

TERMOINDURENTI **MATERIALI POLIMERICI TERMOINDURENTI**

Alcune resine termoindurenti vengono **reticolate per mezzo del calore o attraverso calore e pressione combinati**.

Altre possono venire reticolate attraverso una reazione chimica che avviene a temperatura ambiente (**termoindurenti a freddo**).

Benché i manufatti in resina termoindurente possano ammorbidirsi per effetto del calore, i legami covalenti del reticolo impediscono loro di ritornare allo stato fluido che esisteva prima della reticolazione.

Questi materiali quindi non possono venire nuovamente fusi come succede per i materiali termoplastici; questo è uno **svantaggio perché gli scarti prodotti durante la lavorazione non possono essere riciclati e riutilizzati**.

I vantaggi dei termoindurenti sono:

Elevata stabilità termica

Elevata rigidità

Elevata stampabilità dimensionale

Resistenza al creep e alla deformazione sotto carico

Basso peso

Elevate proprietà di isolamento elettrico e termico

TERMOINDURENTI

Le resine termoisindurenti vengono trasformate usualmente mediante **stampaggio a compressione o per trasferimento**.

Molte termoisindurenti vengono usate sotto forma di miscele consistenti di due ingredienti principali:

- 1) una resina contenente agenti di reticolazione, indurenti e plastificanti**
- 2) riempitivi e materiali di rinforzo: farina di legno, mica, vetro, cellulosa.**

Le densità delle resine termoisindurenti sono maggiori delle resine termoplastiche (1,34 - 2,3 g/cm³).

La resistenza a trazione è relativamente bassa 30 - 100 MPa, però a seconda della quantità di riempitivo in vetro può essere molto aumentata (fino a 200 MPa).

Le resine caricate con vetro hanno anche resistenza all'urto molto più elevata;

hanno una buona rigidità dielettrica (5,5 - 25,6 V/mm) e la loro massima temperatura d'utilizzo è limitata come in tutte le materie plastiche.

TERMOINDURENTI

Materiale	Densità (g/cm³)	Resistenza alla Trazione (MPa)	Resistenza all'Impatto (J/m)	Rigidità Dielettrica (V/m)	Max temperatura di utilizzo (°C)
FENOLICHE:					
con cellulosa	1.34 – 1.45	34 – 62	11 – 32	10250 – 15750	150 – 177
con mica	1.65 – 1.92	38 – 48	16 – 21	13800 – 15750	120 – 150
con vetro	1.69 – 1.95	34 – 124	16 – 960	5500 – 15750	177 – 288
POLIESTERE:					
SMC con vetro	1.7 – 2.1	55 – 138	427 – 1175	12600 – 15750	150 – 177
BMC con vetro	1.7 – 2.3	28 – 69	800 – 855	11800 – 16550	150 – 177
MELAMMINICA:					
con cellulosa	1.45 – 1.52	34 – 62	11 – 21	13800 – 15750	120
con fiocco	1.50 – 1.55	48 – 62	21 – 27	11800 – 13000	120
con vetro	1.8 – 2.0	34 – 69	32 – 960	6700 – 11800	150 – 200
UREICA:					
con cellulosa	1.47 – 1.52	38 – 90	11 – 21	11800 – 15750	77
ALCHIDICA:					
con vetro	2.12 – 2.15	28 – 66	32 – 534	13800 - 17750	230
con minerali	1.60 – 2.30	21 – 62	16 – 27	13800 - 17750	150 - 230
EPOSSIDICA:					
non caricata	1.06 – 1.40	28 – 90	11 – 534	15750 – 25600	120 – 260
con minerali	1.6 – 2.0	34 – 103	16 – 21	11800 – 15750	150 – 260
con vetro	1.7 – 2.0	69 – 207	...	11800 – 15750	150 – 260

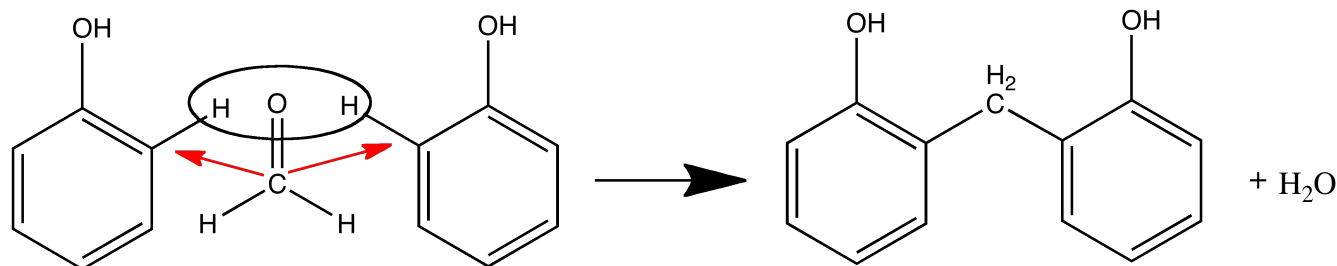
RESINE FENOLICHE

Le resine termoindurenti fenoliche sono state la prima materia plastica utilizzata industrialmente. Il brevetto originale prevedeva l'uso della reazione tra fenolo e formaldeide per realizzare la resina fenolica **Bakelite**.

Sono ancora oggi utilizzate per il loro basso costo e per le buone proprietà di isolamento elettrico e termico. Vengono facilmente stampate ma hanno colori limitati (nero o marrone).

CHIMICA

Le resine fenoliche sono prodotte usualmente per reazione del **fenolo con formaldeide** con una **polimerizzazione per policondensazione**, in cui l'acqua è il sottoprodotto. Le resine vengono in genere prodotte in due stadi; nel primo stadio viene prodotta una resina termoplastica fragile, che può essere fusa ma non reticolata.

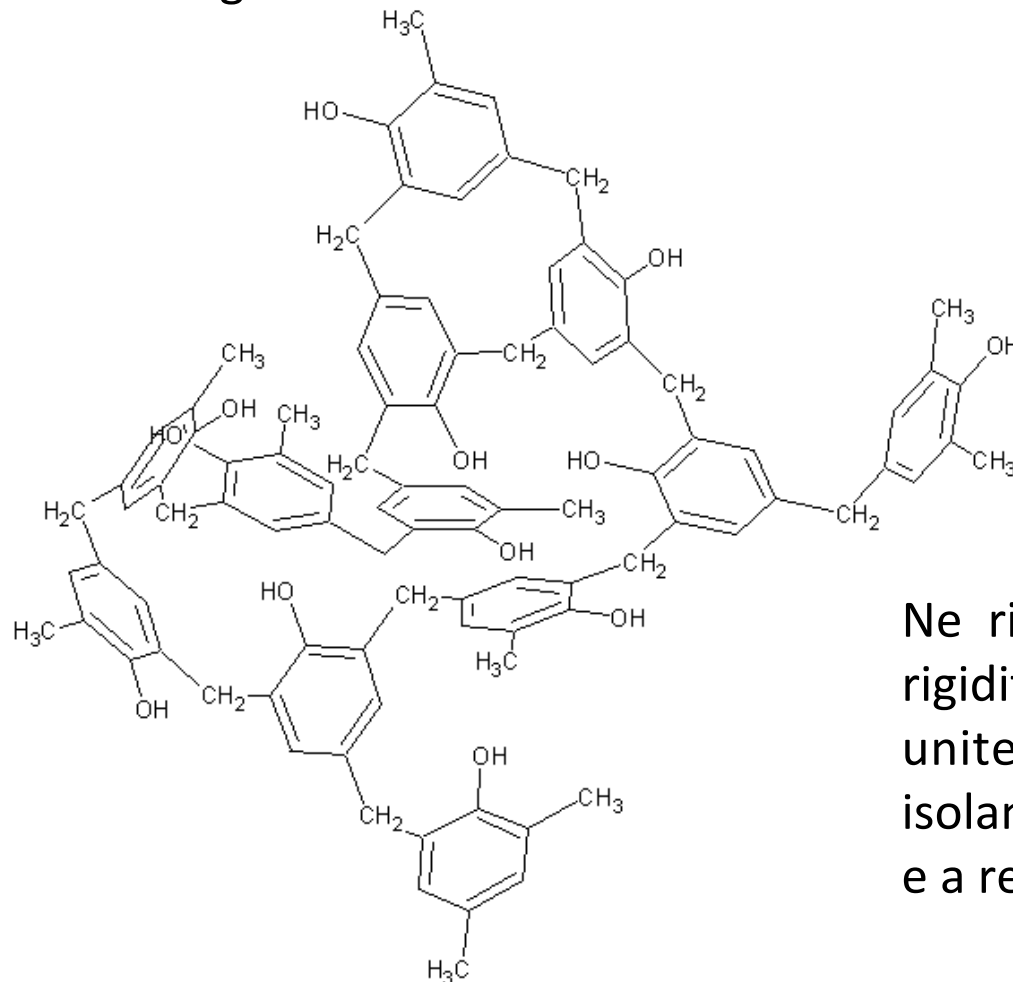
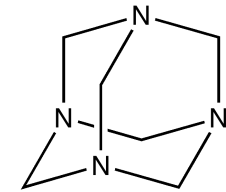


TERMOINDURENTI

resine fenoliche

Reticolazione

L'aggiunta di **esametilene-tetra-ammina (ESA)** rende possibile la formazione di un materiale termoindurente. **Quando si fornisce calore e pressione ad una resina contenente ESA**, questa si decompone fornendo i gruppi metilenici che formano i legami a ponte dando luogo alla struttura reticolata e formando ammoniacaca



Ne risulta un elevata durezza, rigidità e resistenza meccanica, unite a buone proprietà di isolamento elettrico e termico, e a resistenza chimica

STRUTTURA E PROPRIETA'.

1. Preparati per usi generali; vengono usualmente caricati con **farina di legno (cellulosa)** per aumentarne la resistenza agli urti ed abbassarne i costi.
2. Preparati ad elevata resistenza agli urti; sono caricati con **cellulosa e fibre di vetro** per ottenere elevata resistenza all'urto (960 J/m).
3. Preparati ad elevato potere di isolamento elettrico; vengono caricati con **mica** per aumentare la loro resistenza elettrica.
4. Preparati resistenti al calore; sono materiali caricati con **amianto ed altri minerali capaci di sopportare l'esposizione prolungata alla temperature** (150 – 180 °C).

APPLICAZIONI.

I preparati fenolici sono usati per **dispositivi d'impianti elettrici, interruttori, connettori, sistemi di relè.**

Nel settore automobilistico sono utilizzati per creare **componenti di assistenza nel sistema frenante e parti della trasmissione.**

Le resine fenoliche sono ampiamente utilizzate per la **costruzione di maniglie, pomelli, pannelli esterni di piccoli strumenti.**

Grazie alla loro elevata resistenza alla temperatura e all'umidità, vengono utilizzate anche per la **laminazione di legni compensati.**

Vengono usate anche come materiale legante per sabbia in usi di fonderia.

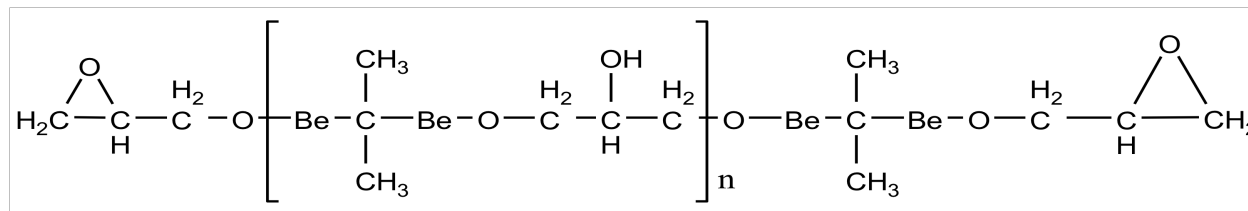
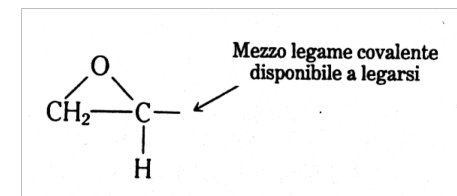
RESINE EPOSSIDICHE

Le resine epossidiche rappresentano una famiglia di materiali polimerici termoindurenti che non danno luogo a prodotti secondari di reazione quando induriscono; per questo motivo hanno un basso ritiro di reticolazione.

Essi presentano anche buona adesione ad altri materiali, buona resistenza chimica e ambientale, buone proprietà meccaniche e di isolamento elettrico

CHIMICA.

Le resine epossidiche sono caratterizzate da una molecola contenente due o più gruppi epossidici.



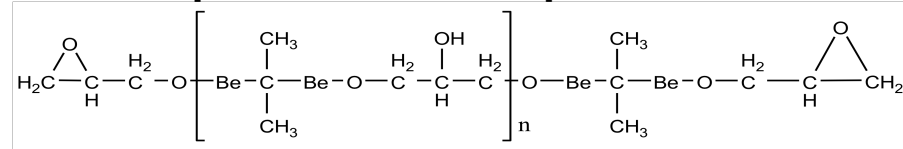
in cui Be è un anello benzenico

Le resine epossidiche induriscono per dare materiali solidi con l'aiuto di agenti di reticolazione o catalizzatori come le **ammine, anidridi e aldeidi**

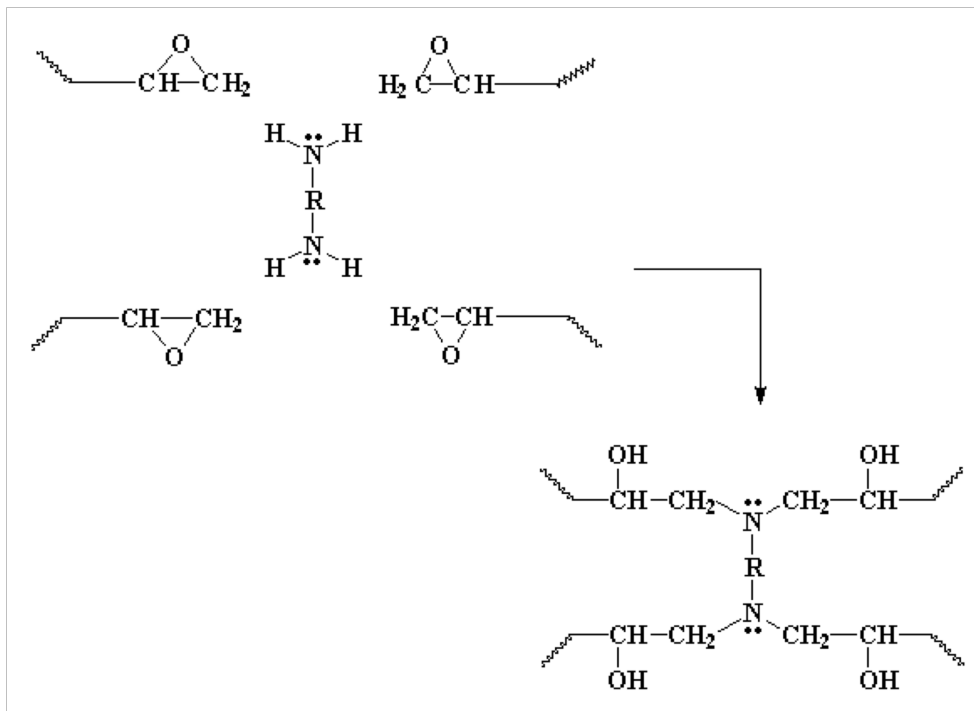
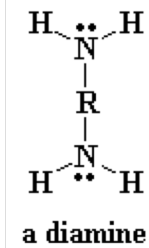
TERMOINDURENTI

La resina epossidica bicomponente ha due componenti che vanno mescolati assieme prima di utilizzarla.

La prima parte di un'epossidica bicomponente è un **polimero a basso peso molecolare con gruppi epossidici ad ogni estremità**.



La seconda parte di un'epossidica bicomponente è una diammina:



Quello che si ottiene è un polimero lineare e reticolato .

TERMOINDURENTI

STRUTTURA E PROPRIETA'.

Il basso peso molecolare delle resine epossidiche non indurite e allo stato liquido, dà loro grande mobilità e bagnabilità nei confronti di qualsiasi materiale.

Tali proprietà sono fondamentali quando si utilizzano queste resine come adesivi per rinforzare altri materiali.

L'elevata reattività del gruppo epossidico alla reticolazione, conferisce alla resina indurita elevata durezza, resistenza meccanica e chimica.

APPLICAZIONI.

Tali **resine sono utilizzate per molti rivestimenti protettivi e decorativi, per verniciature di fondo nelle automobili.**

Nell'industria elettrica le resine epossidiche sono usate come isolatori ad alto voltaggio, interruttori, capsule per transistor.

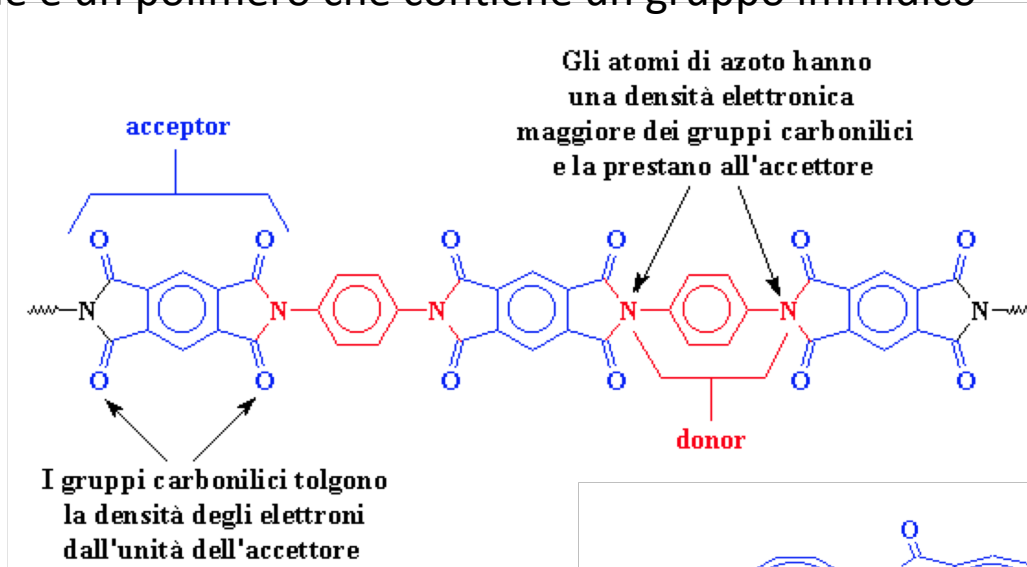
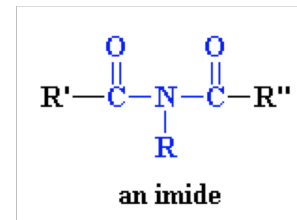
Queste resine sono il materiale predominante nelle matrici di molti compositi ad alte prestazioni come quelli rinforzati con fibre ad alto modulo tipo le fibre di carbonio.

Le resine epossidiche sono ottimi adesivi e sono uno dei pochi adesivi utilizzabili con i metalli; sono però anche usati per rivestimenti protettivi e come materiali per le piastre di circuiti elettronici

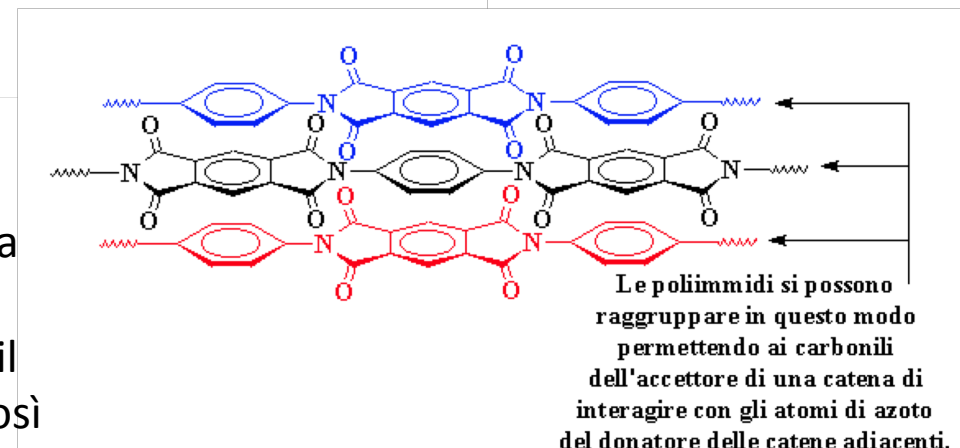
POLIIMMIDI

Le poliimmidi sono un gruppo molto interessante di polimeri, con una resistenza meccanica, chimica ed al calore impressionante, tanto che questi materiali spesso sostituiscono vetro e metalli in molte applicazioni industriali.

La poliimide è un polimero che contiene un gruppo immidico



Questo complesso trasferimento di carica tiene insieme le catene saldamente, non permettendo loro di muoversi, questo è il motivo per cui queste poliimmidi sono così resistenti.



Elastomeri