

6.3

Dimostrazione dell'espressione:

$$\sigma_{id} = \frac{F_Q}{b \cdot h_2^2 \cdot \cos \beta} \cdot \sqrt{36 \cdot m_2^2 + 3 \cdot k_1^2 \cdot c^2} \leq \sigma_{adm}$$

Quando biella e manovella sono in quadratura risulta:

$$F_r = 0$$

$$F_t = F_{t_{max}} = F' = \frac{F_Q}{\cos \beta}$$

con:

$$\beta = \arctg\left(\frac{r}{l}\right)$$

F_Q = forza agente sullo stantuffo in corrispondenza della posizione di quadratura del manovellismo.

Perciò, con le notazioni di **Figura 1**, per effetto della forza F_t la sezione 2 è sollecitata da un momento flettente M_{f2} che vale:

$$M_{f2} = F_t \cdot m_2 \quad (1)$$

e da un momento torcente M_{t2} pari a:

$$M_{t2} = F_t \cdot c \quad (2)$$

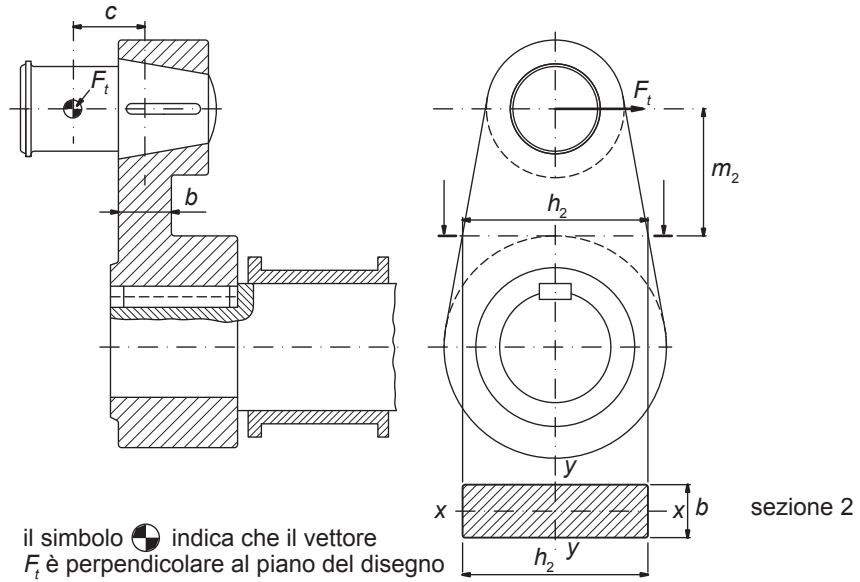


Figura 1
Manovella d'estremità:
carichi agenti quando
biella e manovella sono
in quadratura.

Verifica di resistenza nei punti A e B

Con riferimento alla **Figura 2**, i punti più sollecitati all'interno della sezione in esame sono i punti A e B in corrispondenza dei quali si ha sia la tensione massima di flessione sia la tensione massima, anche se in senso relativo, di torsione. Risulta cioè:

– per la flessione:

$$\sigma_{A,B} = \frac{M_{f2}}{W_{y2}} \quad (3)$$

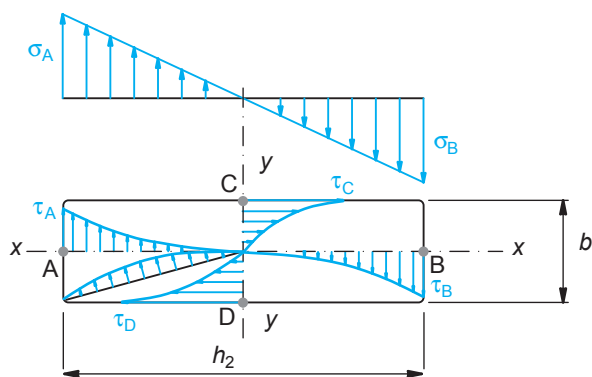


Figura 2
Manovella d'estremità:
diagrammi delle tensioni
presenti sulla sezione 2
quando biella e manovella
sono in quadratura.

dove:

$$W_{y2} = \frac{b \cdot h_2^2}{6} \quad (4)$$

per cui si ha, dalle espressioni (1), (3) e (4):

$$\sigma_{A,B} = \frac{6 \cdot F_t \cdot m_2}{b \cdot h_2^2} = \frac{6 \cdot F_Q \cdot m_2}{b \cdot h_2^2 \cdot \cos \beta} \quad (5)$$

con:

$$F_t = \frac{F_Q}{\cos \beta}$$

– per la torsione:

$$\tau_{A,B} = k_1 \cdot \frac{M_{t2}}{b \cdot h_2^2} \quad (6)$$

dove k_1 è reperibile sulla **Tabella 6.2** in funzione del rapporto h_2/b o anche, dalla (2):

$$\tau_{A,B} = k_1 \cdot \frac{F_t \cdot c}{b \cdot h_2^2} \quad (7)$$

La verifica a flessotorsione è soddisfatta se risulta:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{A,B}^2 + 3 \cdot \tau_{A,B}^2} \leq \sigma_{adm}$$

ovvero, in base alle espressioni (5) e (7):

$$\begin{aligned} \sigma_{id} &= \sqrt{\left(\frac{6 \cdot F_Q \cdot m_2}{b \cdot h_2^2 \cdot \cos \beta} \right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{k_1 \cdot F_Q \cdot c}{b \cdot h_2^2 \cdot \cos \beta} \right)^2} = \\ &= \sqrt{\frac{36 \cdot F_Q^2 \cdot m_2^2}{b^2 \cdot h_2^4 \cdot (\cos \beta)^2} + 3 \cdot \left(\frac{k_1^2 \cdot F_Q^2 \cdot c^2}{b^2 \cdot h_2^4 \cdot (\cos \beta)^2} \right)} \leq \sigma_{adm} \end{aligned}$$

Se si raccoglie a fattor comune:

$$\frac{F_Q^2}{b^2 \cdot h_2^4 \cdot (\cos \beta)^2}$$

e lo si porta fuori dalla radice quadrata si ottiene:

$$\sigma_{id} = \frac{F_Q}{b \cdot h_2^2 \cdot \cos \beta} \cdot \sqrt{36 \cdot m_2^2 + 3 \cdot k_1^2 \cdot c^2} \leq \sigma_{adm} \quad (8)$$

con:

$$\beta = \arctg \left(\frac{r}{l} \right)$$

Tabella 6.2
Coefficiente k_1 della
torsione in funzione
del rapporto h/b .

h/b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	∞
k_1	4,80	4,57	4,40	4,27	4,16	4,07	3,88	3,74	3,55	3,43	3,00