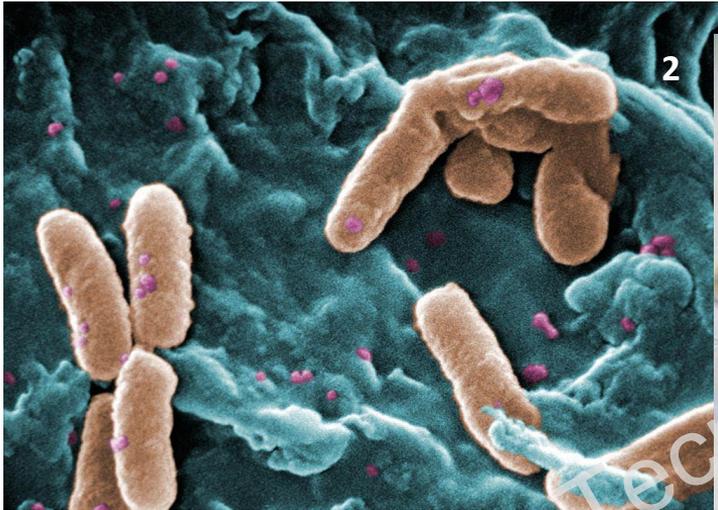


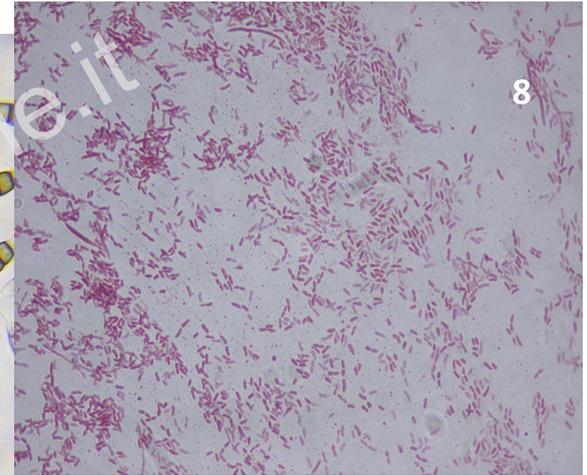
# Matrici ambientali e inquinamento



*Pseudomonas aeruginosa*



*Pestalotiopsis microspora*



*Pseudomonas fluorescens*

**ACQUA E SUOLO**: le specie microbiche in grado di contenere i problemi dell'inquinamento da plastica e petrolio

**SPECIE  
MICROBICHE  
UTILI PER  
COMBATTERE  
L'INQUINAMENTO  
NELLE ACQUE**

**INDICE**

Photo credits

Foto in copertina

- a Corso d'acqua inquinato
  - b Incidente con petroliera
-

# Microbi e plastica

BiotechnologieSanitarie.it

# Microbi e plastica

BioTechnologieSanitarie.it

In queste pagine ci occuperemo di:

[mangiatori di nylon](#)

[mangiatori di poliuretano](#)

[mangiatori di stirene](#)

[mangiatori di polipropilene](#)

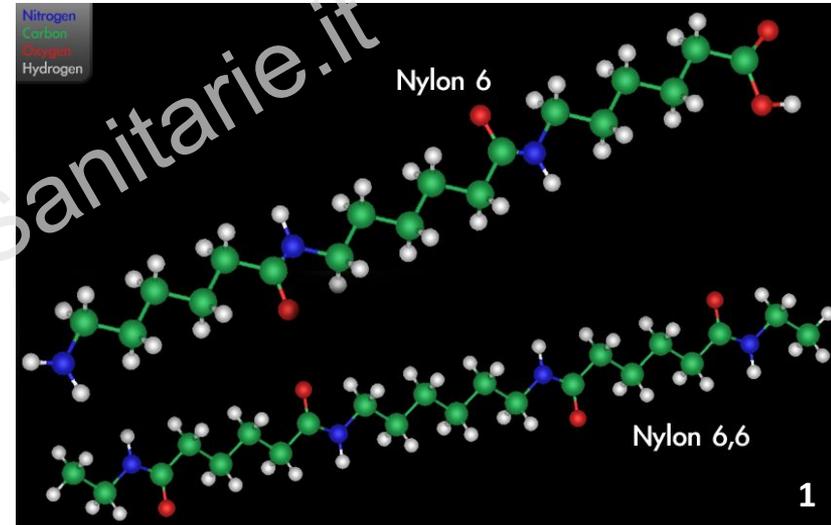
[mangiatori di PVC](#)

[mangiatori di PE](#)

# Microbi e plastica: mangiatori di nylon

## I mangiatori di nylon

**1975**. Un gruppo di scienziati giapponesi studia le acque reflue di una fabbrica di [nylon](#) che scarica in uno stagno.



Nylon 6 e nylon 6,6  
Azoto in blu, carbonio in verde, ossigeno in rosso e idrogeno in bianco.

Per gli approfondimenti: [nylon](#)

# Microbi e plastica: mangiatori di nylon

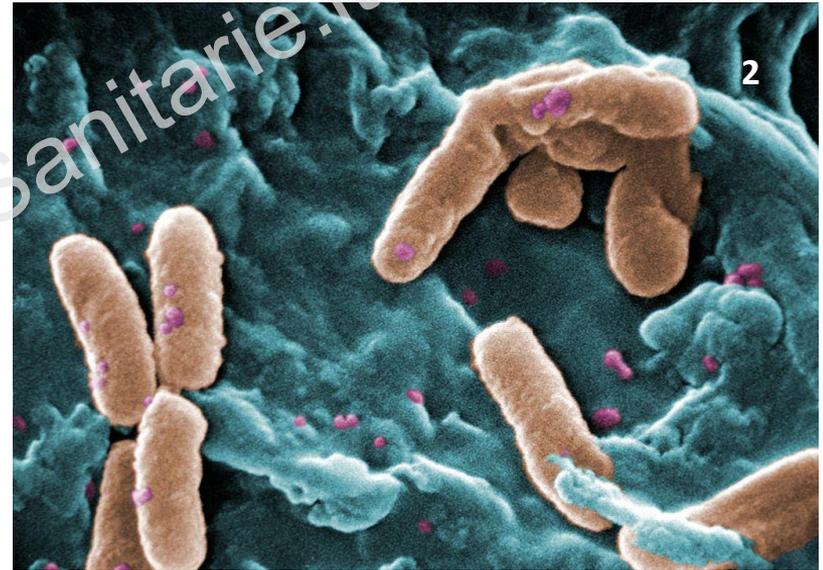
E scopre un ceppo di **Flavobacterium** in grado di digerire alcuni sottoprodotti del nylon 6.

Questo ceppo è ora noto come “mangiatore di nylon” e gli enzimi utilizzati in questa attività sono chiamati nylonasi.

Questa capacità metabolica è sicuramente frutto di una mutazione. E non sarebbe il solo batterio ....

# Microbi e plastica: mangiatori di nylon

Lo confermerebbe anche una prova sperimentale condotta, sempre da scienziati giapponesi, sulla **Pseudomonas aeruginosa**. Quindi la Pseudomonas non è solo un agente eziologico di diverse malattie infettive.



Pseudomonas aeruginosa

# Microbi e plastica: mangiatori di nylon

In questo esperimento la *Pseudomonas aeruginosa* è stata costretta a sopravvivere in un ambiente senza altro nutriente e ha sviluppato la capacità di degradare il nylon, usando però enzimi diversi rispetto alle nylonasi del *Flavobacterium*.

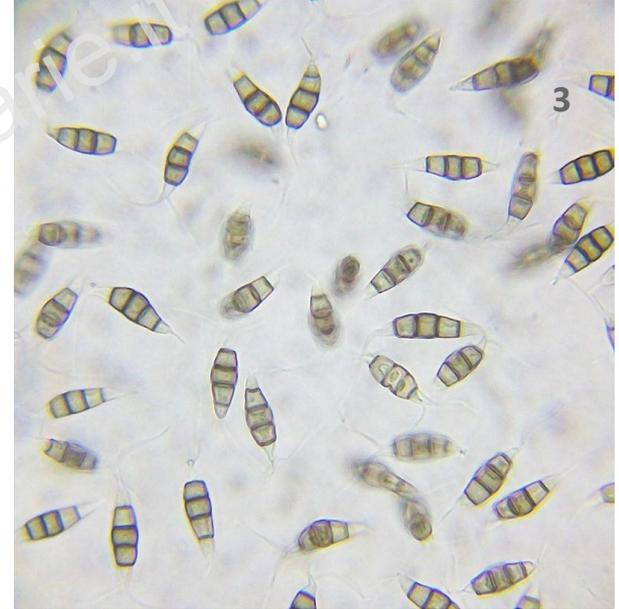
# Microbi e plastica: mangiatori di PU

I funghi consumatori di poliuretano

Ci sono dei funghi del suolo che possono consumare poliuretano.

I funghi in grado di consumarlo spontaneamente, aerobicamente e anaerobicamente sul fondo delle discariche, appartengono alla specie

**Pestalotiopsis** (Ascomiceti)



Spore di *Pestalotiopsis microspora* su cui sono state condotte le ricerche sul poliuretano

# Microbi e plastica: mangiatori di stirene

## I mangiatori di stirene

Comunità di **batteri metanogeni** sono in grado di degradare lo [stirene](#), in quanto lo utilizzano come fonte di carbonio. A questo gruppo di batteri bisogna aggiungere anche **Pseudomonas putida** che, sperimentalmente, si è visto convertire l'olio di stirene in vari prodotti biodegradabili. La speranza è che possa essere utilizzata nel riciclaggio di polistirolo.

# Microbi e plastica: mangiatori di PP

Chi degrada il [polipropilene](#)?

La risposta è: varie associazioni microbiche insospettabili di tali vie metaboliche fino a pochi anni fa. Molti studi si stanno indirizzando in questo settore.

Per ulteriori dettagli andate all'attività CLIL.

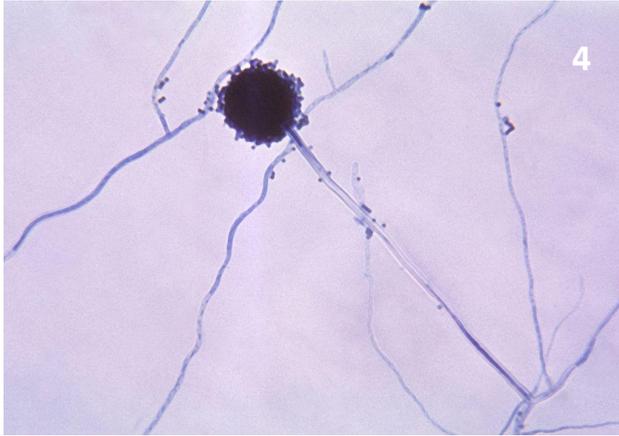
# Microbi e plastica: mangiatori di PVC

Chi si mangia il PVC?

Varie specie del fungo **Aspergillus** sono in grado degradinglo. Quindi esistono specie patogene che producono l'aspergillosi; specie che producono aflatossine presenti negli alimenti e che sono cancerogene; specie utili all'uomo perché coinvolte nella preparazione di molecole di interesse medico oppure di alimenti come la salsa di soia.

E adesso sappiamo dell'esistenza di specie che potrebbero essere coinvolte nel riciclaggio del PVC in futuro.

# Microbi e plastica: mangiatori di PVC



**Aspergillus niger:** produttore a livello biotecnologico di acido citrico



**Aspergillus oryzae:** in crescita su riso.  
Viene usato per fermentare vari prodotti alimentari



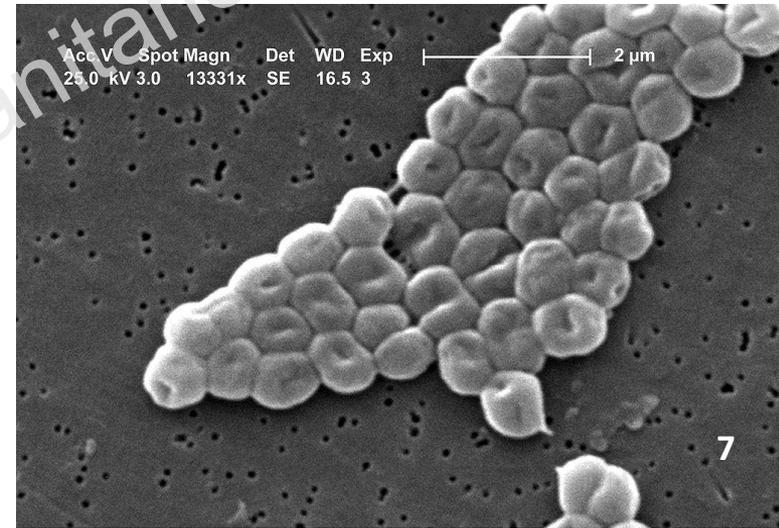
Conidi di **Aspergillus clavatus**, responsabile di alcune forme patogene

Alcune specie del fungo *Aspergillus* utili o dannose.  
Attualmente si stanno studiando specie mangiatrici di PVC

# Microbi e plastica: mangiatori di PE

C'è qualcuno che degrada il [polietilene](#)?

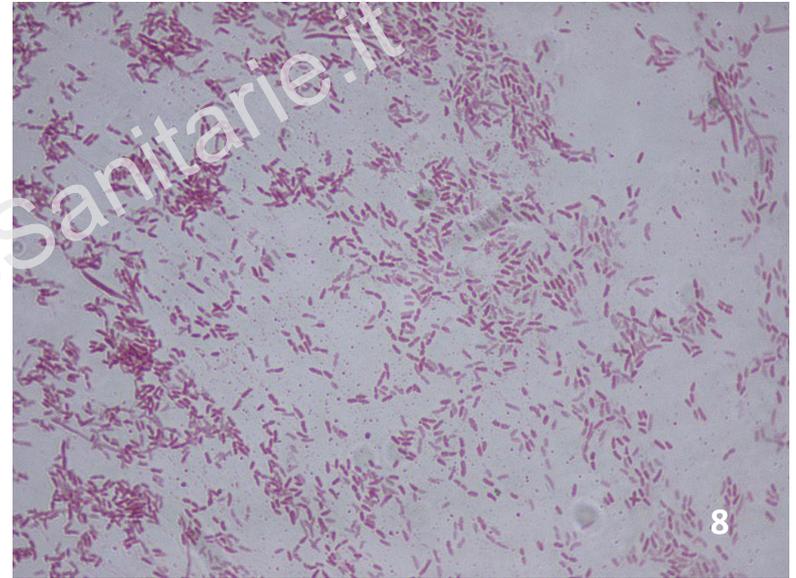
**Acinetobacter** lo degrada parzialmente. Il batterio è noto per le sue specie patogene come quella riportata di lato. Interessanti quindi gli studi sulla sua probabile utilizzazione in altri campi.



Acinetobacter baumannii

# Microbi e plastica: mangiatori di PE

La combinazione tra ***Pseudomonas fluorescens*** e ***Sphingomonas*** riesce a degradare oltre il 40% in peso delle borse di plastica in meno di 3 mesi.



*Pseudomonas fluorescens*

# Microbi e plastica: mangiatori di PE

E per finire questa carrellata sui mangiatori di polietilene c'è d ricordare **Brevibacillus borstelensi**.

Isolato dal suolo, è in grado di utilizzare il PE a bassa densità se incubato a 50°C.

# Microbi e petrolio

BiotechnologieSanitarie.it

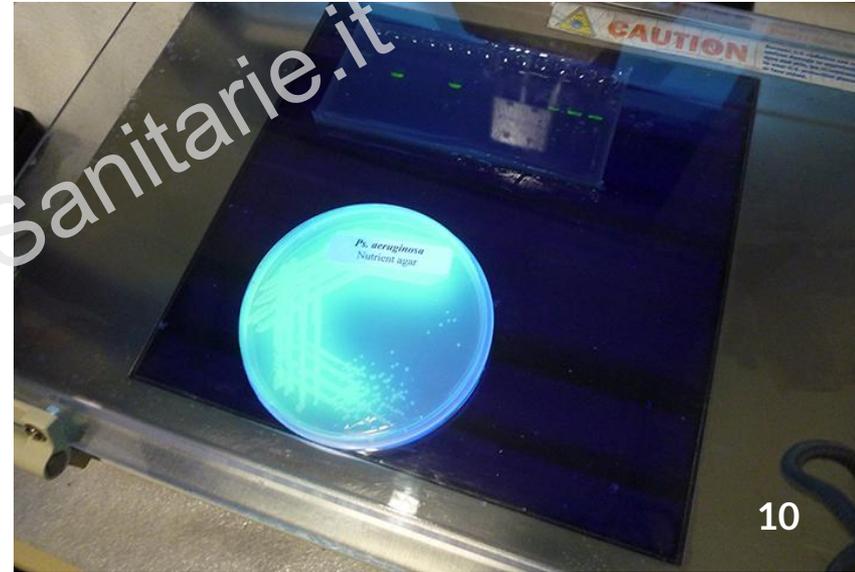
# Microbi e petrolio

Ci sono almeno 7 specie di batteri negli oceani in grado di mangiare petrolio e niente altro. Il problema è che in genere il loro numero è insufficiente quando si verifica una fuoriuscita di petrolio per qualsiasi causa.



# Microbi e petrolio

Tra i batteri con queste caratteristiche e che hanno un habitat marino ci sono specie appartenenti a **Marinobacter**, **Oceanospiralles**, **Alkanivorax** e **Pseudomonas**



*Pseudomonas aeruginosa* in capsula Petri osservata sotto luce ultravioletta

Queste comunità di “mangiatori di petrolio” sono presenti in tutti i mari, da quelli tropicali a quelli artici.



Sembrano funzionare bene però solo nel loro ambiente naturale.

La velocità in cui degradano il petrolio dipende da molti fattori:

- la quantità di ossigeno e nutrienti nell'acqua
- le dimensioni dell'area interessata dalla fuoriuscita
- il tipo di petrolio

(Fonte 1 - [Sitografia](#))

Molte imprese si stanno attrezzando per creare comunità di batteri che possano accelerare un processo che naturalmente richiederebbe molto tempo, mesi o anni, portandolo a compimento in qualche settimana.

È il caso degli **Ultra-Microbi** della **Ultratech International**. Si tratta di una comunità di 3 microbi che in genere si trovano in ambienti difficili (tipo le zone ad attività vulcanica).

# Microbi e petrolio

Essi vengono coltivati ed incrementati numericamente in acqua marina ed ammoniacale usando come sola fonte di cibo il petrolio greggio del Texas.

Il risultato è: microbi naturali al 100%, resistenti e ad azione rapida che hanno affinità per il petrolio e altri idrocarburi, così come per i rifiuti organici. Questo consorzio specifico di microbi non è stato modificato geneticamente.

Gli Ultra-Microbi sono in grado di digerire molecole di idrocarburi trasformandole in innocui sottoprodotti a base di carbonio, anidride carbonica e grassi (un materiale grasso, naturale e solubile, utilizzato come cibo per pesci e piante).

Più complesso è l'idrocarburo da digerire, più tempo ci vorrà per completare la reazione.

Ad esempio kerosene e gasolio saranno degradati più velocemente rispetto all'olio motore.

Vengono utilizzati ben 5 miliardi di batteri per grammo in una fuoriuscita di petrolio che a loro volta sono in grado di moltiplicarsi in poche ore fino a migliaia di miliardi.

Formando colonie così vaste questi Ultra-Microbi sono in grado di digerire il petrolio in mare e sulla terra e di risolvere molti altri problemi in cui siano presenti inquinanti (anche fosse settiche e tombini)

(Fonte: 2 - [Sitografia](#))

# Microbi e petrolio

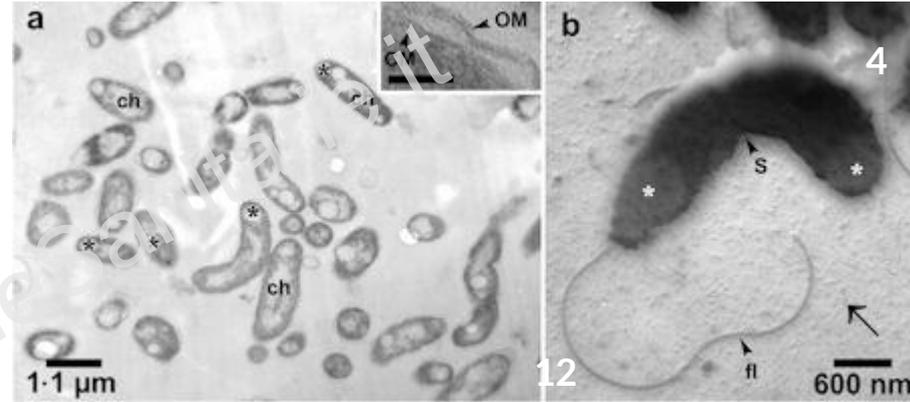
E infine altri esempi.

## **Thalassolituus oleivorans**

(foto). Scoperto

nel 1991 nel mare di Milazzo.

Metabolizza idrocarburi alifatici.



**Neptunomonas**, genere di batteri che utilizza il naftalene come unica fonte di carbonio.

Gli ultimi 2 esempi sono tratti dalla fonte 3 - [Sitografia](#)

BioTechnologieSanitarie.it

# Approfondimenti

# Nylon

BioTechnologieSanitarie.it

Nome dato ad una famiglia di poliammidi sintetiche scoperte e brevettate negli stabilimenti DuPont negli anni Trenta del secolo scorso.

# Nylon

Ci sono diverse ipotesi sul nome. Alcuni ricercatori della DuPont hanno dichiarato che le prime tre lettere sono nate per caso e il suffisso on per analogia con cotton o rayon.

Poi la stessa DuPont ha raccontato che il nome iniziale doveva essere no-run (che non si disfa) e che fu poi modificato.



Un bomber prodotto in nylon

# Nylon

Il nylon nacque e fu usato come fibra tessile e per produrre manufatti di vario tipo, dalle corde agli indumenti.

I primi ad essere prodotti furono il nylon 6 e 6,6. Sono stati poi seguiti da altri tipi.

I nylon attualmente più diffusi sono l'11 e il 12.

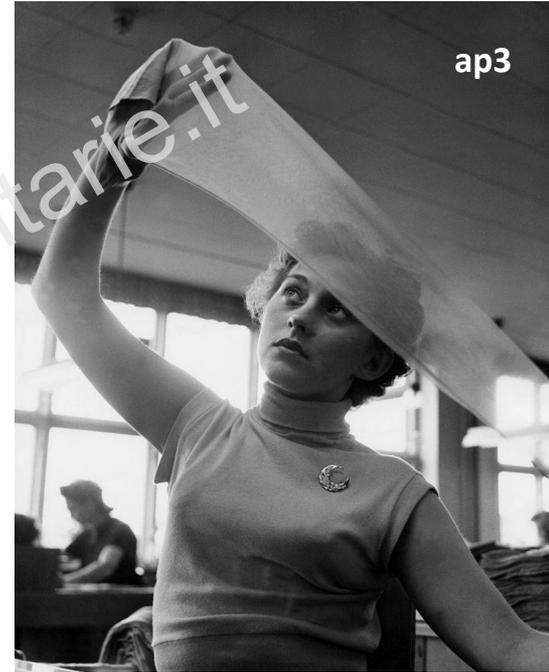


una fune in nylon

# Nylon

Il successo di questa fibra deriva da molte caratteristiche:

- è leggera
- resiste all'usura
- è inattaccabile da parte delle tarme
- non si restringe durante il lavaggio, si asciuga in fretta e non si stira



Una lavoratrice ispeziona calze di nylon a Malmö, Sweden (1954)

# Poliuretano

BioTechnologieSanitarie.it

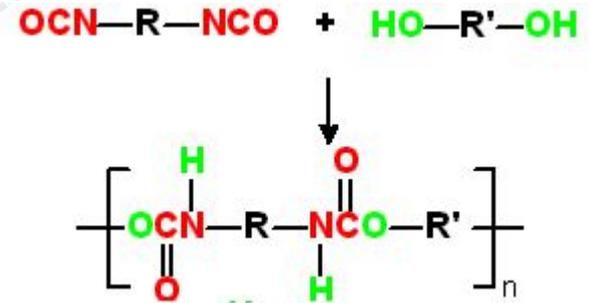
Il nome poliuretano viene dato ad una famiglia di polimeri in cui la catena polimerica è caratterizzata dai legami uretanici

**-NH-(CO)-O-**

# Poliuretano

La scoperta dei poliuretani risale al periodo tra la prima e la seconda guerra mondiale. La spinta nacque dall'esigenza di trovare fibre simili al nylon. Fu sempre la DuPont però a mettere in commercio il primo poliuretano nel 1956.

ap4



Sintesi di un poliuretano a partire da un di-isocianato e da un diolo

# Poliuretano

Il poliuretano è un polimero con numerosi applicazioni. Può essere una schiuma flessibile usata per imbottiture diverse o per coprire fessure. È usato come isolante termico e in molti altri settori.



Schiuma poliuretanicata tra due tubi in polietilene (coibentazione)

# Stirene

BioTechnologieSanitarie.it

Noto anche come stirolo, venilbenzene o feniletilene lo stirene è un idrocarburo aromatico.

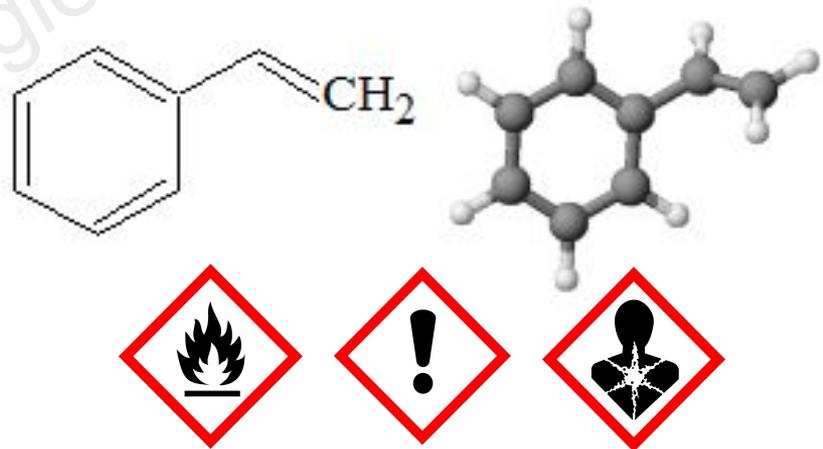
# Stirene

La presenza di un doppio legame carbonio-carbonio nella catena laterale conferisce allo stirene la reattività che è tipica degli alcheni.

Lo stirene allo stato liquido è un composto pericoloso per l'ambiente e l'uomo come testimoniano i tre simboli chimici che nell'ordine da sinistra verso destra evidenziano rispettivamente:

- infiammabile
- irritabile
- tossico nel lungo periodo

I tre simboli sono immagini nel Pubblico Dominio

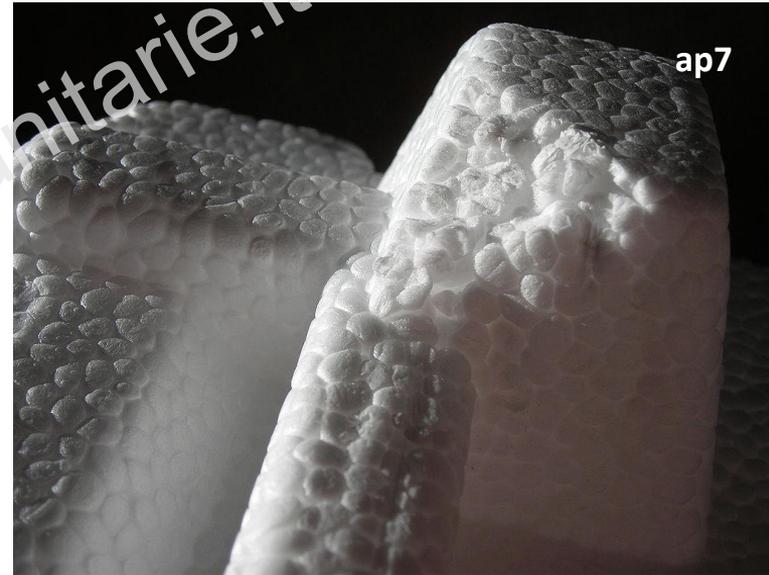


ap6

# Stirene

Lo stirene polimerizza molto facilmente e quindi viene usato per la produzione di plastiche.

Prima di tutto ricordiamo il polistirene, detto anche polistirolo, che trova numerose applicazioni. L'immagine che viene in mente è sicuramente legata agli imballaggi.



Polistirene

# Stirene

Ma ricordiamo che il polistirolo viene usato anche come isolante termico e per la produzione di tanti altri oggetti di uso comune come le custodie per DVD o CD.



# Stirene

Molti degli oggetti di uso comune in laboratorio, dalle piastre Petri alle provette e alle micropiastre sono fatte di polistirene.



# Stirene

Altra plastica notissima e di uso molto comune è l'ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene). Usata in campo idraulico per la costruzione di tubi, in campo elettrico ed elettronico, automobilistico, musicale, sportivo e per i mattoncini Lego



# Stirene

La plastica più nota a base di stirene e butadiene è l'**SBR** che ha buona resistenza all'abrasione ed è stabile all'invecchiamento. Si usa soprattutto per pneumatici, tubi, tacchi e soles di scarpe, guarnizioni, piste di atletica leggera ...



# Polipropilene

BioTechnologieSanitarie.it

Il polipropilene (PP) è un polimero termoplastico usato in molti prodotti di uso quotidiano.

# Polipropilene

Infatti il propilene è il materiale con cui si fanno: zerbini, scolapasta, cruscotti degli autoveicoli, i tappi e le etichette delle bottiglie di plastica, le reti antigrandine, le custodie dei CD, le capsule del caffè e i bicchierini bianchi di plastica per il caffè ...



ap12

Simbolo di riciclaggio del polipropilene

# PVC

BioTechnologieSanitarie.it

Il PVC è il polimero del cloruro di vinile.

# PVC

Il polimero del cloruro di vinile allo stato puro è rigido e pertanto per il suo uso comune è miscelato ad altre sostanze come gli esteri dell'acido ftalico.

Viene usato in edilizia (pavimenti, profili per finestre, tubi ...), per la produzione di cavi elettrici ...



Raccordi e tubazioni di PVC

# PVC

Da ricordare come il principale materiale usato per la produzione di dischi di vinile.



# PVC

Va ricordato però che il suo monomero, il cloruro di vinile, è considerato un potente cancerogeno. La Montedison di Porto Marghera è stata processata e condannata perché è stato accertato che poco o nulla aveva fatto per non far assorbire ai suoi operai la molecola.



## Porto Marghera

Al centro di numerosi problemi ambientali nel passato per incidenti chimici, ora è monitorata costantemente per la qualità dell'aria ed eventuali contaminazioni.

# Polietilene

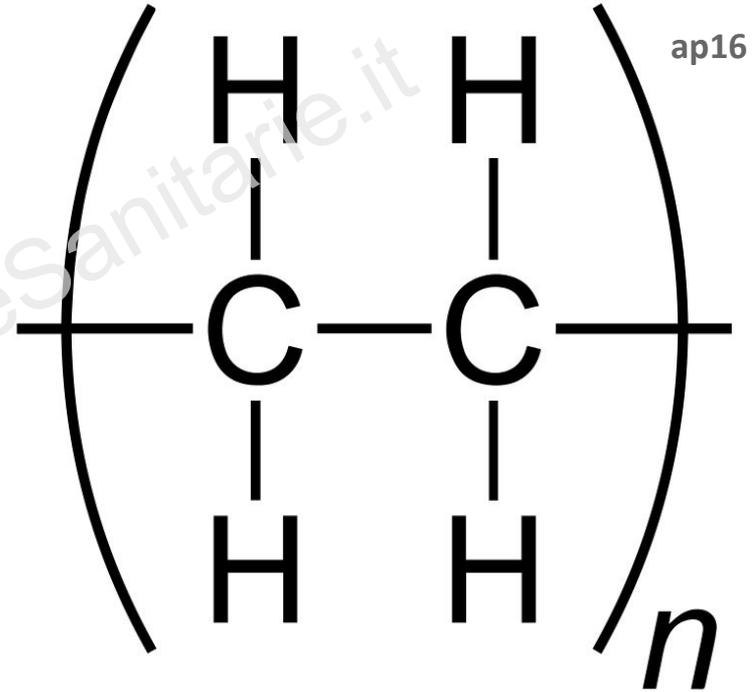
BioTechnologieSanitarie.it

Il polietilene (PE) è il più semplice dei polimeri sintetici.

# Polietilene

La sua formula chimica è  
 $(-C_2H_4-)_n$

dove il grado di  
polimerizzazione  $n$  può  
arrivare fino ad alcuni milioni.  
Le catene possono essere di  
lunghezza variabile e più o  
meno ramificate.



# Polietilene

Si tratta della plastica più comune, quella dei sacchetti e di vari tipi di contenitori o dell'interno dei brik per gli alimenti, tanto per intenderci.

Le immagini qui accanto ne evidenziano i vari usi.



# Photo credits

1 By Michael Ströck (mstroeck) at en.wikipedia - Transferred from en.wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3547302>

2 Di Photo Credit: Janice Haney CarrContent Providers(s): CDC/ Janice Haney Carr - This media comes from the Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library (PHIL), with identification number #10043.Note: Not all PHIL images are public domain; be sure to check copyright status and credit authors and content providers.English | Slovenščina | +/- <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Pseudomonas.jpg>, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1629338>

3 Di MSchink - Mushroom Observer, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39925853>

4 Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1021866>

5 By Forrest O. - originally posted to Flickr as Aspergillus oryzae (麴), CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12030874>

6 By Puelito - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6519345>

7 Di [http://phil.cdc.gov/PHIL\\_Images/20041209/c9cbf359322b40e08fab8a6129c1be16/6498\\_lores.jpg](http://phil.cdc.gov/PHIL_Images/20041209/c9cbf359322b40e08fab8a6129c1be16/6498_lores.jpg), Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1846924>

# Photo credits

8 De Riraq25 - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25232246>

9 Deepwater Horizon Response via Visual hunt / CC BY-ND

10 By Sun14916 (Own work) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], via Wikimedia Commons

11 ARLIS Reference via Visualhunt / CC BY-SA

12 [https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Thalassolituus\\_oleivorans](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Thalassolituus_oleivorans)

BioTecnologieSanitarie.it

# Photo credits - Approfondimenti

ap1 Di L'utente che ha caricato in origine il file è stato Spuggie di Wikipedia in inglese - Trasferito da en.wikipedia su Commons., CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2560357>

ap2 CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=258568>

ap3 By Erik Liljeroth, Nordiska museet, CC BY 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39208341>

ap4 GPL, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=639991>

ap5 Di Sönke Kraft aka Arnulf zu Linden - Opera propria, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7321995>

ap6 Pubblico dominio, <https://it.wikipedia.org/w/index.php?curid=90023>

ap7 Di Phyrexian - Opera propria, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5827697>

ap8 Di Hispalois - Opera propria, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2062301>

ap9 By Pacific Northwest National Laboratory, US Department of Energy - <http://picturethis.pnl.gov/picturet.nsf/by+id/DRAE-8DBTWP>, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41702156>

# Photo credits - Approfondimenti

ap10 Di Alan Chia - Lego Color Bricks, CC BY-SA 2.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6068229>

ap11 Di Angie da Sawara, Chiba-ken, Japan - Flickr, CC BY 2.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=755523>

ap12 Di User:Tomia - Opera propria, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591691>

ap13 Di Nerijp - Opera propria, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5200047>

ap14 CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52890>

ap15 Di © Jorge Royan / <http://www.royan.com.ar>, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15879916>

ap16 Di Magmar452 - Opera propria, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32715423>

ap17 Di Cjp24 - Opera propria, Pubblico dominio,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7530189>

ap18 Di WATA5 - Opera propria, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3465364>

ap19 Di Kriplozoik - Opera propria, Pubblico dominio,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6821514>

# Sitografia

- 1 <http://response.restoration.noaa.gov/about/media/who-thinks-crude-oil-delicious-these-ocean-microbes-do.htm>
- 2 <http://www.spillcontainment.com/>
- 3 <http://www.scientificamerican.com/article/how-microbes-helped-clean-bp-s-oil-spill/>

BioTecnologieSanitarie.it