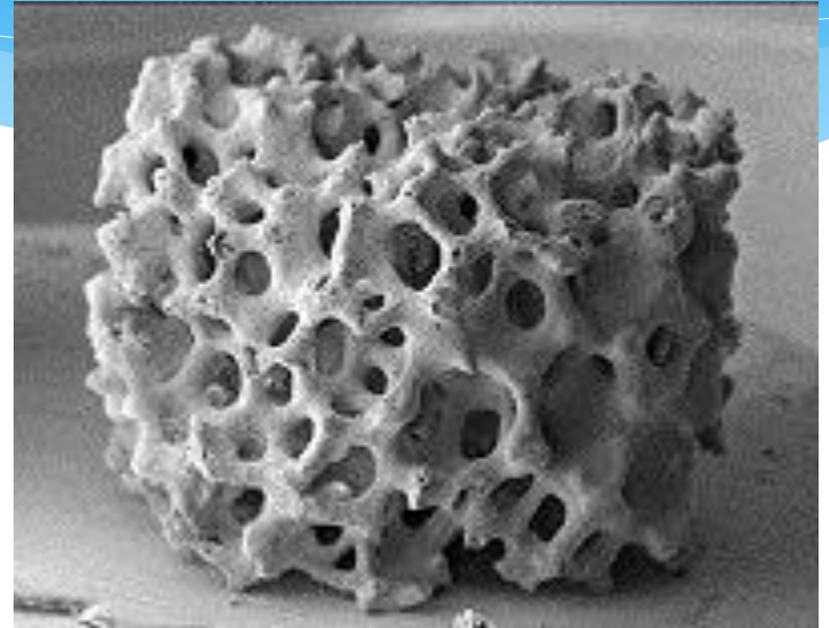


Materiali di origine naturale:

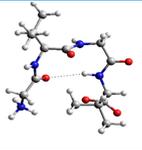
- Biopolimeri
 - Collagene/gelatina
 - Elastina
 - Acido polilattico
 - Alginati/chitosano
 - Matrice decellularizzata
- Ceramiche
 - Hydroxyapatite
 - Calcium phosphate
 - Biovetro



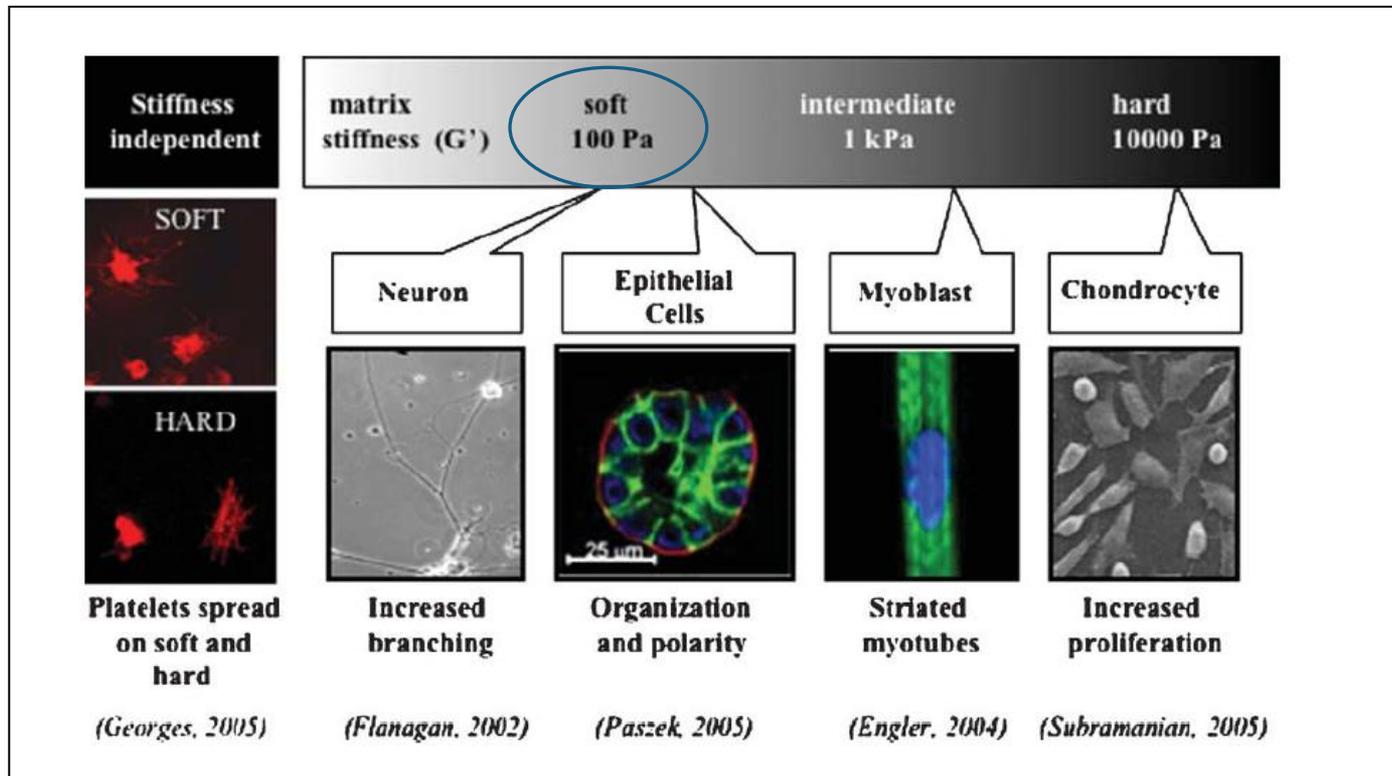
Supporto per rigenerazione ossea



- Hydroxyapatite
- Calcium phosphate
- Biovetro



La scelta del biomateriale da usare per la produzioni di matrici per l'ingegneria tissutale dipende dal tessuto che si vuole "costruire"



Collagene ed Elastina

Fibre di Collagene:

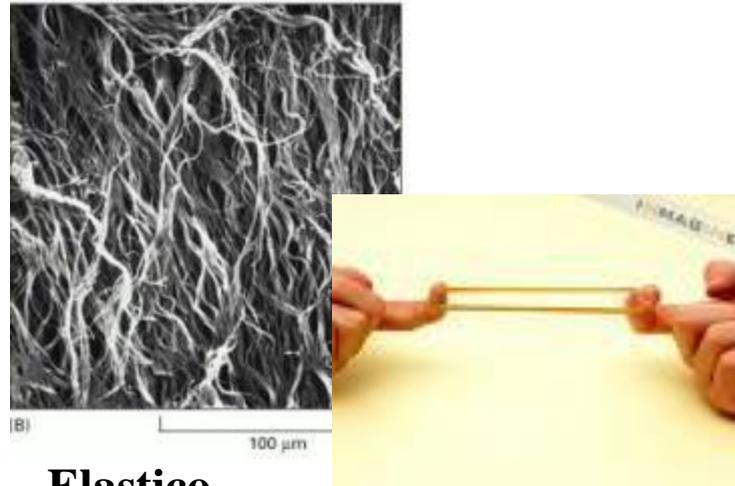


- Collagene conferisce resistenza e rigidezza (resistenza alla trazione del collagene 5-500 Mpa; acciaio 325 MPa)
- L'elastina conferisce elasticità ai tessuti (Può essere allungata fino al 100%)

Acciaio:

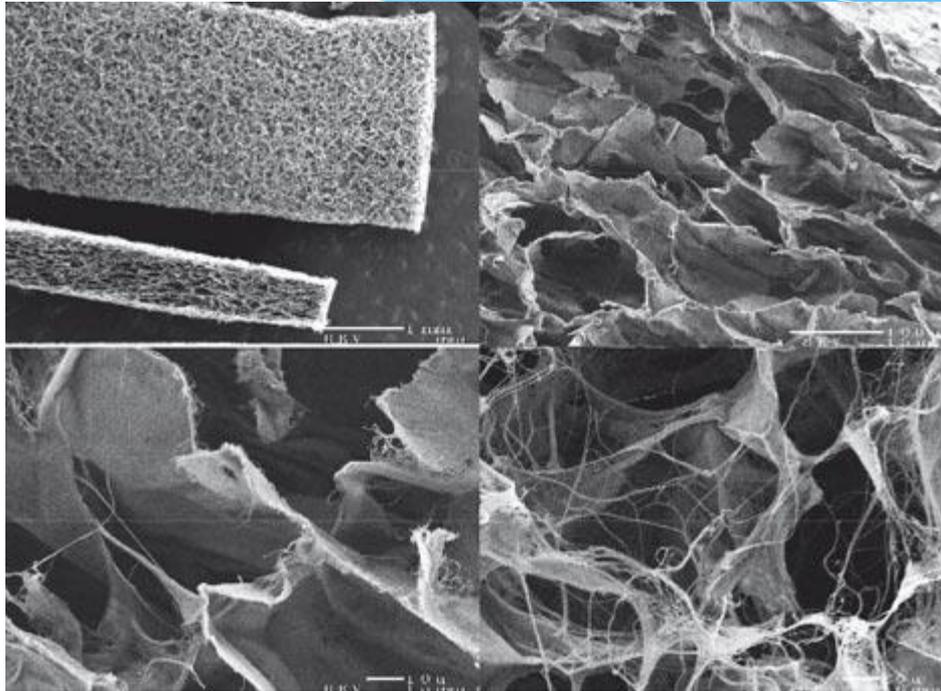


Fibre di elastina:



Elastico

Esempi di matrici costituite da collagene



BIOMATERIALI ispirati all' ELASTINA

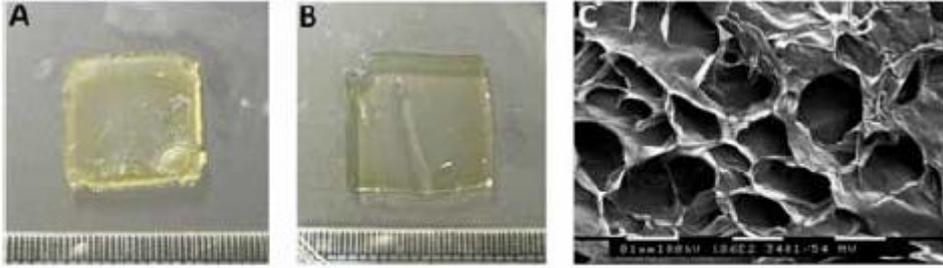


Fig. 4. Synthetic human elastin hydrogels (A) formed from the cross-linking of rhTE and (B) after hydration in phosphate buffered saline. (C) Hydrogel surface porosity shown by scanning electron microscopy

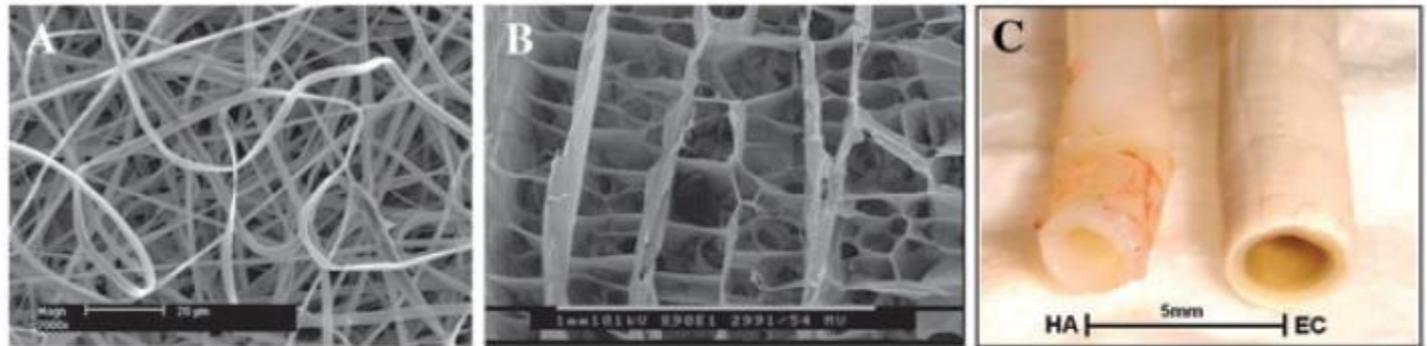
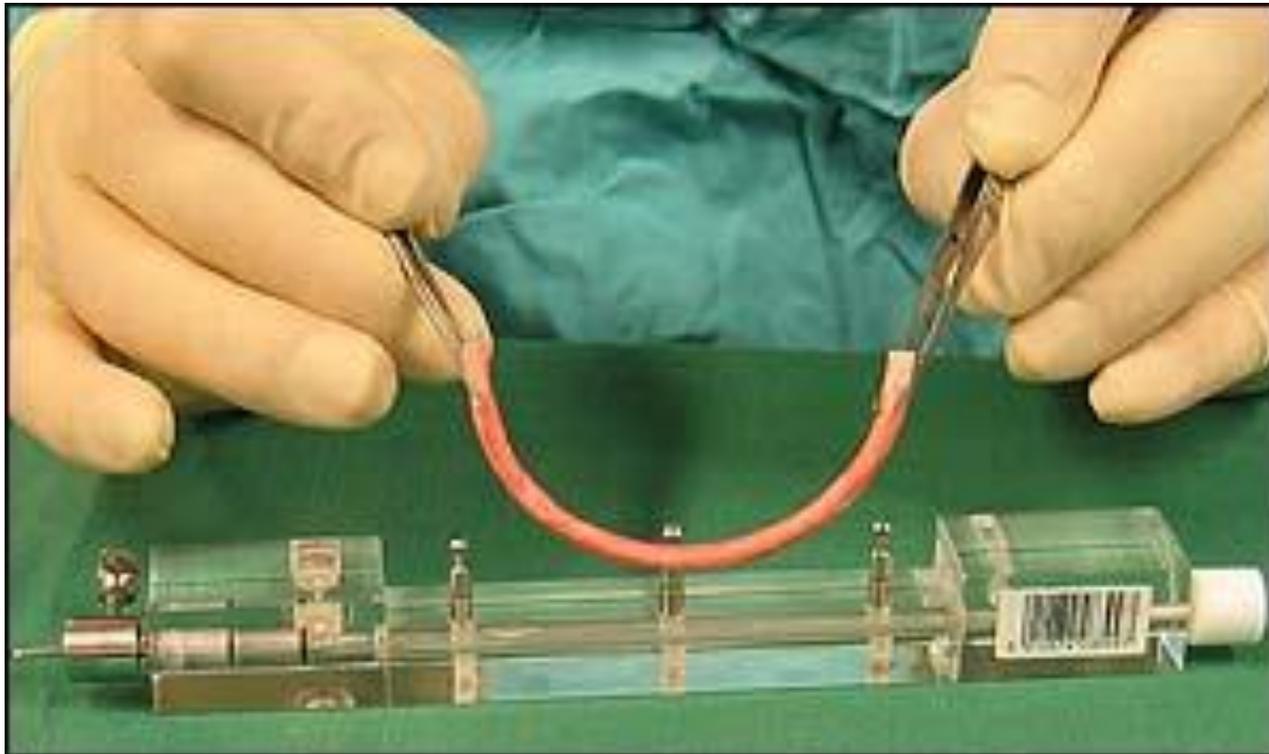


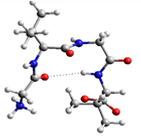
Fig. 1 Synthetic elastin tissue engineered constructs. Scanning electron microscopy images of (A) synthetic elastin electrospun fibers and (B) hydrogel. (C) Digital image of an electrospun conduit (EC) compared to a human artery (HA).

Vasi artificiali

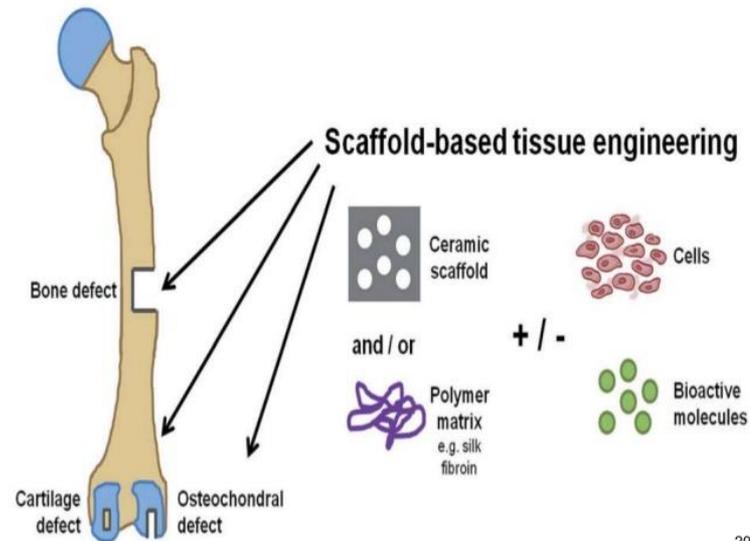


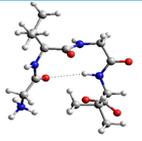
<http://popularmechanics.com/popmechan/sci/tech/9805TUMDOM.html>





Ricostruzione Ossea



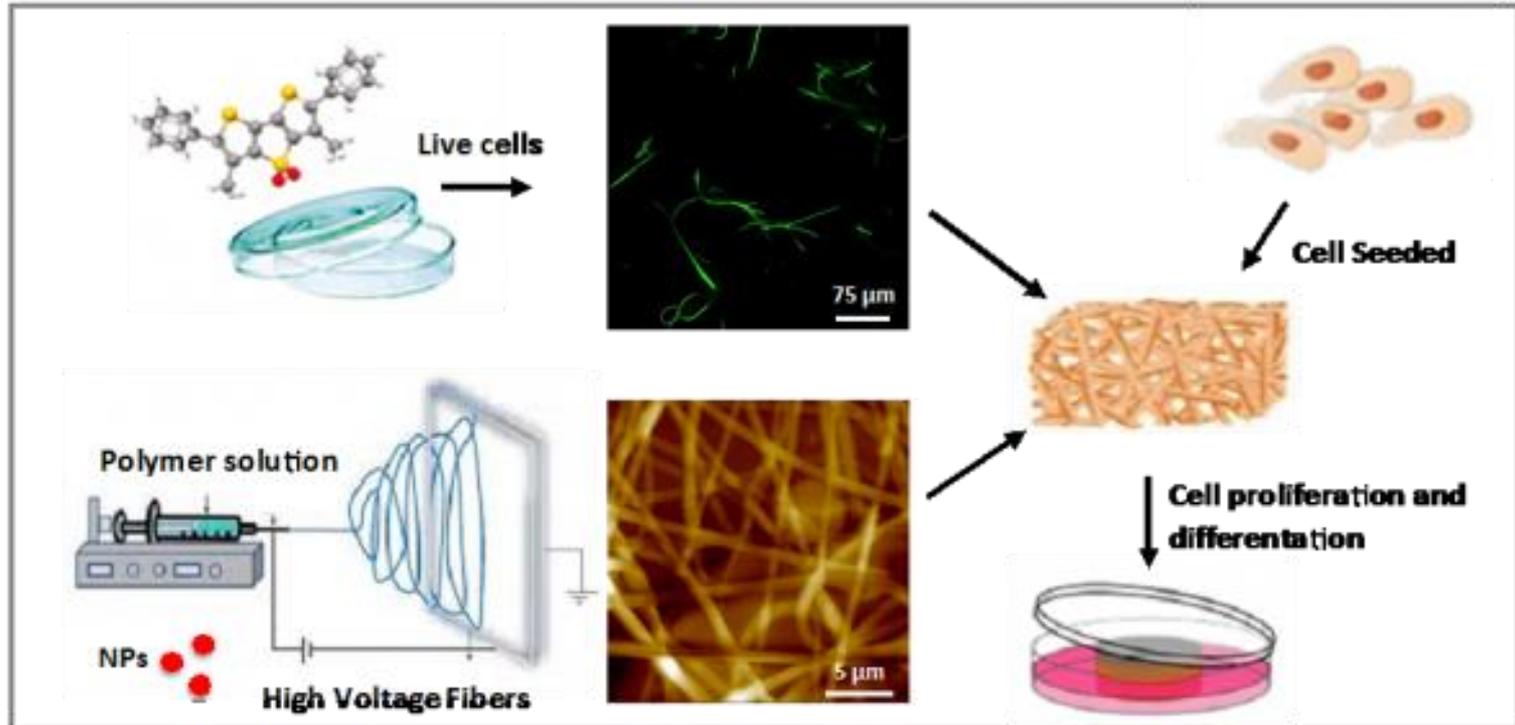
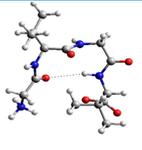


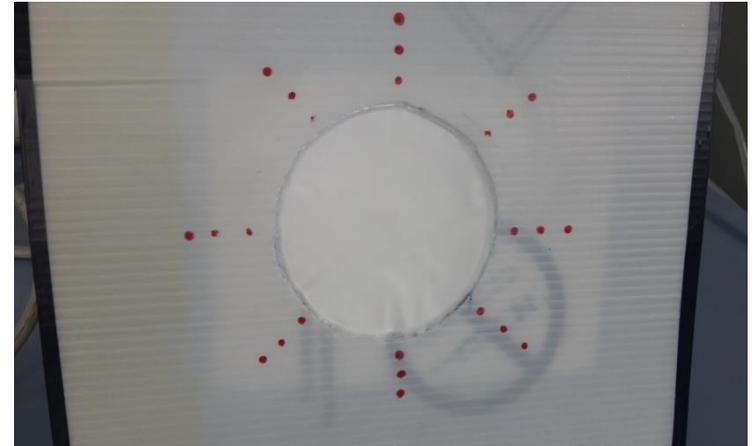
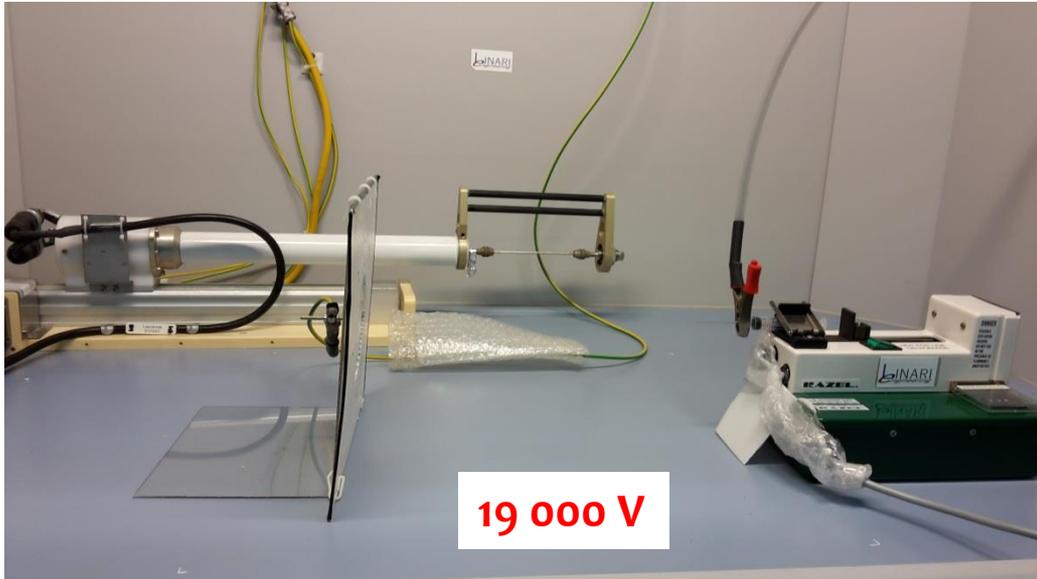
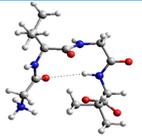
**Gelatina
(Ge)**

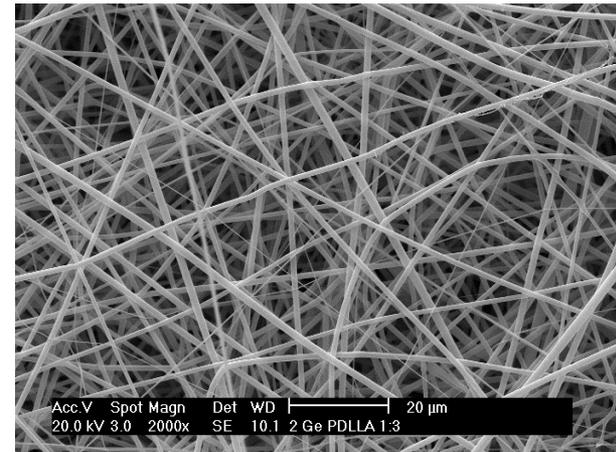
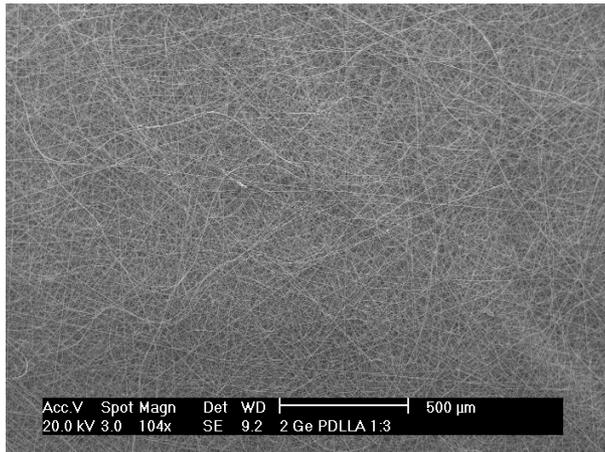
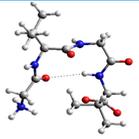
**Acido Poli-
lattico
(PDLLA)**

**Biovetro
(RKKP)**

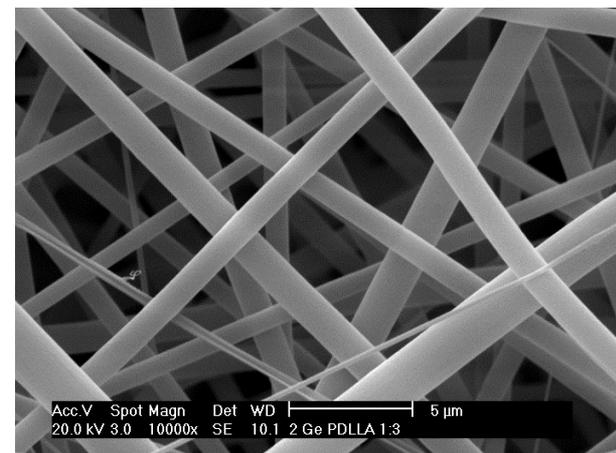
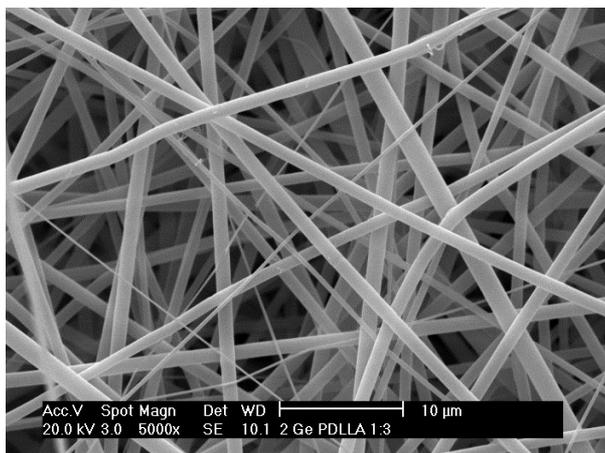


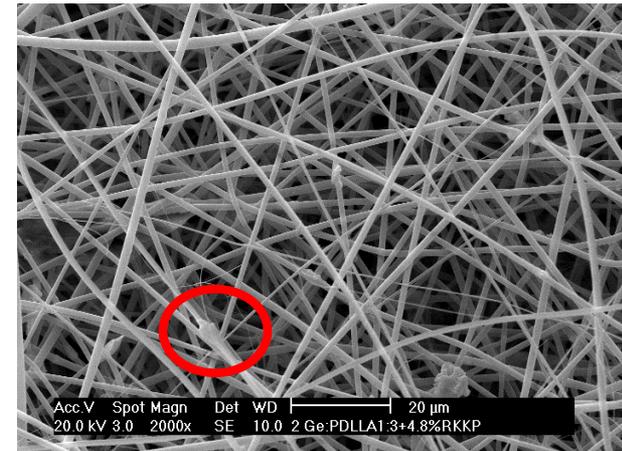
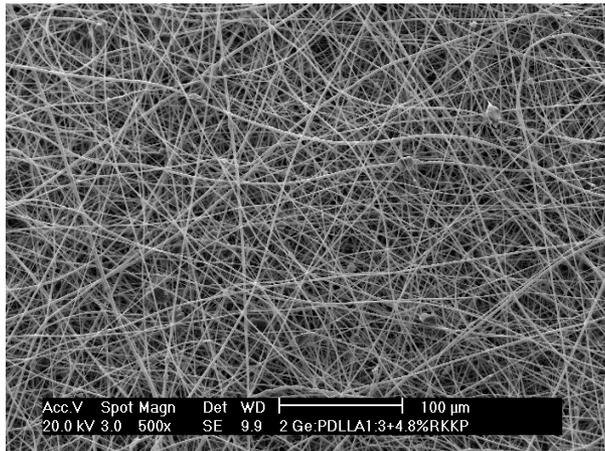
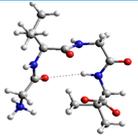




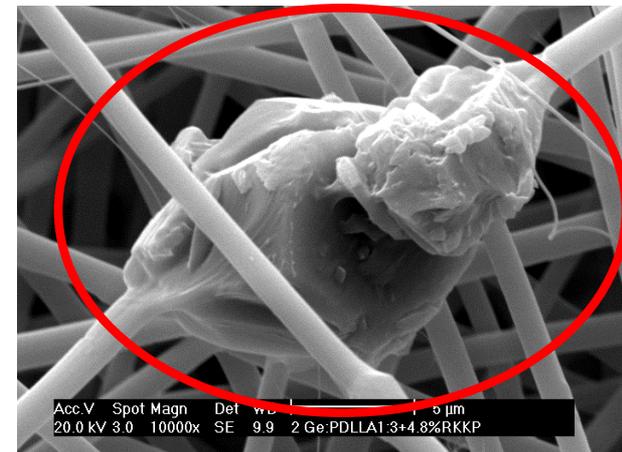
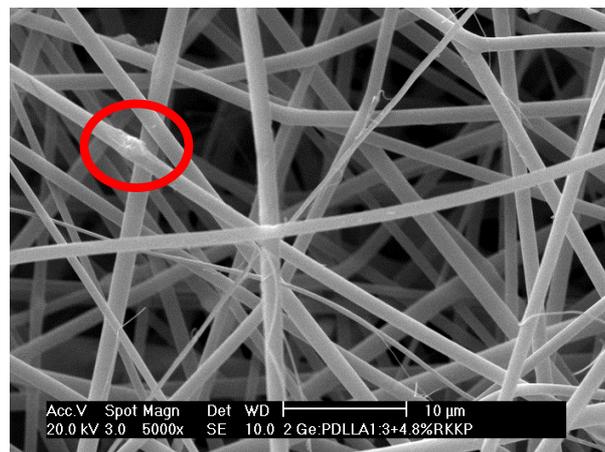


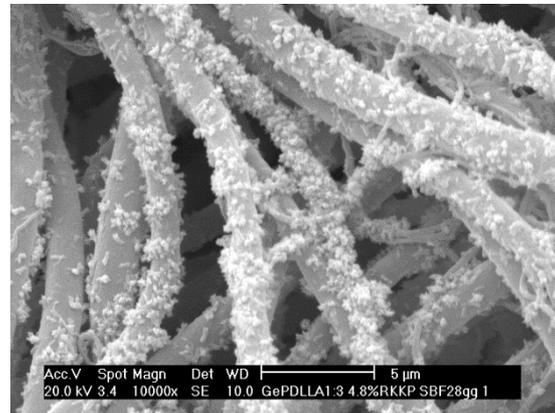
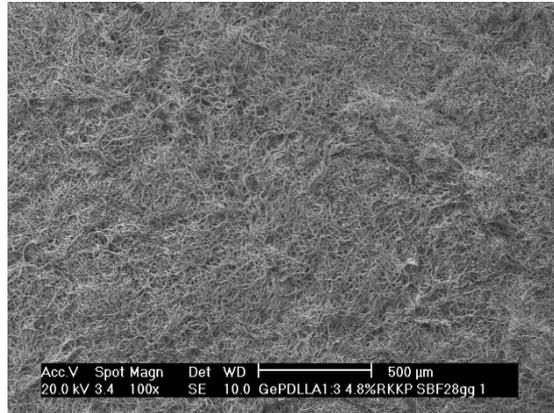
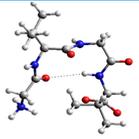
Ge:PDLLA 1:3



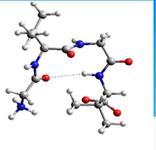


Ge:PDLLA 1:3 +4.8%RKKP

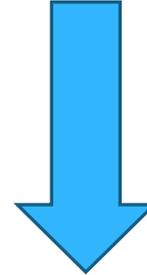




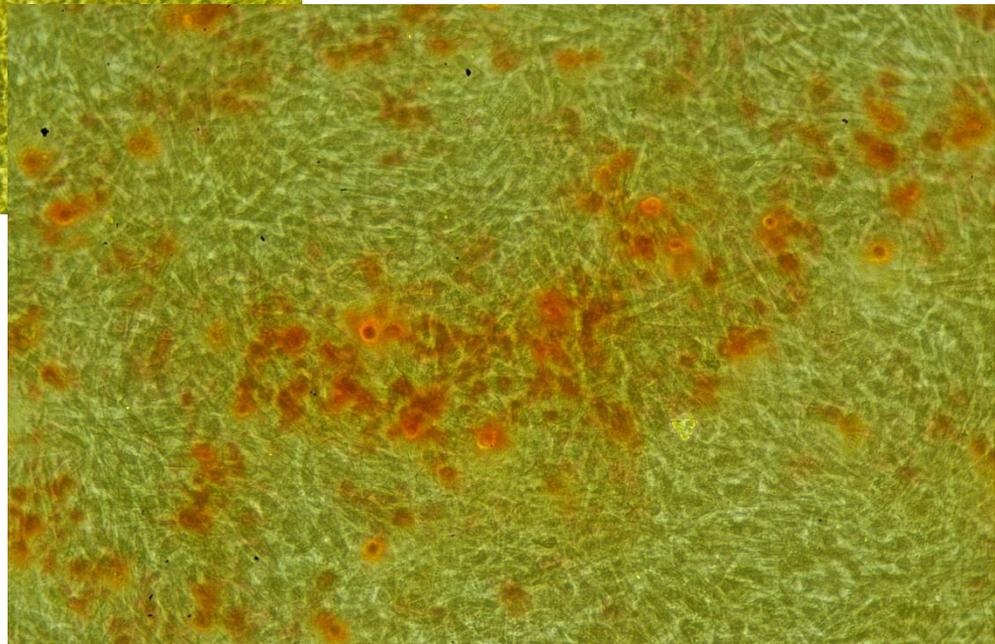
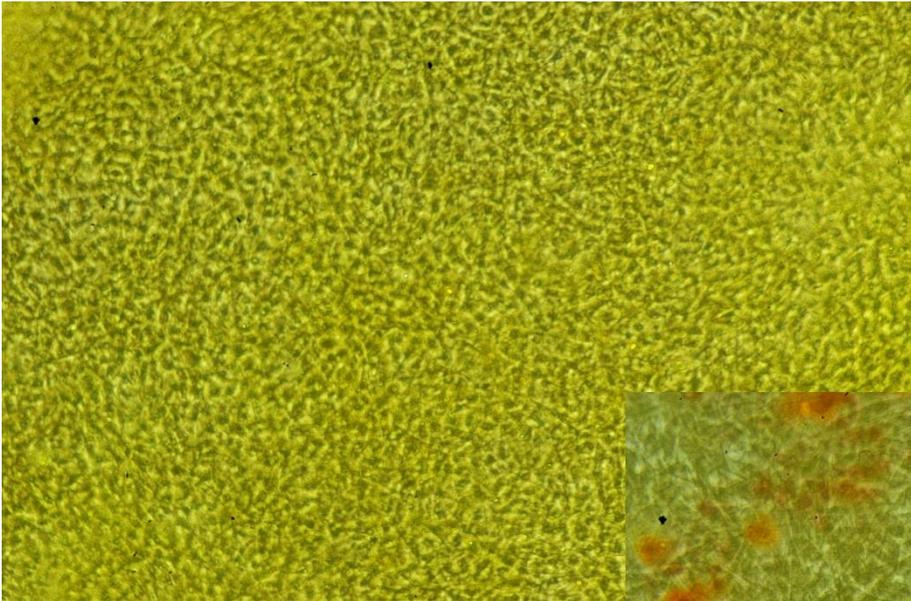
La presenza del biovetro favorisce la calcificazione della matrice

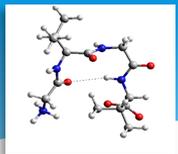


Cellule staminali



Osteoblasti: favoriscono depositi di calcio



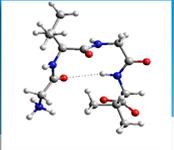


***Chiedete informazione:
Laboratory of BioInspired Materials-
Università della Basilicata
Via Ateneo Lucano 10***

Lab website: <http://bioinspiredmaterials.jimdo.com>

Email: labchimprot2016@gmail.com

Antonietta Pepe: antonietta.pepe@unibas.it



“Trattiamo bene la terra su cui viviamo: essa non ci è stata donata dai nostri padri, ma ci è stata prestata dai nostri figli.”

Proverbio Masai