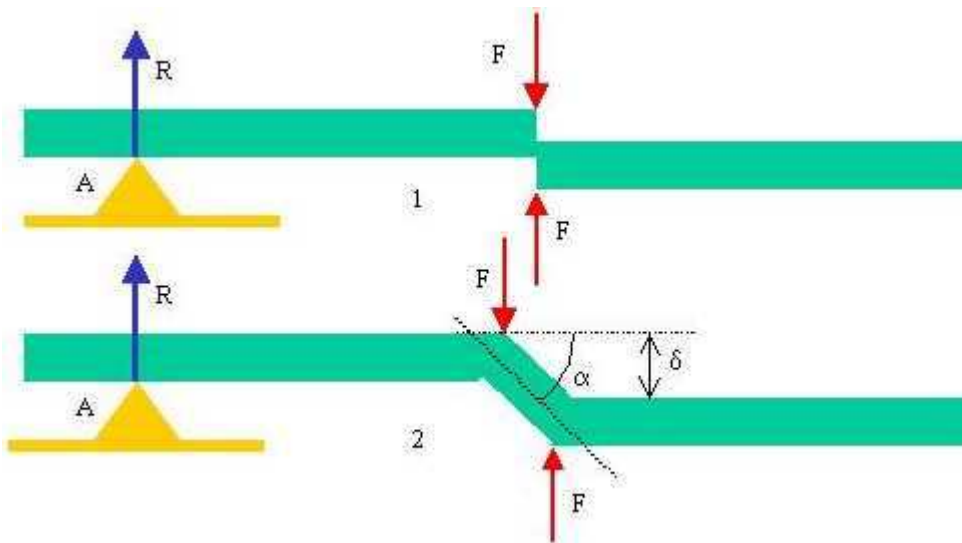


## IL TAGLIO

**DEFINIZIONE:** si ha taglio quando la forza è perpendicolare all'asse e passa per esso. Questa definizione ci assicura che, salvo casi particolari, il taglio è sempre accompagnato dalla **flessione**. La figura 1 mostra la situazione ideale, nella quale le forze opposte F tagliano la trave in una sezione, di netto, senza produrre nessuna deformazione, se non la dislocazione (spostamento) della parte destra rispetto alla sinistra. La figura 2 mostra approssimativamente la situazione reale, nella quale le forze producono una grande deformazione(a) poichè non possono agire su una sola sezione ma su una zona più o meno ampia; la zona che poi sarà sede del taglio in due parti della trave subisce una dislocazione  $\delta$  e una rotazione  $\alpha$  che dipendono dalle caratteristiche di resistenza del materiale e dallo spessore della trave(b).



**LIMITI:** la situazione della figura 2 si verifica quando è nostro intento tagliare effettivamente la trave (tranciare). In tutti gli altri casi si ammette che lo stato della trave è quello rappresentato nella figura 1.

Poichè l'azione di taglio tende a far scorrere la faccia destra su quella sinistra, è ovvio pensare che il materiale si oppone sviluppando delle forze interne che giacciono sulla stessa sezione(c): queste forze interne sono denominate sforzi tangenziali, si indicano con la lettera  $\tau$  (tau) e hanno le dimensioni di una pressione cioè  $[N/mm^2]$ .

Occorre ora distinguere i due casi: a) taglio accompagnato da flessione; b) taglio senza flessione.

a) **taglio accompagnato da flessione**. Le  $\tau$  hanno il valore massimo in superficie e zero al centro, cioè (vedi figura qui sotto a sinistra) vanno diminuendo verso il centro (asse neutro) e poi aumentano di nuovo.

L'equazione di stabilità (valida quindi in fase di progetto) è:

$$\tau = T * S / b * J \leq \tau_{amm}$$

nella quale: T è la forza tagliante (F nella figura 1); S è il **momento statico** della sezione; b è la larghezza della sezione; J è il momento di inerzia della sezione.

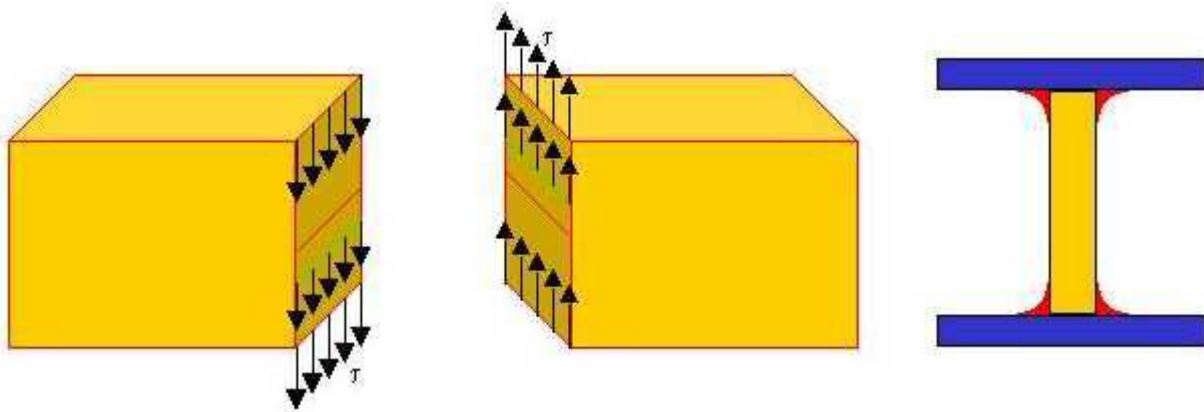
La  $\tau_{amm}$  è solitamente minore della  $\sigma_{amm}$ , indicando che per i materiali è più pericoloso il taglio che le altre sollecitazioni. Tuttavia si verifica che, una volta dimensionata la trave per la flessione (ad esempio), essa è largamente sufficiente per sopportare anche il taglio, a meno che la trave stessa non sia "corta" (lunghezza paragonabile alla larghezza e all'altezza). Di conseguenza il calcolo si

svolge **come se il taglio non ci fosse**, ma alla fine **si esegue la verifica a taglio** avendo già calcolato le dimensioni della sezione.

Nell'acciaio da costruzione solitamente si pone  $\tau_{amm} \leq 0,77 \sigma_{amm}(d)$ .

**b) taglio senza flessione.** Le  $\tau$  hanno valore costante su tutta la sezione pari a  $\tau = T / A$ , essendo T la forza tagliante e A l'area della sezione. Questa situazione si verifica quando la deformazione della figura 2 è assolutamente impedita, per esempio nel caso di una vite stretta nella sua sede (vedi il caso di un bullone prigioniero(e) serrato a fondo). In tale situazione l'espressione per il progetto è semplicemente

$$\tau = T / A \leq \tau_{amm}$$



**ESEMPI DI CALCOLO** (taglio con flessione):

**a) Trave con sezione rettangolare** (figura a sinistra): la sezione sia  $A = b * h = 300 * 400$  [mm<sup>2</sup>]. 1) calcolo del momento statico di mezza sezione(f) rispetto all'asse neutro (in rosso) baricentrico ( $y = h/2$ ):  $S = (b * h/2) * (h/4) = (300*400/2) * (400/4) = 6.000.000$  [mm<sup>3</sup>](g). 2) calcolo del momento di inerzia di tutta la sezione rispetto all'asse neutro(h):  $J = b * h^3 / 12 = 300 * 400^3 / 12 = 1.600.000.000$  [mm<sup>4</sup>].

Sostituendo si trova:  $\tau = T * S / b * J = T * 6.000.000 / 300 * 1.600.000.000 = T * 0,0000125$  [N/mm<sup>2</sup>].

Supponendo che la trave sia in calcestruzzo, con  $T = 25.000$  [N] e  $\tau_{amm} = 0,6$  [N/mm<sup>2</sup>], si ottiene:

$$\tau = T * 0,0000125 = 25.000 * 0,0000125 = 0,31 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \tau_{amm} .$$

Poichè  $\tau$  è minore di  $\tau_{amm}$  la sezione è ben dimensionata.

**b) Trave con sezione a doppio T** (figura a destra): l'anima sia  $A' = b' * h' = 24 * 200$  [mm<sup>2</sup>] e l'ala  $A'' = b'' * h'' = 160 * 30$  [mm<sup>2</sup>]. 1) calcolo del momento statico di un'ala rispetto all'asse neutro baricentrico ( $y = h'/2 + h''$ ):  $S' = (b'' * h'') * (h' / 2 + h'' / 2) = (160*30) * (100/2 + 30/2) = 312.000$  [mm<sup>3</sup>]. 2) calcolo del momento statico di mezza anima rispetto all'asse neutro baricentrico:  $S'' = (b' * h' / 2) * (h' / 4) = (24*200/2) * (200/4) = 120.000$  [mm<sup>3</sup>]. 3) calcolo del momento di inerzia di tutta la sezione rispetto all'asse neutro baricentrico:  $J = 2 * [S' * (h' / 2 + h'' / 2) + S'' * (h' / 4)] = 2 * [312.000*(100/2 + 30/2) + 120.000*(200/4)] = 52.560.000$  [mm<sup>4</sup>].

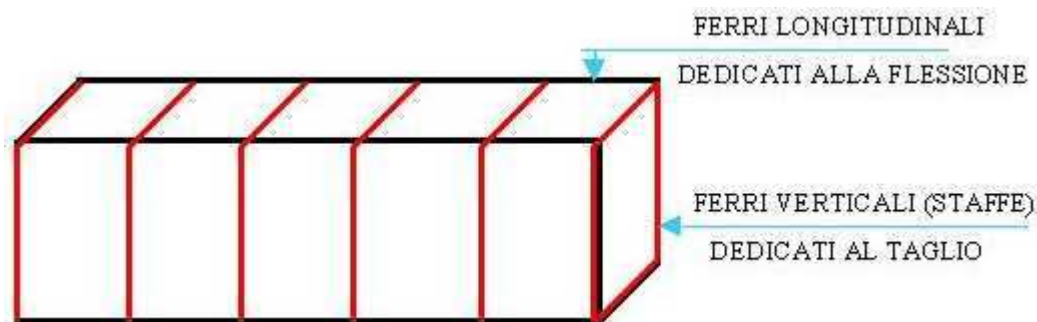
Sostituendo, all'attacco fra ala e anima, si trova:  $\tau' = T * S' / b'' * J = T * 312.000 / 160 * 52.560.000 = T * 0,000037$  [N/mm<sup>2</sup>]. Sull'asse neutro si trova:  $\tau'' = T * (S' + S'') / b' * J = T * (312.000 + 120.000) / 24 * 52.560.000 = T * 0,00034$  [N/mm<sup>2</sup>](i).

Supponendo che la trave sia in acciaio, con  $T = 40.000$  [N] e  $\sigma_{amm} = 6$  [N/mm<sup>2</sup>], nella sezione più sollecitata (l'anima) si ottiene:

$$\tau'' = T * 0,00034 = 40.000 * 0,00034 = 13,6 \text{ [N/mm}^2\text{]} > \tau_{\text{amm}} = (3/4) * 6 = 4,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}.$$

Come si vede, essendo  $\tau'' > \tau_{\text{amm}}$ , bisogna adottare una sezione maggiore.

- (a) Si provi con un materiale tenero ed elastico come una gomma per cancellare afferrandola tra indice e pollice delle due mani e tentando di spezzarla in due parti agendo come le forze F nella figura 1.
- (b) Si provi a tagliare in due con le mani un elenco telefonico. Nelle tipografie per tagliare la carta impiegano delle presse gigantesche, per avere grandi forze, e lame molto alte su robuste guide per evitare che esse si pieghino. Le lame hanno il tagliente inclinato in modo da tagliare partendo da una estremità del pacco.
- (c) Nel cemento armato il taglio è contrastato con ferri perpendicolari all'asse della trave (staffe) in quanto le forze come F dentro la sezione diventano forze di trazione (o di compressione).



- (d) Più spesso si pone semplicemente  $\tau_{\text{amm}} = 3/4 \sigma_{\text{amm}} = 0,75 \sigma_{\text{amm}}$ .
- (e) Il bullone si dice prigioniero quando è bloccato in una massa e non può muoversi: il serraggio si effettua con il dado che serve per unire i due pezzi (tipico è il caso dei prigionieri usati per unire la testata, che contiene il cielo dei cilindri e le valvole, al basamento, che contiene i cilindri, nei motori a combustione interna).
- (f) Il momento statico di tutta la sezione è uguale a zero, ed infatti è questa la condizione che si sfrutta per trovare il **baricentro**.
- (g) La distanza fra il baricentro di mezza sezione e l'asse neutro è  $h/4$ .
- (h) I momenti d'inerzia si trovano nei manuali.
- (i) Come si vede confrontando  $\tau' = T * 0,000037 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  e  $\tau'' = T * 0,00034 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ , il secondo è circa 10 volte maggiore del primo essendo l'anima molto più sottile dell'ala. Per evitare il brusco cambiamento da  $\tau'$  a  $\tau''$  si pone un raccordo fra ala e anima (in rosso nella figura).