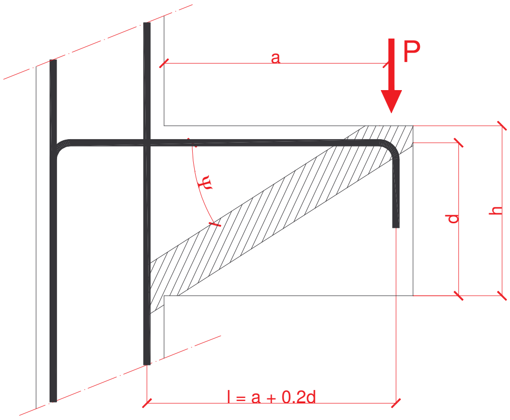
VERIFICA DELLE MENSOLE TOZZE E DEI PLINTI SU PALI

1) Mensola tozza con meccanismo di rottura tirante – puntone (ferri dritti)



Equilibrio verticale: $N_c \cdot \sin\psi + P = 0 \quad \rightarrow \quad N_c = -\frac{P}{\sin\psi}$

Equilibrio orizzontale: $N_t + N_c \cdot \cos\psi = 0 \quad \rightarrow \quad N_t = P \cdot \cot\psi$

Resistenza della biella compressa: $\boxed{P_{c,Rd} = N_c \cdot \sin\psi = 0.2 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \sin\psi \geq P}$

Resistenza dell'armatura tesa: $\boxed{P_{t,Rd} = \frac{N_t}{\cot\psi} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\cot\psi} \geq P}$

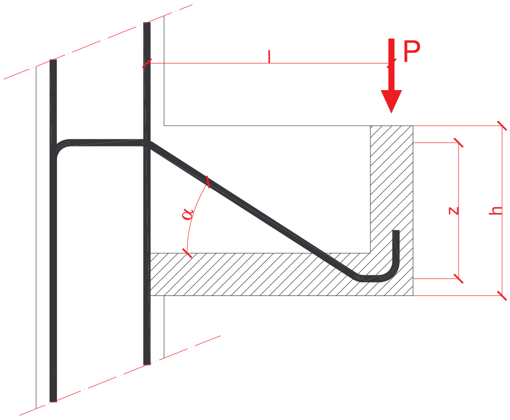
Definendo $\lambda = \cot\psi = \frac{l}{z} = \frac{l}{0.9 \cdot d}$ e ricordandosi che

$$\sin\psi = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2\psi}}$$

Resistenza della biella compressa: $\boxed{P_{c,Rd} = 0.2 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\lambda^2}} \geq P}$

Resistenza dell'armatura tesa: $\boxed{P_{t,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\lambda} \geq P}$

2) Mensola tozza con meccanismo di rottura tirante – puntone (ferri inclinato)



Equilibrio verticale: $N_t \cdot \sin\alpha - P = 0 \quad \rightarrow \quad N_t = \dfrac{P}{\sin\alpha}$

Equilibrio orizzontale: $N_c + N_t \cdot \cos\alpha = 0 \quad \rightarrow \quad N_c = -P \cdot \cot\alpha$

Resistenza dell'armatura piegata: $\boxed{P_{w,Rd} = N_t \cdot \sin\alpha = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \sin\alpha \geq P}$

Resistenza biella compressa : $\boxed{P_{c,Rd} = \dfrac{N_c}{\cot\alpha} = 0.2 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \dfrac{1}{\cot\alpha} \geq P}$

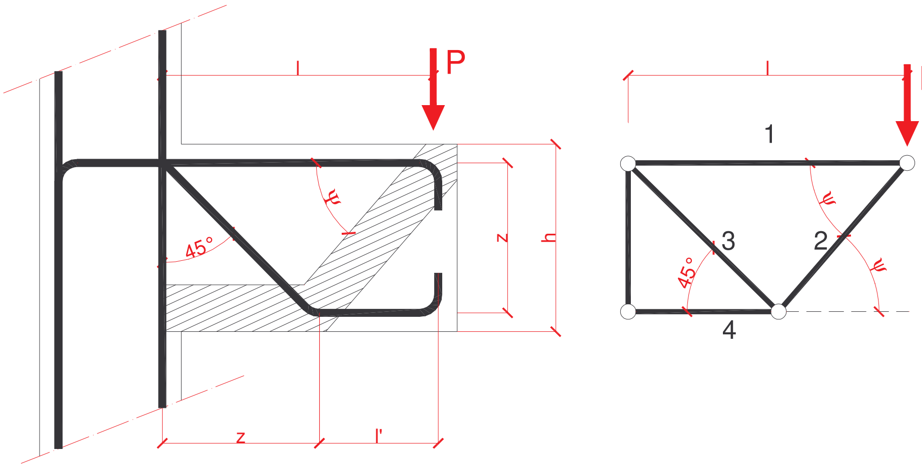
Definendo $\tilde{\lambda} = \cot\alpha = \dfrac{l}{z} = \dfrac{l}{0.9 \cdot d}$ e ricordandosi che

$$\sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \cot^2\alpha}}$$

Resistenza dell'armatura piegata: $\boxed{P_{w,Rd} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \dfrac{1}{\sqrt{1+\tilde{\lambda}^2}} \geq P}$

Resistenza biella compressa : $\boxed{P_{c,Rd} = 0.2 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \dfrac{1}{\tilde{\lambda}} \geq P}$

3) Mensola tozza con meccanismo di rottura tirante – puntone (ferri inclinato + armature tese dritte)



- $$\begin{cases} N_1 + N_2 \cdot \cos\psi = 0 \\ P + N_2 \cdot \sin\psi = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} N_1 = P \cdot \cot\psi \\ N_2 = -\dfrac{P}{\sin\psi} \end{cases}$$
- $$\begin{cases} N_2 \cdot \cos\psi + \dfrac{N_3}{\sqrt{2}} = 0 \\ -N_2 \cdot \cos\psi + N_4 + \dfrac{N_3}{\sqrt{2}} = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} N_3 = -N_2 \cdot \sin\psi \cdot \sqrt{2} = P \cdot \sqrt{2} \\ N_4 = -P \cdot (\cot\psi + 1) = -P \cdot \dfrac{l}{z} \end{cases}$$

$$N_1 = P \cdot \cot\psi \quad \rightarrow \quad P_{t,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\cot\psi}$$

$$N_2 = -\frac{P}{\sin\psi} \quad \rightarrow \quad P_{c,Rd} = 0.2 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \sin\psi$$

$$N_3 = P \cdot \sqrt{2} \quad \rightarrow \quad P_{w,Rd} = A_{sw} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{2}}$$

$$N_4 = -P \cdot \frac{l}{z} \quad \rightarrow \quad P'_{c,Rd} = 0.2 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \frac{z}{l}$$

Il meccanismo di rottura in questo caso è la sovrapposizione dei due meccanismi precedenti:

Resistenza dell'armatura tesa: $$P_{t,Rd} = \frac{N_t}{\cot\psi} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\cot\psi} \geq P$$

$$\begin{cases} P_{t,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \dfrac{1}{\lambda'} \geq P \\ \lambda' = \dfrac{l'}{z} \end{cases}$$

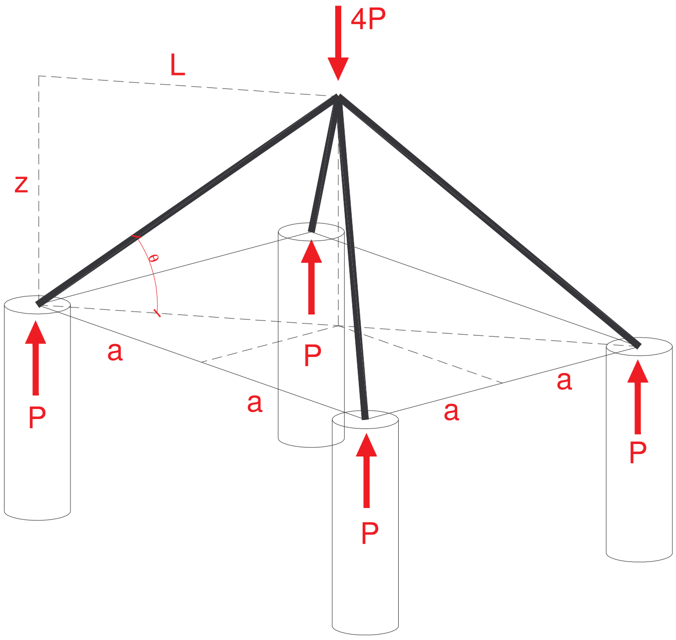
Resistenza dell'armatura piegata: $P_{w,Rd} = N_t \cdot \sin 45° = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \sin 45° \geq P$

$$\begin{cases} P_{w,Rd} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \dfrac{1}{\sqrt{2}} \\ \sin 45° = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

Resistenza biella compressa :

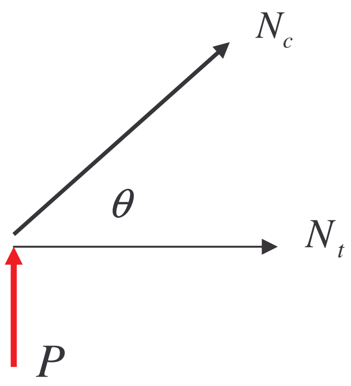
$$\begin{cases} P'_{c,Rd} = 0.2 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \dfrac{1}{\lambda''} \geq P \\ \lambda'' = \dfrac{l}{z} \end{cases}$$

4) Meccanismo di rottura per plinti su pali



Il meccanismo è analogo a quello di una mensola tozza rovesciata con ferri tesi e corrente compresso inclinato (punto 1).

Si analizza la sezione diagonale:



Equilibrio verticale: $N_c \cdot sin\theta + P = 0 \quad \rightarrow \quad N_c = -\dfrac{P}{sin\theta}$

Equilibrio orizzontale: $N_t + N_c \cdot cos\theta = 0 \quad \rightarrow \quad N_t = P \cdot cot\theta$

Ora si proiettano le trazioni secondo le quattro direzioni dei plinti, in pratica è come se fossero le catene di un tetraedro compresso:

$$N_t' = N_t \cdot cos45° = \frac{P}{\sqrt{2}} \cdot cot\theta$$

Resistenza dell'armatura tesa: $$P_{t,Rd} = \frac{N_t' \cdot \sqrt{2}}{cot\theta} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{cot\theta}$$

Resistenza della biella compressa: $$P_{c,Rd} = N_c \cdot sin\theta = 0.2 \cdot B \cdot \sqrt{2} \cdot d \cdot f_{cd} \cdot sin\theta$$

Definendo: $$\lambda = cot\theta = \frac{L}{z} = \frac{\sqrt{2} \cdot (a - 0.5 \cdot B + c)}{z}$$

a metà dell'interasse dei pali
B lato del pilastro
c minimo tra $B/4$ e $0.2 \cdot d$

Resistenza dell'armatura tesa: $$\boxed{P_{t,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{\lambda}}$$

Resistenza della biella compressa: $$\boxed{P_{c,Rd} = 0.2 \cdot B \cdot \sqrt{2} \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\lambda^2}}}$$

Qualora si adottassero plinti con orditura tesa dritta e ferri piegati a 45° il meccanismo di rottura è confrontabile con il punto 3, utilizzando $b = B \cdot \sqrt{2}$ **.**

$$N_t' = \frac{P \cdot cot\psi}{\sqrt{2}} \quad \rightarrow \quad P_{t,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{\sqrt{2}}{cot\psi}$$

$$N_2 = -\frac{P}{sin\psi} \quad \rightarrow \quad P_{c,Rd} = 0.2 \cdot B \cdot \sqrt{2} \cdot d \cdot f_{cd} \cdot sin\psi$$

$$N_3 = P \cdot \sqrt{2} \quad \rightarrow \quad P_{w,Rd} = A_{sw} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{2}}$$

$$N_4 = -P \cdot \frac{l}{z} \quad \rightarrow \quad P'_{c,Rd} = 0.2 \cdot B \cdot \sqrt{2} \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \frac{z}{l}$$

Il minore tra i quattro valori di resistenza dovrà essere confrontato con il carico P agente sul palo.