CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI

METALLURGIA

Le PROVE MECCANICHE si dividono in:
- STATICHE: trazione, compressione, flessione, torsione, durezza;
- IMPULSIVE: resilienza;
- CICLICHE: fatica;
- A CARICO COSTANTE: usura, scorrimento.

Esse sono prove in atmosfera, e non in ambiente corrosivo, e sono regolate da standard tecnici che descrivono con estrema puntualità e precisione il tipo di provino da usare (geometria, dimensioni caratteristiche), il tipo di apparecchiatura da impiegare, il modo di condurre la prova ed il modo di interpretare i risultati ottenuti.

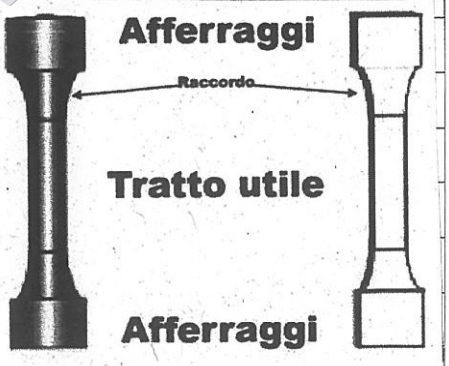
Gli sforzi principali sono trazione/compressione, taglio, torsione e per ognuno si definisce sollecitazione, deformazione e modulo elastico.

PROVA DI TRAZIONE

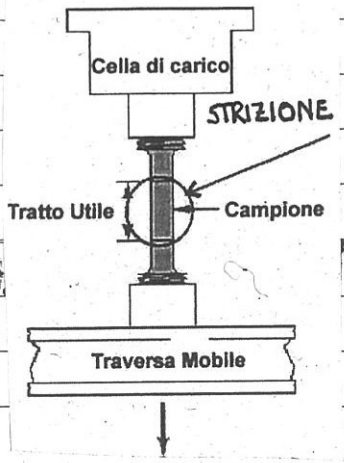
La PROVA DI TRAZIONE (UNI EN 10002) è la più importante tra le prove meccaniche distruttive e consiste nel sottoporre un provino ad uno SFORZO DI TRAZIONE, che si prolunga fino alla rottura, per determinare le caratteristiche meccaniche.

Il provino si ottiene grazie alla lavorazione meccanica di un saggio prelevato da un prodotto, è detto "A OSSO DI CANE" e può avere forma circolare o rettangolare.

È costituito da: un tratto a sezione costante, dove si ha il TRATTO UTILE, e da 2 teste,



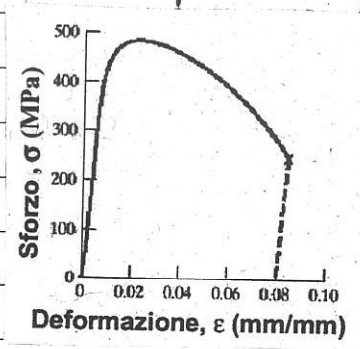
dette AFFERRAGGI, opportunamente raccordate per evitare delle sovra sollecitazioni.
Il provino viene messo nella cella di carico e si impone una una velocità di deformazione costante, pari a 10^{-3} mm/s.



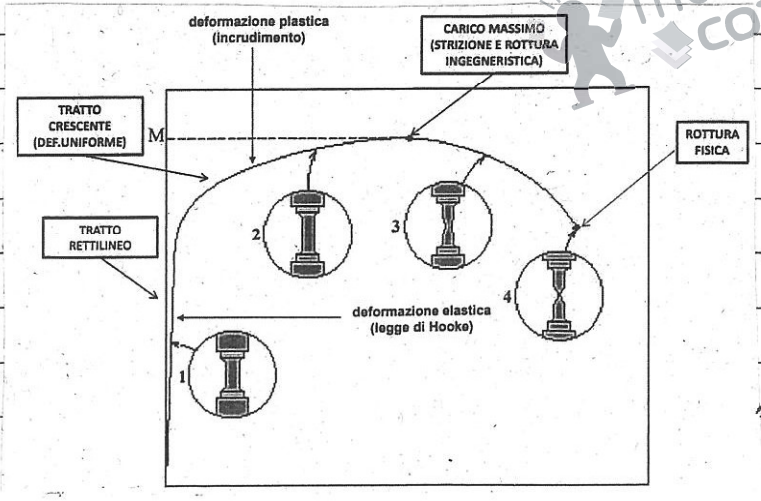
Si definisce SOLLECITAZIONE MONOASSIALE la σ che vale: $\sigma = \frac{F}{A_0} = [MPa]$

dove Ao è la sezione del provino ortogonale all'asse di applicazione del carico prima del test; e DEFORMAZIONE la ε che vale:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0}$$ NUMERO PURO



dove l è la LUNGHEZZA ISTANTANEA e l_0 è la LUNGHEZZA INIZIALE / TRATTO UTILE.
l_0 è molto importante e deve essere abbastanza lunga rispetto alla sezione del provino che si va a strizionare, altrimenti la deformazione sarà enorme poichè $l \gg l_0$.
Dalla prova di trazione si ricava la CURVA SFORZO-DEFORMAZIONE INGEGNERISTICA (riferita alla sezione iniziale Ao) da cui si ottengono le grandezze meccaniche:



- Nel I tratto la relazione tra σ e ε è lineare e vale la LEGGE DI HOOKE $\sigma = E \cdot \varepsilon$, dove E è il MODULO ELASTICO.
Siamo nel campo delle DEFORMAZIONI ELASTICHE, cioè se applico uno sforzo, togliendo il carico, l'oggetto torna alle sue dimensioni iniziali, quindi la deformazione non è permanente.
(In realtà è sempre leggermente curva a causa di alcuni movimenti di dislocazione che non tornano più come prima).
Il MODULO ELASTICO/DI YOUNG (E) è la costante che lega lo sforzo alla deformazione. È una caratteristica del materiale che dipende dall'energia di legame atomico ed è ricavabile come il valore della tangente all'origine della curva, cioè:

$$E = \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$$

E cresce al crescere dell'energia di legame atomico.

Inoltre, al crescere di E cresce anche la RIGIDEZZA del materiale.

- Aumentando la forza applicata aumenta il carico applicato e la curva si allontana sempre più dall'andamento rettilineo.
Siamo nel campo delle DEFORMAZIONI PLASTICHE, cioè se applico uno sforzo, togliendo il carico, l'oggetto non torna alle sue dimensioni iniziali, quindi la deformazione è permanente.
Non c'è un punto netto in cui si separano i 2 campi di deformazione ma si considera un valore limite che, di solito, è lo 0.2% della deformazione ($\varepsilon = 0.002 = 0.2\%$).
Il CARICO UNITARIO DI SNERVAMENTO ($\sigma_S / R_{p0.2}$) è la minima sollecitazione applicata per la quale sul materiale iniziano a verificarsi significative deformazioni plastiche.
Quando si entra in campo plastico si verifica l'INCRUDIMENTO, fenomeno metallurgico per cui un materiale metallico risulta rafforzato in seguito ad una deformazione plastica a freddo; quindi, per aumentare la deformazione plastica serve incrementare la sollecitazione.
In questo campo, quando si applica nuovamente lo sforzo al materia

/

le già deformato plasticamente, il carico di snervamento sarà aumentato.
Inoltre, l'incrudimento è legato alla pendenza della tangente alla curva: maggiore è la pendenza, maggiore è l'incrudimento.

- Continuando a sollecitare, il materiale si incrudisce sempre più e si arriva al punto max della curva dove si verifica il fenomeno della STRIZIONE, cioè una zona localizzata del provino si "stringe" molto poiché all'interno il materiale comincia a rompersi.
Anche se il provino non risulta fisicamente separato, il materiale è ingegneristicamente rotto ed il punto prende il nome di CARICO DI ROTTURA (σ_R / Rm).
È il rapporto tra il massimo carico applicato e la sezione iniziale del provino ed è il massimo carico che un materiale può sostenere in esercizio prima di arrivare: a strizione, per un materiale metallico, alla propagazione della fessura, per un materiale ceramico, e alla rottura delle catene polimeriche (ALLINEATE), per un materiale polimerico.
A questo punto si nota un'apparente diminuzione della sollecitazione ma, in realtà, il grafico nominale si riferisce ad uno sforzo in funzione della sezione iniziale Ao perciò la sollecitazione aumenta poiché la sezione centrale diminuisce.

- Si continua la prova finché non si ha la rottura fisica del materiale e si prende l'ALLUNGAMENTO PERCENTUALE A ROTTURA (AL%); maggiore è AL% maggiore è l'area sottesa dalla curva, e ciò contraddistingue un materiale duttile da uno fragile, che non ha deformazioni plastiche.
Un'altra misura di duttilità è la STRIZIONE PERCENTUALE A ROTTURA (SR%), cioè quanto si è ridotta l'area prima di avere la rottura del materiale.

$$AL\% = \frac{L_F - L_O}{L_O} \cdot 100 \qquad SR\% = \frac{A_O - A_F}{A_O} \cdot 100$$

RESILIENZA e TENACITÀ sono altre proprietà del materiale che tengono conto sia della sua RESISTENZA MECCANICA che della sua DUTTILITÀ. La capacità di ASSORBIRE ENERGIA e la TENACITÀ A FATTURA di un materiale sono fondamentali per i componenti strutturali che devono resistere a sovraccarichi improvvisi che superano, per un breve periodo, il limite di snervamento del pezzo.

La legge che lega tensione reale e deformazione reale è la

RELAZIONE DI HOLLOMON $\sigma = K \varepsilon^n$

dove K è il COEFFICIENTE DI RESISTENZA e n è il COEFFICIENTE DI INCRUDIMENTO DEL MATERIALE, ed è pari alla pendenza del tratto lineare della zona di deformazione plastica riportando la curva σ-ε reale in coordinate logaritmiche ($n = 0.15 - 0.2$ per leghe di Al e $n = 0.15 - 0.28$ per acciai dolci).

Se aumento T $\Rightarrow$ E, σ_S, σ_R diminuiscono mentre AL% aumenta.