Capitolo 1

Ogni corpo vincolato e soggetto a forze esterne presenta delle deformazioni.

- Se le sollecitazioni esterne sono moderate e le deformazioni sono quindi modeste, togliendo la causa che le ha prodotte si annullano completamente. Tali deformazioni hanno carattere **elastico** e sono **temporanee**.
- Se le sollecitazioni esterne sono più elevate e le deformazioni aumentano, togliendo la causa che le ha prodotte rimangono quasi inalterate. Tali deformazioni sono **anelastiche** (o **plastiche**) e sono **permanenti**.

Le deformazioni dipendono sia dalle sollecitazioni esterne sia dal materiale. Ogni costruzione deve essere dimensionata in modo da non subire deformazioni permanenti e da non rompersi.

Per valutare le caratteristiche dei materiali, si eseguono delle prove di resistenza, come la **prova di trazione**, che si effettua su un *provino standard* (UNI) (figura A). Se l è la lunghezza del provino e λ l'allungamento provocato dalla trazione, si definisce **deformazione relativa** il rapporto $\varepsilon = \lambda/l$ (adimensionale).

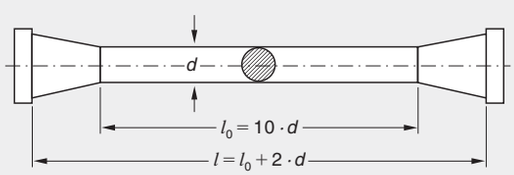


Figura A

Il diagramma che riporta la sollecitazione $\sigma = F/A$ (rapporto tra il carico F applicato al provino e l'area A della sezione del provino) in funzione della deformazione $\varepsilon = \lambda/l$ è riportato nella figura B, che evidenzia i seguenti valori caratteristici:

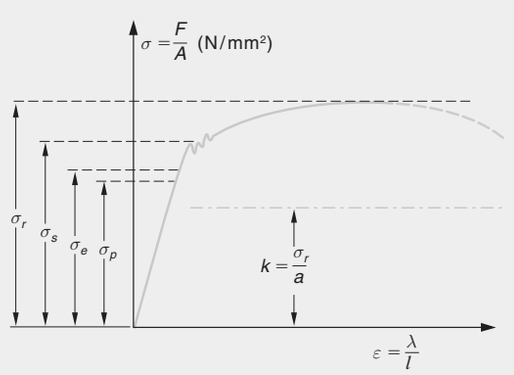


Figura B

- σ_p: **carico unitario al limite di proporzionalità**; nel primo tratto rettilineo vale la **legge di proporzionalità** (o di **Hooke**), $\sigma = E \cdot \varepsilon$, dove E è il **modulo di elasticità normale** o **modulo di Young**, una caratteristica del materiale;
- σ_e: **carico unitario al limite di elasticità**; per valori superiori il provino inizia a subire deformazioni permanenti;
- σ_s: **carico unitario al limite di snervamento**; per valori superiori il materiale inizia a cedere e a piccoli incrementi del carico corrispondono elevate deformazioni.
- σ_r: **carico unitario di rottura**.

Materiali fragili non hanno un tratto proporzionale e non presentano una σ_s individuabile. Materiali malleabili raggiungono velocemente lo snervamento (senza il tratto seghettato) e manifestano ampie deformazioni anche sotto carichi esigui (figura C).

Considerando due sezioni contigue generiche di un corpo, si sviluppano delle **tensioni interne** uguali e opposte in seguito alle sollecitazioni esterne. Quando le tensioni interne superano un certo valore le due sezioni non riescono a rimanere attaccate perché la resistenza del materiale non lo consente. L'integrità del pezzo è quindi compromessa.

Facendo riferimento a un'area unitaria, le tensioni interne si possono dividere in **tensioni normali unitarie** rispetto alla sezione su cui agiscono (σ) e ten-

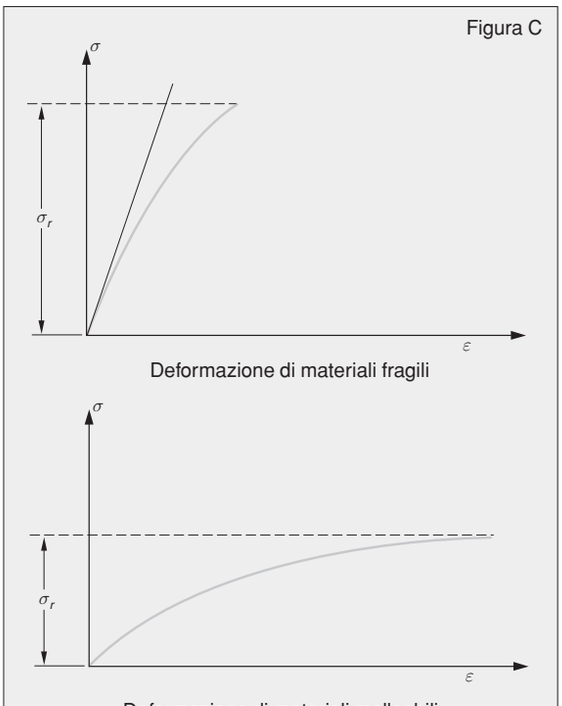
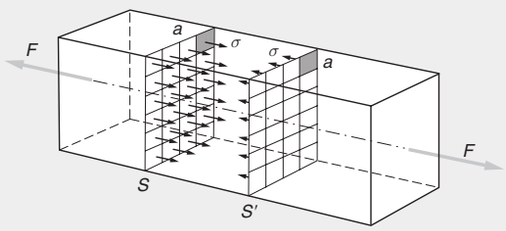


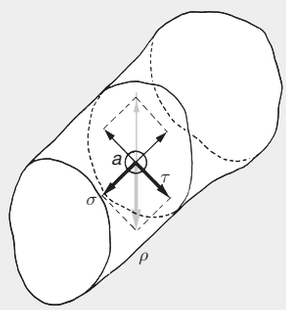
Figura C

Copyright © 2010 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6487]
Questo file è una estensione online del corso C. Pidatella, G. Ferrari Aggradi, D. Pidatella, **Corso di Meccanica**, terza edizione, © Zanichelli 2010

Figura D



Tensioni interne di tipo normale (σ)



Tensione interna obliqua
rispetto alla sezione su cui agisce

sioni **tangenziali unitarie** (τ) (figura D). Entrambe si misurano in $N \cdot mm^{-2}$ o MPa. Se si immagina di dividere in due parti un pezzo in corrispondenza di una generica sezione S, le tensioni interne trasmesse da un tronco all'altro attraverso S equilibrano le sollecitazioni esterne (comprese le reazioni dei vincoli) agenti su quest'ultimo.

Il **criterio di resistenza** di ogni pezzo da costruzione si può esprimere rapportando le tensioni interne alla σ_r del materiale di cui è costituito. Poiché tutte le formule e i procedimenti di calcolo che saranno studiati si basano sulla validità della legge di Hooke, è opportuno che sia

$$\left.\begin{matrix}\sigma \\ \tau\end{matrix}\right\} \leq \sigma_p$$

All posto di σ_p si preferisce comunque utilizzare una frazione del carico di rottura: il **carico unitario di sicurezza**

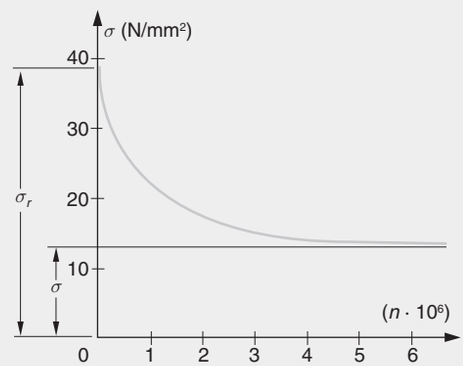
$$k = \frac{\sigma_r}{a}$$

dove a è il *coefficiente di sicurezza*, compreso in valori da 2 a 4 per gli acciai e da 6 a 15 per il calcestruzzo. La condizione di resistenza si può quindi scrivere come:

$$\begin{matrix}\sigma \leq k \\ \tau \leq k_t\end{matrix} \quad (k \neq k_t)$$

Se i carichi non sono applicati gradualmente e non sono statici nel tempo ma improvvisi o variabili nel tempo, si possono avere rotture dopo un certo tempo senza che si manifestino prima ampie deformazioni e anche se il pezzo fosse stato dimensionato correttamente con il criterio di resistenza illustrato. In questi casi si parla di **cedimento per fatica** (figura E).

Figura E



Curva indicativa relativa a una prova di fatica

Da prove sperimentali risulta che dimensionando il pezzo rispetto a k_f si può assicurare la resistenza della struttura; k_f è detto **carico unitario al limite di fatica** o **limite di fatica** e vale:

- $k_f = \frac{2}{3}k$ se la forza esterna varia tra 0 e un certo valore F;
- $k_f = \frac{1}{3}k$ se la forza esterna varia tra $-F$ e F.

Il **principio di Saint-Venant** afferma che in una trave soggetta a sollecitazioni esterne, a eccezione di un breve tratto iniziale dove è applicato il sistema di forze esterne, le tensioni e le deformazioni non cambiano se si sostituisce al sistema di forze esterne un altro avente la stessa risultante.

I **limiti di validità** del principio riguardano la lunghezza del tratto iniziale, pari alla dimensione maggiore della sezione della trave.

Il **principio di sovrapposizione degli effetti** afferma che l'effetto prodotto da più forze che agiscono su un componente è uguale alla somma degli effetti che le forze producono singolarmente. Il principio vale se vale la legge di Hooke.

Copyright © 2010 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6487]
Questo file è una estensione online del corso C. Pidatella, G. Ferrari Aggradi, D. Pidatella, **Corso di Meccanica**, terza edizione, © Zanichelli 2010