



FreeFind

Vai

 MedPop  Web

MedPop



# Proprietà meccaniche di materiali solidi ←

## Galenotecnica

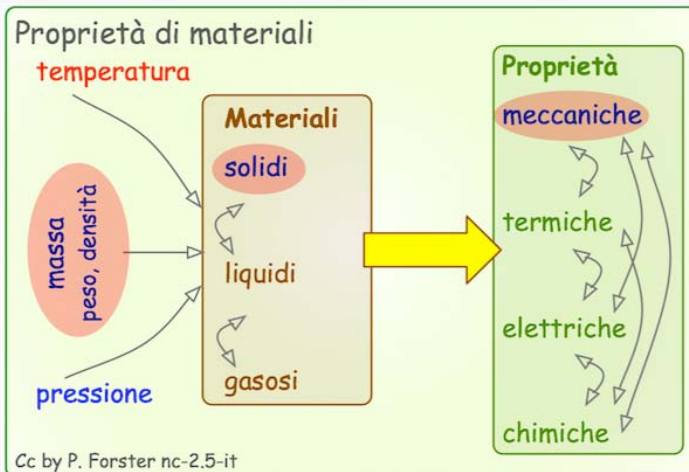
[HOME](#) ◇ [.php](#) ◇ [.html](#) ◇ [.pdf](#) ◇

[Materiali](#) ◇ [Sostanze](#)

### Proprietà meccaniche di materiali solidi indice (sopprimi)

1. [Peso specifico, densità relativa](#)
2. [Durezza](#)
3. [Duttilità e fragilità](#)
4. [Elasticità e plasticità](#)
  - 4.1 [Definizione e misure](#)
  - 4.2 [Esempi](#)
  - 4.3 [Riassunto](#)
5. [Porosità e Fibrosità](#)
6. [Rugosità](#)
7. [Abrasività](#)
8. [Appendice](#)
  - 8.1 [Commenti](#)
  - 8.2 [Domini di MedPop](#)

Peter Forster

a cura di [Daniela Rüegg](#)

Ho stilato questa pagina grazie a una richiesta di [Sylva](#) sull'abrasione dello smalto dei denti dovuto a delle particelle di minerali nei dentifrici.

Per spiegarlo dovevo usare tanti termini dalla meccanica dei solidi e di conseguenza gli ho raggruppati qui ampliando il tema a una breve introduzione su questo tema. Spero che possa servire a qualcuno che intende a rinfrescare le sue relative conoscenze scolastiche.

# 1. Peso specifico, densità relativa

it. Wikipedia: *Peso specifico*  $\diamond$  *Densità relativa* (gravità specifica)

Il peso specifico di un materiale è il suo peso P in relazione al suo volume V. Comunemente è usato come sinonimo di densità e per questo si trova molto spesso indicato come  $\text{g/cm}^3$  o  $\text{kg/litro}$  o  $\text{kg/dm}^3$ . in termini più "di fisica" si chiama anche *densità relativa* o *gravità relativa*.

Nella tabella di fianco si trovano il peso specifico di materiali dai più leggeri a più pesanti. Per questo motivo li ho annotati come densità in  $\text{kg/m}^3$ . Il calcolo per arrivare ai  $\text{kg/l}$  o  $\text{g/cm}^3$  si fa dividendo per mille /1000.

Materiali	Densità (kg/m³)	Materiali	Densità (kg/m³)	Materiali	Densità (kg/m³)
Aerone	1200	Alumina	3800	Alto di corallo	900
Alumina	3800	Alumina (60°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (20°C)	3800	Alumina (100°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (30°C)	3800	Alumina (150°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (40°C)	3800	Alumina (200°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (50°C)	3800	Alumina (250°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (60°C)	3800	Alumina (300°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (70°C)	3800	Alumina (350°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (80°C)	3800	Alumina (400°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (90°C)	3800	Alumina (450°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (100°C)	3800	Alumina (500°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (110°C)	3800	Alumina (550°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (120°C)	3800	Alumina (600°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (130°C)	3800	Alumina (650°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (140°C)	3800	Alumina (700°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (150°C)	3800	Alumina (750°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (160°C)	3800	Alumina (800°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (170°C)	3800	Alumina (850°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (180°C)	3800	Alumina (900°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (190°C)	3800	Alumina (950°C)	3800	Alto di corallo	900
Alumina (200°C)	3800	Alumina (1000°C)	3800	Alto di corallo	900

Peso specifico  
(cliccare per renderlo leggibile).

$$\text{Peso specifico } P_s = \text{Peso } P / \text{Volume } V$$

Esempi: 1 litro di **acqua** pesa 1 kg  $\rightarrow P_s = 1 / 1 = 1 \text{ kg/l}$

27 centimetro cubo di **ferro** pesano 212.8 gr  $\rightarrow P_s = 212.8 / 27 = 7.88 \text{ g/cm}^3$



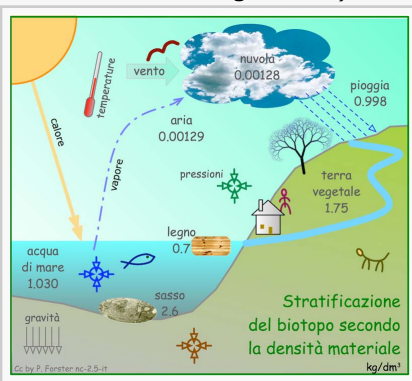
Perché un pezzo di legno galleggia nell'acqua?

- primo perché l'acqua liquido è abbastanza duttile per lasciar penetrare ogni solido. Se fosse ghiacciato e quindi duro non sarebbe pensabile.
- secondo perché il peso specifico del legno (abete) è ca.  $0.7 \text{ gr/cm}^3$  mentre dell'acqua è ca.  $1 \text{ gr/cm}^3$ .



Il legno affonda fino al punto che il peso dell'acqua spostato è uguale al proprio peso e in questa posizione galleggia. La posizione è calcolabile dalla relazione dei pesi specifici:  $0.7 \text{ gr/cm}^3 / 1 \text{ gr/cm}^3 = 0.7 = 70\%$ : quando 70% del volume del legno è immerso, il legno galleggia, perché in questa situazione il peso dell'acqua spostato corrisponde esattamente al peso del pezzo di legno. Facile, nè.

Altro esempio: il peso specifico di ghiaccio a  $0^\circ\text{C}$  è di  $0.917 \text{ gr/cm}^3$  mentre dell'acqua marea intorno a  $4^\circ\text{C}$  è di  $1.03 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow 0.917 / 1.03 = 0.89 = 89\%$ : un iceberg fa vedere sopra l'acqua solo 11% del suo volume totale (e forse un pò di più perché probabilmente ci saranno inclusioni di bolle d'aria nel ghiaccio).



Il nostro biotopo è verticilmente organizzato secondo la densità risp. il peso specifico dei materiali coinvolti:

- l'acqua galleggia sulla terra
- l'aria galleggia su acqua e terra
- le nuvole galleggiano nell'aria
- il legno galleggia sull'acqua
- i sassi vanno in fondo dell'acqua
- i sassi né galleggiano né affondano nella terra perché tutte due sono solidi e la loro durezza evita che uno penetri l'altro mentre

- l'aria e l'acqua invece sono "plastici" al punto di permettere ogni penetrazione di ogni solido basta che sia più denso.

Tutto questo grazie ai diversi pesi specifici / densità dei materiali coinvolti. Combinato con l'energia solare tiene in moto l'enorme motore del tempo e del clima.

## 2. Durezza

it. Wikipedia: [Durezza](#) ◇ [Scala di Brinell](#) ◇ [Scala di Vickers](#) ◇ [Scala di Rockwell](#) ◇ [Scala di Mohs](#)

La **durezza** di un materiale è un valore numerico che indica le caratteristiche di deformabilità plastica di un materiale. È definita come la resistenza alla deformazione permanente.

È quindi la "deformabilità *plastica*" di un materiale la quale oggi si misura premendo con una definita forza una punta di un materiale molto duro (zaffiro o diamante) contro il materiale, misurando poi l'impronta.



Durezza

Secondo la forma della punta e il procedimento applicato si distinguono diverse scale come quella di **Brinell**, **Vickers**, **Rockwell** e la scala della "Durezza universale" nonché le scale di Martens e di Shore.

minerale	Durezza Mohs	Durezza assoluta	Durezza Vickers	Osservazioni
Talco	1	0,03	2,4	grattabile con unghia
pesco di stucco, alite	2	1,25	36	scaffabile con unghia
calcite	3	4,5	109	scaffabile con moneta di rame
fluorite	4	5,0	189	ben scaffabile con coltello
apatite	5	6,5	536	appena scaffabile con coltello; smalto dei denti umani
ortoclasio	6	37	795	scaffabile con lima d'acciaio
quarzo	7	120	1'120	scaffa il vetro
topazio	8	175	1'427	
corindone, zaffiro	9	1'000	2'060	Corindone → smeriglia
diamante	10	140'000	10'060	scaffa tutto

Scale di durezza

Il primo a misurare la durezza era nel 1812 **Friedrich Mohs**: La Scala di Mohs ordina la tenacità con cui le sostanze solide ovvero le singole particelle costituenti sono tenute unite tra di loro. Alla tenacità corrisponde per diretta proporzione la durezza di un materiale. Quando un corpo è più duro di un altro riesce a scalfirlo. La scala di durezza propone 10 gradi ove il minerale rappresenta un grado che scalfisce quello che precede ed è scalfito da quello che segue.

Pro memoria: Prova di Mohs → *scaffire un oggetto con un altro*

## 3. Duttilità e fragilità

it. Wikipedia: [Duttilità](#) ◇ [Plasticità \(fisica\)](#) ◇ [Fragilità](#)



Argilla

Plasticità ↔ Duttilità

La **duttilità** è una proprietà fisica della materia che indica la capacità di un corpo o di un materiale di deformarsi sotto carico prima di giungere a rottura, ovvero la capacità di sopportare deformazioni plastiche. Un corpo è tanto più duttile quanto maggiore è la deformazione raggiunta prima della rottura.

La **duttilità** può essere anche definita come la capacità di un materiale ad essere ridotto in fili sottili, mentre analogamente la **malleabilità** è la capacità di un materiale ad essere ridotto in lamine sottili. Il massimo esempio di malleabilità è la proprietà del oro che si può ridurre a lamine di pochi millesimi di un millimetro. Indicatori di duttilità sono l'allungamento percentuale e la strizione percentuale.

I materiali che maggiormente godono di questa proprietà sono i **metalli** e delle **sostanze amorfe** tenere come l'argilla o la pasta fresca del panettiere o il vetro caldo.

Proprietà opposta alla duttilità è la **fragilità**, ovvero l'incapacità di deformarsi sotto carico e giungere ad improvvisa rottura (anche detta rottura fragile).

Si nota che duttilità e fragilità sono opposti ma non dipendono tanto dal materiale stesso: l'argilla fresca è molto duttile ma dopo la cottura diventa fragile mentre il vetro riscaldato è molto duttile ma dopo il raffreddamento diventa altamente fragile.



Vetro

## 4. Elasticità e plasticità

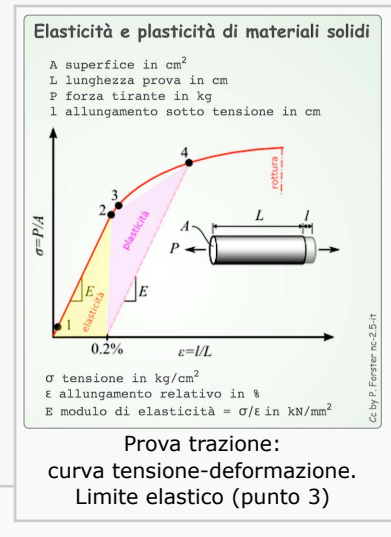
it.Wikipedia: [Elasticità meccanica](#) ♦ [Plasticità \(fisica\)](#) ♦ [tabelle engineerplant](#)

### 4.1 Definizione e misure

La **elasticità** è la proprietà di un materiale di deformarsi sotto l'azione di uno stato di sollecitazione imposto (per esempio, a causa di forze esterne applicate) ma di riacquistare poi la sua forma originale al venir meno della causa sollecitante.

L'elasticità riguarda sia i materiali solidi che i fluidi.

Al solito si determina l'elasticità per una prova a **trazione** oppure a **flessione**, misurando contemporaneamente la deformazione e la forza fino alla rottura della prova. I valori rilevati forniscono una funzione (curva) dalla quale si può determinare sia le proprietà elastiche che le proprietà plastiche e alla fine la forza di rottura del materiale.



Pro memoria: elasticità → torna ♦ plasticità → rimane

### 4.2 Esempi

La tabella a fianco fa vedere per tanti materiali le caratteristiche di elasticità e di resistenza alla rottura (per l'ingegnere la "plasticità" o duttilità si trova tra i due dati).

Senza entrare in dettaglio conviene di ricordarsi di esperienze quotidiane che spiegano meglio queste proprietà:



- Un **elastico** si può tirare a lungo; lasciandolo andare torna alla lunghezza di prima fino a una certa forza si spacca: è molto elastico, poco plastico e non ha una grande resistenza alla tensione.



- Un pezzo di plastillina o una **pasta fresca** per il pane si può tirare molto a lungo con poca forza; lasciandolo andare torna poco indietro: è molto plastica e poco elastico.

Elasticità e rottura di materiali		Modulo di elasticità alla fless.	Carico di rottura alla traz.
		E kN/mm <sup>2</sup>	Rm N/mm <sup>2</sup>
<b>Materiali metallici</b>			
Ferro	Fe 37/360	190	360
Acciaio non legato	C40	220	500
Alluminio laminato		70	220
Duralluminio	Avional	72.5	345
Bronzo		113	350
Ghisa grigia	G25	120	125
Magnesio		44	170
Ottone laminato		100	210
Oro	18 k	0	450
Piombo		5	25
Rame elettrolitico		122	200
Stagno		40	35
Zinco		95	100
<b>Vari materiali</b>			
Vetro		700	30
Legno (lungo le fibre)	Abete	10	70
Legno (trasv. alle fibre)	Abete	1.4	10
Marmo		0	2,94
Grafite		3.95	7,4
Carbone		5.88	
Fibra di vetro	Vetro-epoxy (unidirezionale)	42	1400
Fibra di carbonio	Carbon-epoxy (unidirezionale)	130	1400
Kevlar	epoxy (unidirezionale)	87	1450
Cuoio		0.2	60
Cemento		28	0,98
<b>Materiali sintetici</b>			
Politetrafluoretilene	PTFE	0.7	20
Polivinilcloruro	PVC	2.6	55
Nylon 66		2.2	70
Polipropilene	PP	1.1	35



- Un pezzo di **legno** si può piegare abbastanza finché si rompe e se primo si lascia andare indietro, torna quasi nella posizione di prima: è abbastanza elastico e resistente alla forza di frattura - almeno perpendicolare alle fibre: spaccando legna si nota la differenza: spaccandola lunga la fibra costa molto meno sforzo che perpendicolare alla fibra.

Modulo di elasticità e tensione di rottura per vari materiali

- un **filo di tessile** o una **corda** perpendicolare alle direzione delle fibre ha una grandissima plasticità e anche una certa flessibilità mentre nella direzione della fibra ha una grande resistenza alla tensione ma è poco elastico / plastico.



- il **ferro** del fabbro fa resistenza ad essere piegato e fino a un certo punto torna indietro, ma dopo si piega e rimane: è elastico e plastico, resistente alla rottura e decentemente duro.

- una molle temprata di **acciaio** invece ha una grande elasticità ma poca plasticità e si rompe prima di lasciarsi deformare plasticamente ed è abbastanza duro



- il **marmo** pone una grande resistenza alla rottura e non si lascia deformare ne elasticamente ne plasticamente mo oltre a una certa tensione si rompe.



- il **vetro** si rompe anche facilmente ma come materiale amorfo è dotato di una certa elasticità e anche di una certa plasticità: una lastra di vetro appoggiato su due sgabelli si deforma elasticamente in direzione della gravità e quando si aspetta abbastanza a lungo (anni) si nota che la deformazione è anche diventata plastica: non torna più nella posizione originale.

Meglio si nota questa proprietà del vetro nelle piccole dimensioni come le fibre di vetro: sono altamente flessibili ma dopo un certo tempo mantengono la deformazione.



### 4.3 Riassunto

Si vede che:



- delle sostanze **amorfe** (gomma, pasta fresca, ...) possono essere facilmente plastiche e/o elastiche e poco resistenti alla rottura (fragili come il vetro)
- mentre delle sostanze **crystalline** sono meno deformabili ma più resistenti alla rottura.

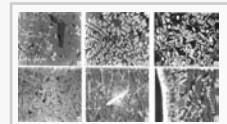




Amianto

- i materiali **fibrosi** (legno, tessili, ossa, amianto, ...) assomigliano in una direzione alle sostanze amorfe e nell'altra alle sostanze cristalline.
- I **metalli** secondo la loro struttura cristallina interna possono assomigliare più alle sostanze amorfe (piombo, stagno, oro, ...), alle sostanze cristalline (ghisa) o rappresentare uno sposalizio tra i due con grande deformabilità elastica e/o plastica e alta resistenza a tensioni in tutte le direzione (ferro da fabbro, acciaio, rame, ottone, bronzo, alluminio, ...).

Si nota anche, che l'abbinamento di queste proprietà agli atomi o alle molecole di una sostanza è molto relativa: centra di più l'organizzazione di atomi e molecole nelle sovrastrutture amorfe, cristalline, fibrose e metalliche.



Ferri medievali  
microstruttura

## 5. Porosità e Fibrosità

*it. Wikipedia: Porosità* ♦ *Fibra (tessile)* ♦ *Fibra*

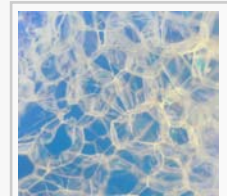


Pane

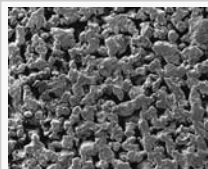
La **porosità** di un materiale è una grandezza scalare ed è genericamente definita come il rapporto tra il volume dei vuoti (pori),  $V_p$  ed il volume totale  $V_m$  del materiale:

Da essa dipendono anche la capacità di coibentazione, la resistenza meccanica, la durabilità dei materiali; la sua valutazione è necessaria, in chimica per controllare il grado di avanzamento dei processi di sinterizzazione. In

geologia degli idrocarburi la conoscenza della porosità viene considerata molto importante perché da questa dipende la maggior o minor capacità di immagazzinamento di idrocarburi.



Styropor



Metallo  
sinterizzato

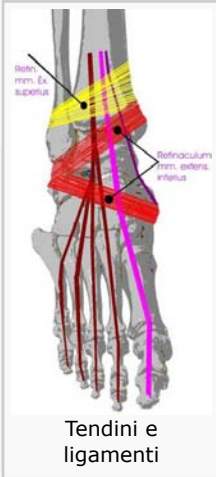
La porosità è, inoltre, un parametro fondamentale in geotecnica per la classificazione delle rocce in base alle loro caratteristiche di permeabilità per la determinazione del loro comportamento sotto carico nelle diverse condizioni di saturazione.

altri esempi: *alimentari*: pane, soufflée, formaggio, ... ♦ *tecnica*: sinterizzati, gomma schiuma, styropor, ...

La **fibrosità** di un materiale è una caratteristica importante, perché le fibre contenute hanno una grande resistenza a tensioni assiali combinato con una grande flessibilità laterale.



Fibre di palma



Anche se nelle scienze fisiche e ingegneristiche non mi sono note delle definizioni esatte e caratteristiche quantitative, in sostanze biologiche sono un fondamentale principio strutturale.

Esempi:

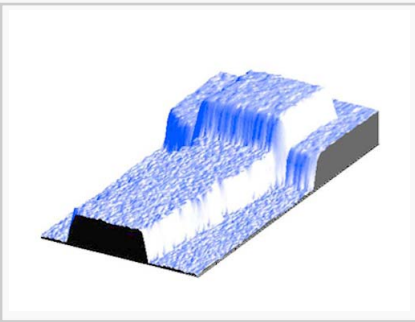
- *mineralogia*: amiante
- *fitologia*: strutture fibrotiche di cellulosa in tutte le parti della pianta
- *zoologia*: strutture del apparato locomotore come ossa, tendini, ligamenti,
- *artigianato e industria*: tessile, corde, ... si basano completamente su strutture fibrose



Tessili

## 6. Rugosità

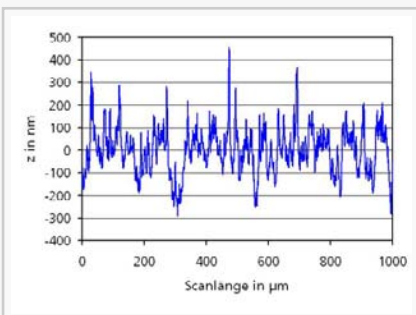
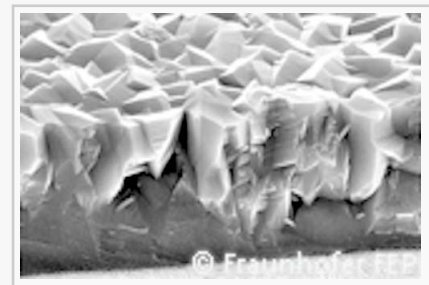
[it. Wikipedia: Rugosità](#)



La **rugosità** (o scabrosità) è una proprietà della superficie di un corpo, costituita da microimperfezioni geometriche normalmente presenti sulla superficie o anche risultanti da lavorazioni meccaniche; tali imperfezioni si presentano generalmente in forma di solchi o scalfitture, di forma, profondità e direzione variabile.

La rugosità di una superficie può essere **misurata**

mediante strumenti denominati rugosimetri. Il procedimento di misura della rugosità consiste nella registrazione del profilo della superficie ottenuto lungo una determinata linea di misura (o di scansione); tale profilo viene poi analizzato definendo un parametro numerico che costituisce la misura della rugosità.



Parte fondamentale del processo di calcolo dei vari parametri di rugosità è l'operazione di filtraggio che consente di ottenere una misura della sola qualità della superficie, depurata dagli effetti che gli errori di geometria del pezzo hanno sul profilo misurato.

La misura della rugosità  $R_a$ , espressa in micron millesimi di millimetro, è il valore medio aritmetico degli scostamenti del profilo reale della superficie rispetto alla linea media. Tale misura è riferita ad una lunghezza di base del profilo

analizzato per evitare l'influenza di altri tipi di irregolarità.

## 7. Abrasività

it. Wikipedia: *Abrasione*



Se due materiali frizionano uno sul altro con una certa forza, quello con la maggiore *durezza* e *rugosità* asporta dal altro dei microtrucioli e lo erode così.



Specialmente le *punte* scalfiscono l'altro materiale anche se ha la stessa durezza. Per questo si spiega che un diamante si può smerigliare con polvere di diamante avendo anche tutte due la stessa durezza.

Il meccanismo si nota ovunque in natura dove si chiama al solito erosione. Personalmente preferisco *abrasione* per dei processi puramente meccanici e *erosione* per processi combinati meccanici / chimici o ignoti di asportazione.

### Esempi:



Abrasione  
acquosa

- l'acqua e i ghiacciai erodono i sassi ma in realtà sono le punte di microparticelle dure nell'acqua e il movimento tra i sassi quando i piccoli scorrono sopra i grandi.

- il vento erode le rocce ma in realtà sono particelle di polvere molto dure (p.es. di quarzo) che fungono come smeriglie



Abrasione  
eolica



Abrasione  
dentale

- lo smalto dei denti di animali (durezza ca. 5 Mohs) vengono abrasi maggiormente da polveri duri (p.es. quarzo durezza ca. 7 Mohs) nel loro mangime (nel mio paese si guardava in bocca al cavallo per stimare la sua età)

- le giunture di animali invece sotto condizioni normali non si consumano, perché tra le superfici di cartilagine si trova un sottilissimo film di liquido sinoviale abbastanza viscoso che evita il contatto diretto tra le due superfici.

Per condizioni accidentali questo film può interrompersi per poco tempo e spezzare via una particella di cartilagine.



Usura biologica

Questa funge poi come un granello di "sabbia" nella giuntura e l'inizio di una continua abrasione è fatto: si chiama artrite.



Usura tecnica

Nel artigianato e in tecnica, l'abrasione:

- è *temuta nella sua forma di usura* e
- indispensabile in tutti processi che richiedono abrasione, cioè *asportazione di materiale* come:
  - scalpire, segare, piallare, ...
  - limare, forare, tornire, fresare, ...
  - smerigliare, lucidare, ...

e tanti altri procedimenti.



Limare



In tutti questi procedimenti si nota, che l'abrasione è un processo che coinvolge tutte due i materiali: in uno c'è l'asportazione di materiale inteso, nell'altro l'usura da rispettare in compenso, e lo scalpello va affilato quando non "taglia" più.



Segare

Il principio è uno: usare forza con le punte o dei fili duri di un attrezzo / materiale contro una sostanza meno dura.



scalpire

**Riassunto:**

- La capacità abrasiva di un materiale non è solo dato dalla durezza del materiale ma altrettanto dalla sua rugosità a punte.
- In materiali composti la durezza del materiale può essere quasi zero come nell'argilla.
- Importante per l'abrasione è invece la maggiore durezza di particelle minerali (anche piccolissime) che si trovano in sospensione nella pasta.
- Se volutamente o per caso ci sono anche di particelle dure (p.es. di quarzo)
  - nella pasta di lucidatura provocano esattamente l'effetto inteso mentre
  - nel dentificio ci possono essere guai alla lunga, perché non pulisce via solo i resti alimentari ma il dente stesso.

---

## 8. Appendice

### 8.1 Commenti

alla pagina *Galenotecnica / Proprietà meccaniche di materiali solidi*: ev. cliccare sul titolo per stilare un commento.

*Peter* — 03 January 2010, 18:48

Test Webmaster

### 8.2 Domini di MedPop



[MedPop](#)

[Novità](#)

[Enciclopedia](#)

[Forum](#)

[Redazione](#)

[CSA](#)

[Immagini](#)

© Cc by P. Forster & B. Buser nc-2.5-it



**Warning:** strftime() [[function.strftime](#)]: It is not safe to rely on the system's timezone settings. You are *\*required\** to use the date.timezone setting or the date\_default\_timezone\_set() function. In case you used any of those methods and you are still getting this warning, you most likely misspelled the timezone identifier. We selected 'Europe/Berlin' for 'CET/1.0/no DST' instead in **/Users/admin/Sites/pmwiki/pmwiki.php(762) : eval()'d code** on line **1**

**Nota:** Di seguito all'installazione di "SnowLeopard" possono apparire su diverse pagine dei commenti del tipo "Warning: ..." (in cima e/o in fondo della pagina). Non ho ancora trovato la causa, ma mi sto scervellando. Per il lavoro di redazione non ha fortunatamente delle conseguenze. Peter

Proveniente da <http://pforster.no-ip.org/~admin/pmwiki/pmwiki.php?n=Galenotecnica.ProprMaterSolidi>  
Pagina creata il , ultima modifica January 03, 2010, at 08:08 PM