

Corso di Laurea in Ingegneria Edile (A.A. 2024-25)

«Tecnologia dei Materiali e Chimica Applicata»

(Prof. Fabio Iucolano)

Prove meccaniche
- Parte 2 -



Altre proprietà meccaniche

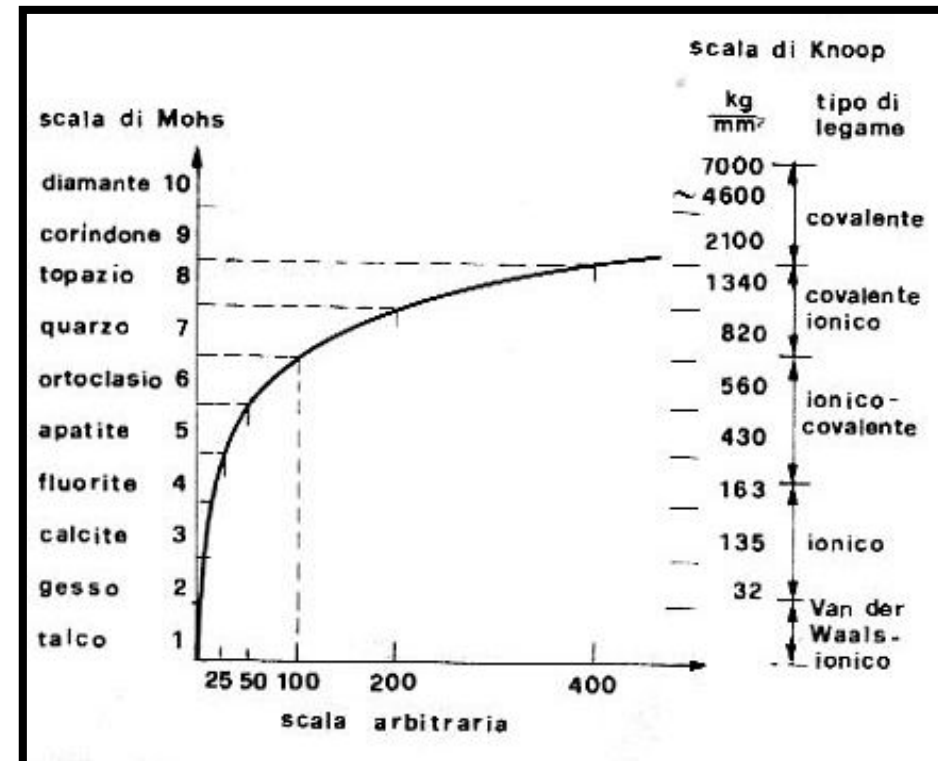
- Durezza -

Durezza: la resistenza che la superficie del materiale oppone alla deformazione plastica (e quindi alla scalfittura, alla penetrazione, all'abrasione etc...).

Può essere valutata in maniera **qualitativa** (“scala di Mohs”) oppure in maniera **quantitativa** (prove di durezza).

Nella scala di **Mohs**, molto usata dai mineralogisti, il posto assegnato ad un materiale dipende dalla capacità che esso ha di scalfire o deformare un altro che occupa un posto più in basso.

N.B. Stretta correlazione tra durezza e legame atomico.

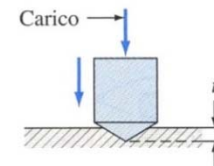
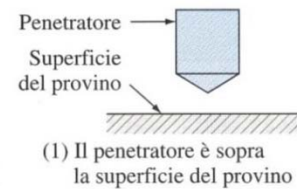
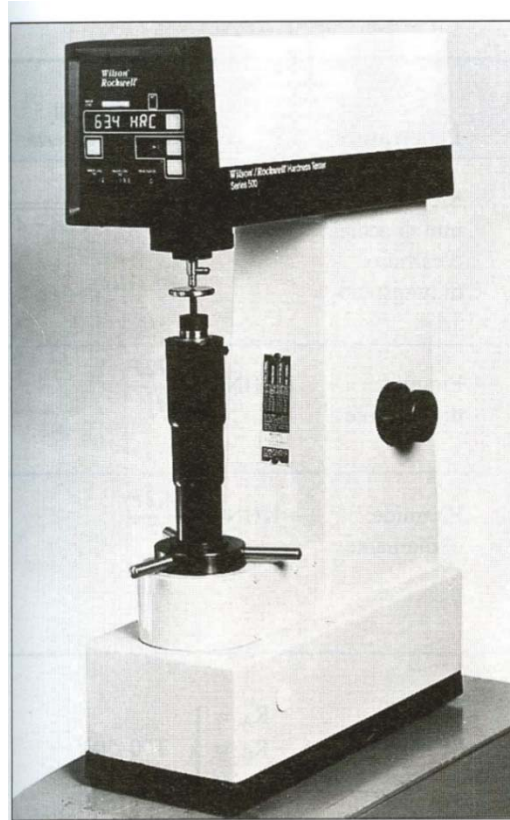




Prove statiche di durezza

- *Durometri* -

Tale prova consiste nel misurare l'impronta lasciata sulla superficie del materiale da un **penetratore** sul quale agisce un determinato carico per un certo tempo.



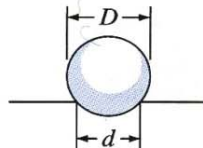

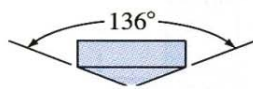
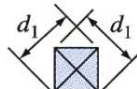
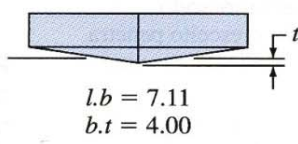
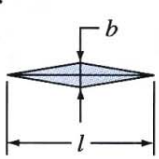
$$H \propto F/S$$



Prove statiche di durezza

- *Durometri* -

A seconda delle **modalità** con cui si effettua la prova (tipo di penetratore, entità del carico, tempo di applicazione, ecc), si parlerà di durezza **Brinell (BH)**, **Vickers (VH)**, **Rockwell (RH)**, **Knoop (KH)**, microdurezza).

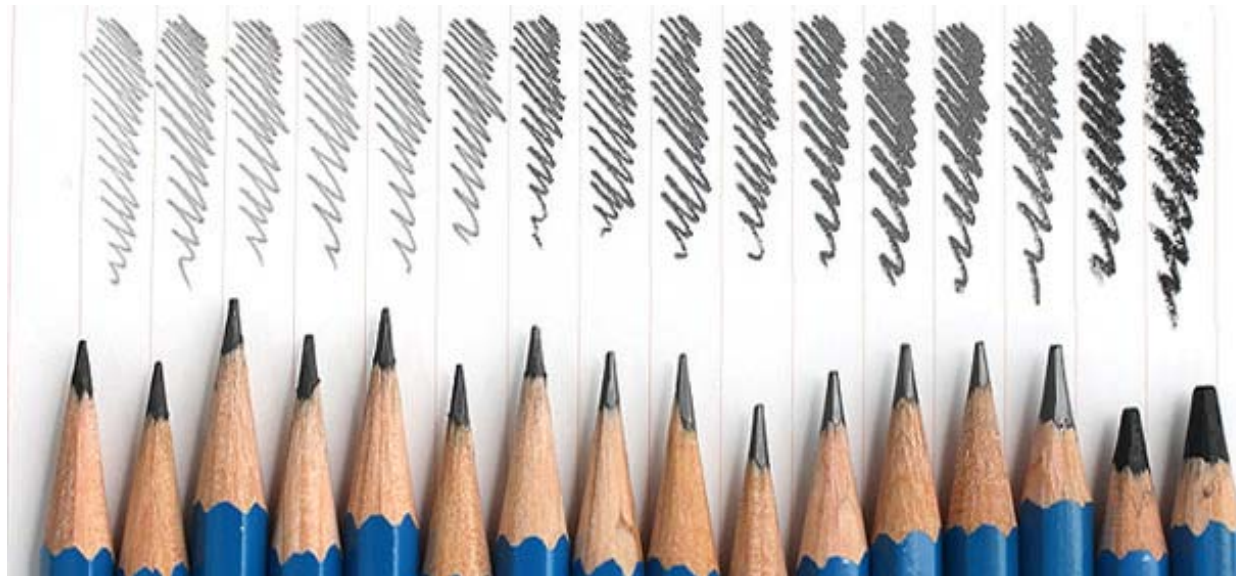
Test	Carico	Forma del penetratore		Penetratore	Formula per il calcolo della durezza
		Vista laterale	Vista dall'alto		
Brinell	P			Sfera di 10 mm di acciaio o carburo di tungsteno	$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
Vickers	P			Piramide di diamante	$VHN = \frac{1.72P}{d_1^2}$
Microdurezza Knoop	P			Piramide di diamante	$KHN = \frac{14.2P}{l^2}$

Esempio: $BH_{10/3000/15} = 300$

Durezza Brinell, $d=10\text{mm}$, $P=3000\text{ Kg}$, $t=15\text{ s}$

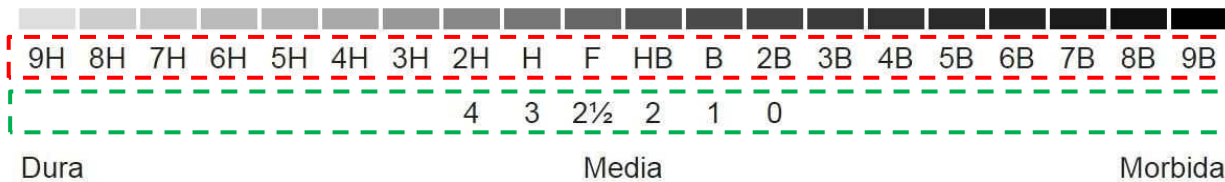


La durezza delle matite....



scala britannica

scala americana



H = hard

B = black

F = fine

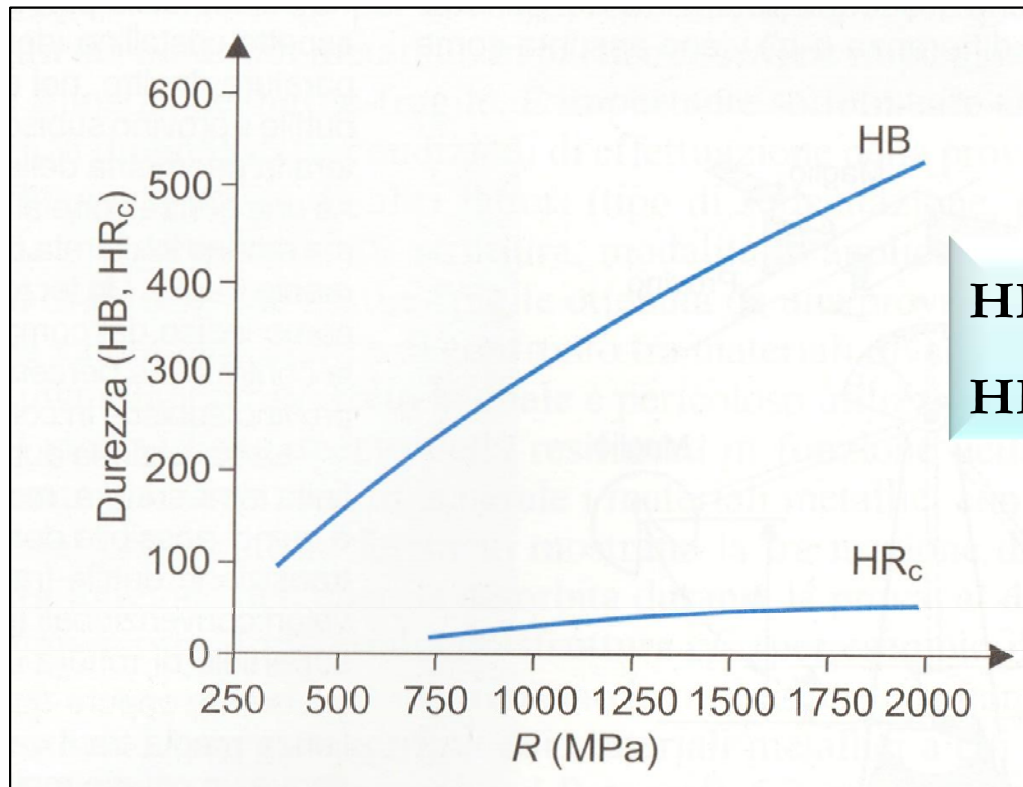


Curve di correlazione durezza-resistenza

Sono molto utilizzate per i **materiali metallici**. In particolare, per gli **acciai** esiste una correlazione indicativa tra carico di rottura a trazione e durezza.



N.B. Possibilità di stimare σ_R mediante una prova non distruttiva!!



HB = durezza Brinell

HR_c = durezza Rockwell



DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Prova di durezza Brinell



Vedi video n.6 da sito docente (contenuti multimediali)

<https://www.youtube.com/watch?v=RJXJpeH78iU>



Prove dinamiche di durezza

- Sclerometri -

La stima della durezza del materiale viene valutata in funzione **dell'entità del rimbalzo** di una massa metallica che scorre in un cilindro cavo e percuote la superficie da testare.

E' una prova molto utilizzata per gli elementi in **calcestruzzo**, in muratura, e per i lapidei in generale. E' molto semplice da effettuare, non distruttiva, è utile per fare prove *in situ*, ma **non è affidabile quanto le prove statiche**.



Per ridurre il grado di incertezza, spesso si abbina ad un'altra tecnica diagnostica non distruttiva basata sugli ultrasuoni: **Tecnica Son-Reb**



Stima sulla Rc del calcestruzzo





DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Altre proprietà meccaniche

- *Resilienza* -

Premessa: La maggior parte dei materiali metallici presenta a T ambiente un comportamento duttile e tenace. Anche per tali materiali, però, possono esserci dei fattori che tendono a facilitare la rottura di tipo fragile.

- Uno di tali fattori è la **velocità di applicazione del carico**: un materiale potrebbe resistere bene (assorbire energia) in seguito ad un carico statico ma comportarsi diversamente in seguito ad un urto.

- Un altro fattore, ancor più determinante, è la **temperatura** a cui si trova il materiale: a T molto basse (decisamente sotto lo zero) i metalli tendono ad assumere un comportamento fragile.

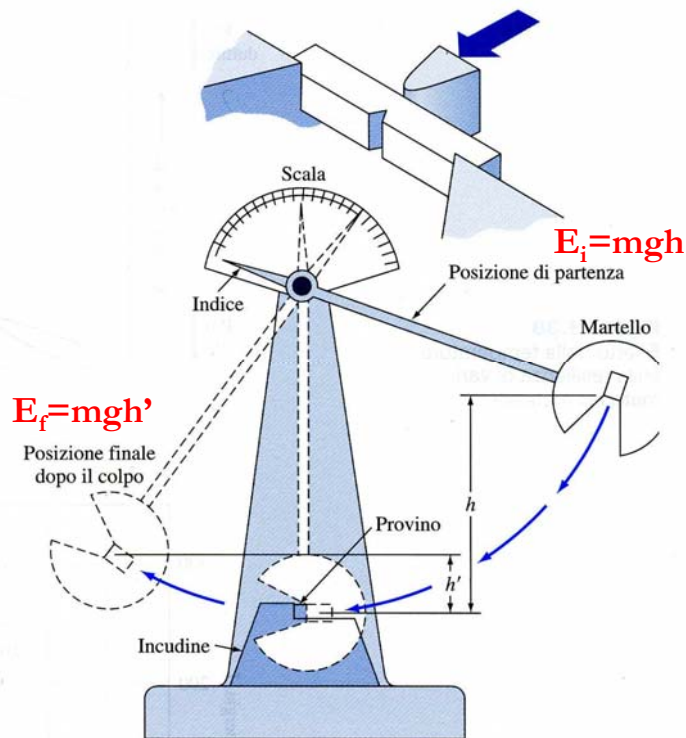


Altre proprietà meccaniche

- Resilienza -

Resilienza: L'energia assorbita da un provino standardizzato, che presenta un intaglio, quando viene colpito da un maglio.

Può essere considerata come indice della **suscettibilità ad una rottura duttile** (elevata resilienza) **o fragile** (bassa resilienza).



Prova del pendolo di Charpy

m = massa del pendolo

h = altezza iniziale

h' = altezza finale

Resilienza: $K_v = mg(h-h')$

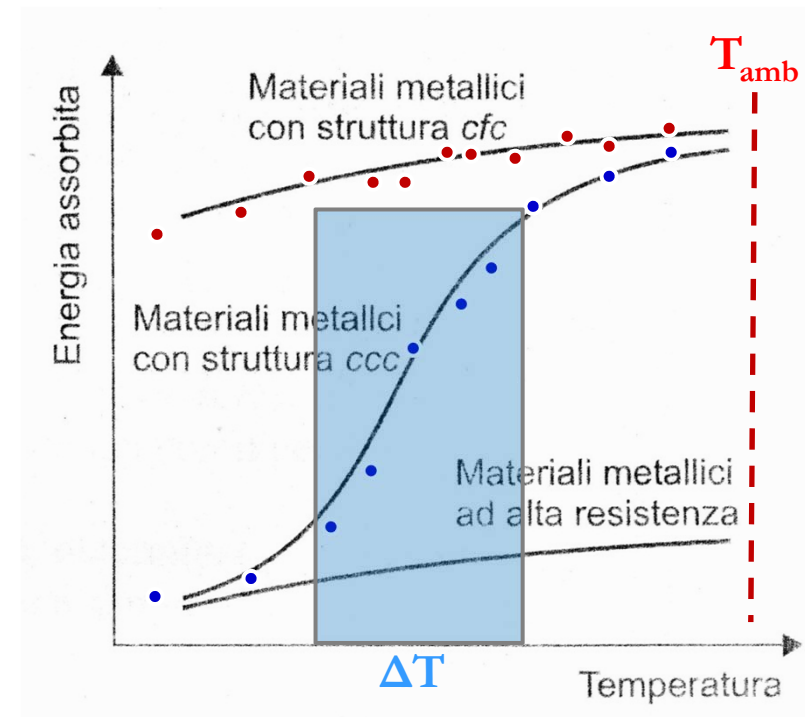


Intervallo di transizione duttile-fragile

La prova di resilienza è spesso utilizzata per studiare la **transizione duttile-fragile** di un materiale metallico al diminuire della temperatura.

Effettuando diverse **prove a T decrescenti** si traccia l'andamento della resilienza (K) in funzione della T.

In questo modo si determina l'eventuale **intervallo di temperatura** in corrispondenza del quale il materiale subisce una diminuzione dell'energia assorbita, passando quindi da comportamento duttile a fragile.





DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Prova di resilienza

- Pendolo di Charpy -



Charpy Impact Test



Vedi video n.7 da sito docente (contenuti multimediali)
<https://www.youtube.com/watch?v=tpGhqQvftAo&t=1s>



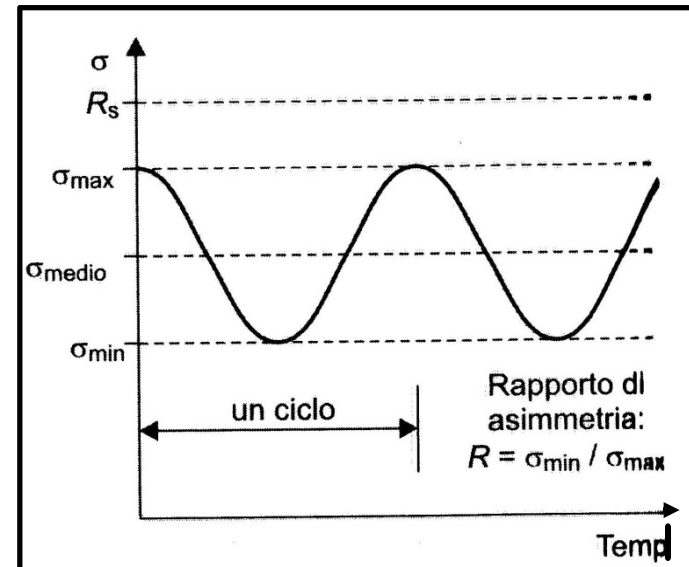
Altre proprietà meccaniche

- *Fatica* -

Fatica: fenomeno che porta a rottura un materiale sottoposto ciclicamente (sollecitazioni ripetute molte volte nel tempo) ad un **carico massimo inferiore al suo carico di snervamento**.

Esempio: Un materiale metallico sollecitato con uno sforzo costante minore di R_s (carico di snervamento) può resistere per un tempo indefinito.

Se invece la sollecitazione è ciclica, allora il materiale nel tempo può giungere a rottura per fatica.



La rottura per fatica è frequente soprattutto per **componenti meccaniche in movimento** (settore automobilistico, aeronautico), ma anche per **strutture civili** (onde del mare, vento, traffico...).

N.B. In tutti questi casi, dunque, la progettazione si fa “sulla fatica”.



DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Prove di fatica



Il meccanismo di rottura per fatica è abbastanza complesso. Schematizzando, si può dire che la rottura avviene per **innesco e propagazione di una cricca**, che porta poi ad una **rottura di schianto** (temibile proprio perché avviene senza alcun segno premonitore).



Il comportamento a fatica di una struttura reale è di **difficile previsione**, a causa della difficile riproducibilità di tutte le variabili che intervengono in periodi di tempo così lunghi.

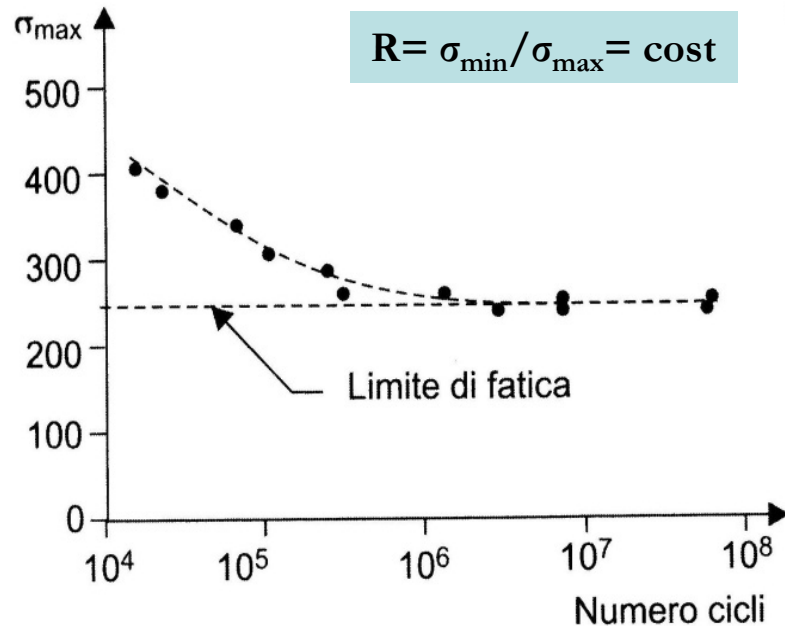
Per avere comunque delle indicazioni di massima, si impone un carico sinusoidale, variando il σ_{\max} ma tenendo costante R (**rapporto di asimmetria**), e misurando il numero di cicli necessari alla rottura.



Prove di fatica

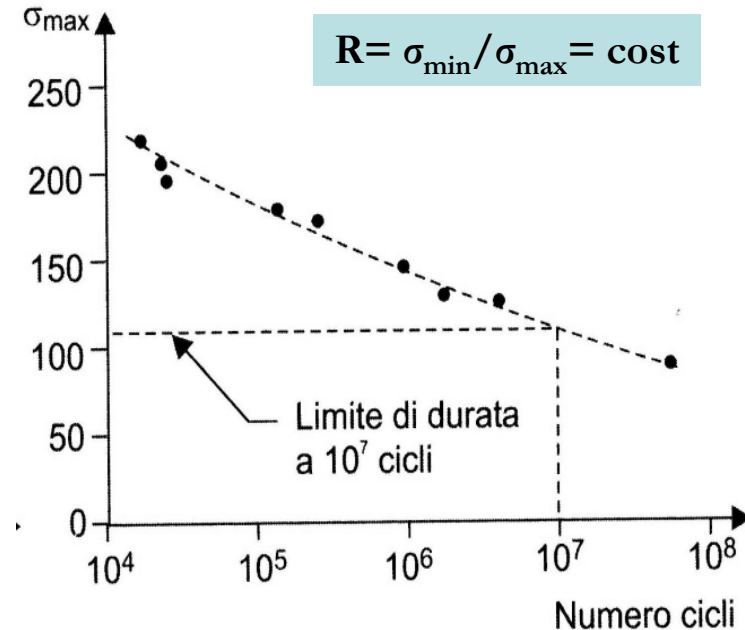
- Alcuni esempi (curve di Wohler) -

Acciaio



Limite di fatica: sforzo soglia al di sotto del quale **il provino non giunge a rottura**, qualunque sia il numero di cicli a cui venga sottoposto.

Lega di alluminio



Non presenta «Limite di fatica»