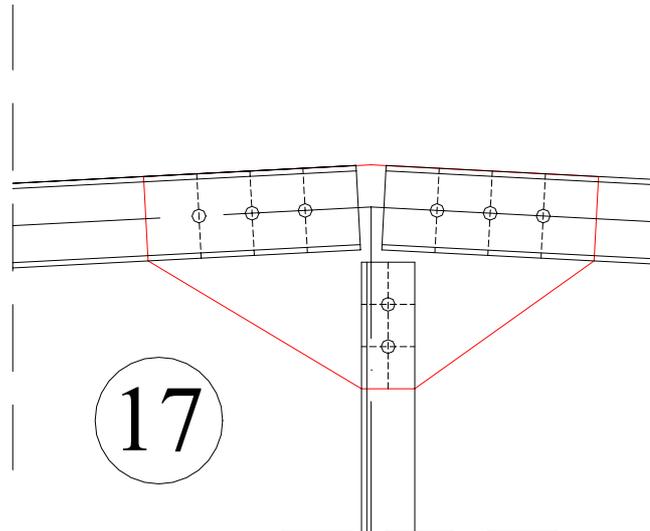
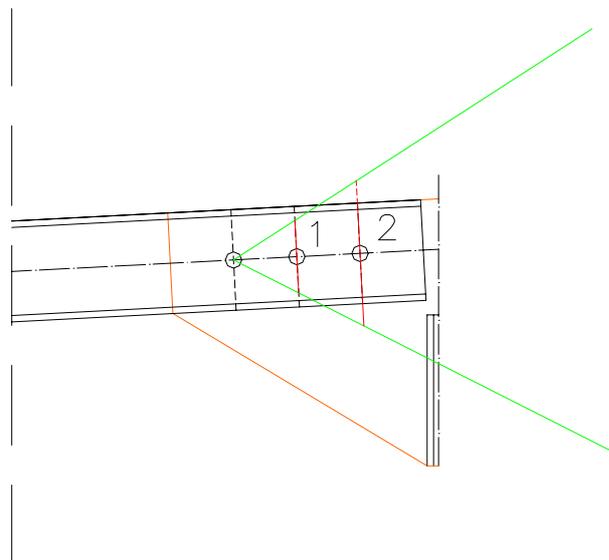


## 13. VERIFICA DEI COLLEGAMENTI

### 13.1) Nodo 17



#### 13.1.1) verifica del fazzoletto rispetto alla bullonatura del corrente superiore asta 27.



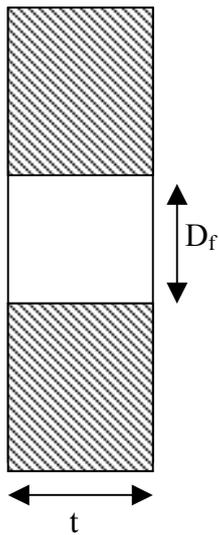
lo sforzo normale agente è pari a 106700 N, la distanza fra i bulloni è di 40 mm.

Sezione 1: per questa sezione l'asse baricentrico è anche di simmetria ciò implica che lo sforzo trasmesso al fazzoletto sarà di tipo centrato:

$D_f = 13 \text{ mm}$  (diametro foro)

$p = 40 \text{ mm}$  (passo dei bulloni)

$t = 10 \text{ mm}$  (spessore fazzoletto)



$$H_1 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 46 \text{ mm}$$

$$A_1 = t \cdot (H_1 - D_f) = 10 \cdot (46 - 13) = 330 \text{ mm}^2$$

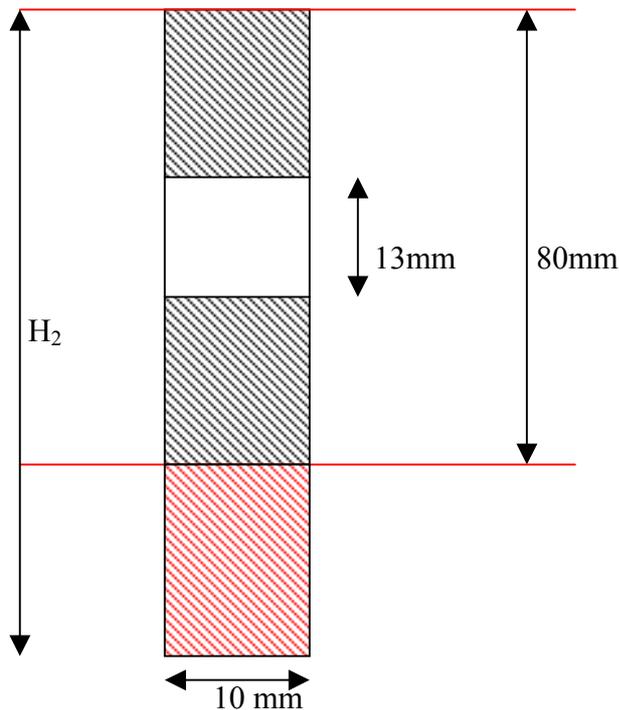
la verifica consiste nel :

$$\frac{\frac{1}{3} N}{A_1} \leq f_d$$

$$\frac{N}{3} = 35567 \text{ N}$$

$$\frac{35567 \text{ N}}{330 \text{ mm}^2} = 108 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq f_d$$

Sezione 2: la sezione risulta essere limitata al bordo superiore del profilo, quindi a differenza della sezione 1 l'asse baricentrico non è più di simmetria, lo sforzo normale, quindi, non è più centrato.



$$H_2 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{1}{2} H_{UPN80} = 46 + 40 = 86 \text{ mm}$$

$$A_2 = t \cdot (H_2 - D_f) = 10 \cdot (86 - 13) = 730 \text{ mm}^2$$

calcolo del baricentro della sezione:

$$y_{G2} = \frac{S}{A_2} = \frac{(t \cdot H_2 \cdot \frac{H_2}{2}) - (t \cdot D_f \cdot \frac{H_{UPN80}}{2})}{A_2} = \frac{(10 \cdot 86 \cdot 43) - (10 \cdot 13 \cdot 40)}{730} = 44 \text{ mm}$$

calcolo dell'eccentricità:

$$e_2 = y_{G2} - \frac{H_{UPN80}}{2} = 44 - 40 = 4mm$$

calcolo del momento di inerzia:

$$I_2 = \frac{t \cdot H_2^3}{12} - \left( \frac{t \cdot D_f^3}{12} + t \cdot D_f \cdot e_2^2 \right) = \frac{10 \cdot 86^3}{12} - \left( \frac{10 \cdot 13^3}{12} + 10 \cdot 13 \cdot 4^2 \right) = 526136mm^4$$

la verifica consiste in :

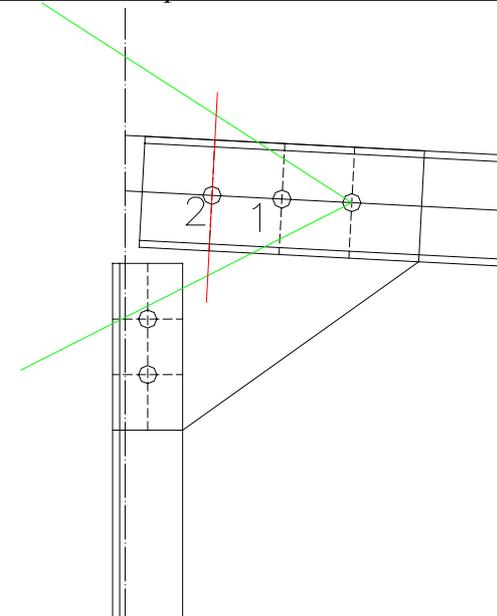
$$\frac{\frac{2}{3}N}{A_2} + \frac{\frac{2}{3}N \cdot e_2}{I_2} \cdot y_{G2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{\frac{2}{3}N}{A_2} + \frac{\frac{2}{3}N \cdot e_2}{I_2} \cdot (H_2 - y_{G2}) \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

$$\frac{71132}{730} + \frac{71132 \cdot 4}{526136} \cdot 44 = 121 \frac{N}{mm^2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{71132}{730} + \frac{71132 \cdot 4}{526136} \cdot (86 - 44) = 120 \frac{N}{mm^2} \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

13.1.2) verifica del fazzoletto rispetto alla bullonatura del corrente superiore asta 29.



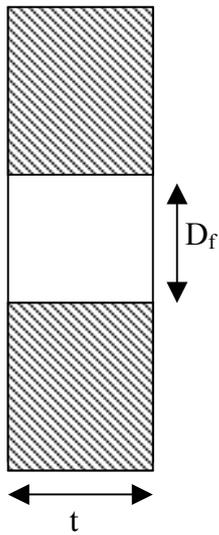
lo sforzo normale agente è pari a 106673 N, la distanza fra i bulloni è di 40 mm.

Sezione 1: per questa sezione l'asse baricentrico è anche di simmetria ciò implica che lo sforzo trasmesso al fazzoletto sarà di tipo centrato:

$D_f = 13$  mm (diametro foro)

$p = 40$  mm (passo dei bulloni)

$t = 10$  mm (spessore fazzoletto)



$$H_1 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 46 \text{ mm}$$

$$A_1 = t \cdot (H_1 - D_f) = 10 \cdot (46 - 13) = 330 \text{ mm}^2$$

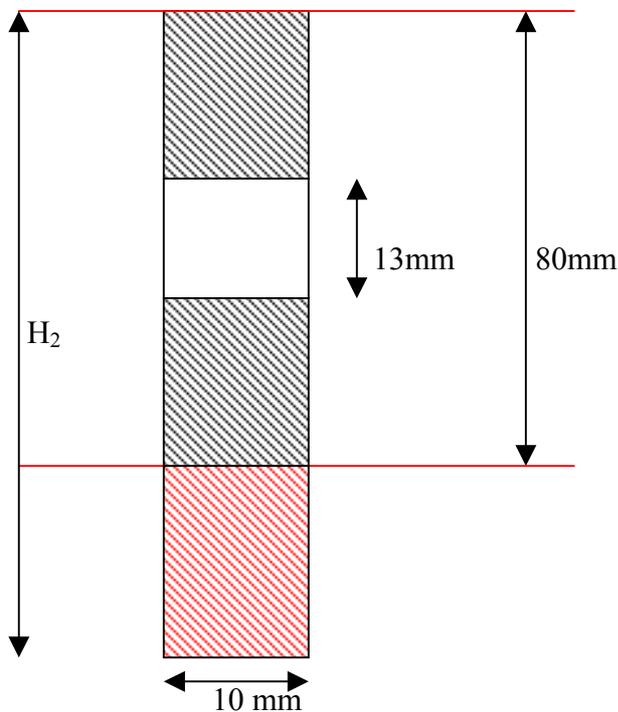
la verifica consiste nel :

$$\frac{1}{3} \frac{N}{A_1} \leq f_d$$

$$\frac{N}{3} = 35558 \text{ N}$$

$$\frac{35558 \text{ N}}{330 \text{ mm}^2} = 108 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq f_d$$

Sezione 2: la sezione risulta essere limitata al bordo superiore del profilo, quindi a differenza della sezione 1 l'asse baricentrico non è più di simmetria, lo sforzo normale, quindi, non è più centrato.



$$H_2 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{1}{2} H_{UPN80} = 46 + 40 = 86 \text{ mm}$$

$$A_2 = t \cdot (H_2 - D_f) = 10 \cdot (86 - 13) = 730 \text{ mm}^2$$

calcolo del baricentro della sezione:

$$y_{G2} = \frac{S}{A_2} = \frac{(t \cdot H_2 \cdot \frac{H_2}{2}) - (t \cdot D_f \cdot \frac{H_{UPN80}}{2})}{A_2} = \frac{(10 \cdot 86 \cdot 43) - (10 \cdot 13 \cdot 40)}{730} = 44 \text{ mm}$$

calcolo dell'eccentricità:

$$e_2 = y_{G2} - \frac{H_{UPN80}}{2} = 44 - 40 = 4 \text{ mm}$$

calcolo del momento di inerzia:

$$I_2 = \frac{t \cdot H_2^3}{12} - \left( \frac{t \cdot D_f^3}{12} + t \cdot D_f \cdot e_2^2 \right) = \frac{10 \cdot 86^3}{12} - \left( \frac{10 \cdot 13^3}{12} + 10 \cdot 13 \cdot 4^2 \right) = 526136 \text{ mm}^4$$

la verifica consiste in :

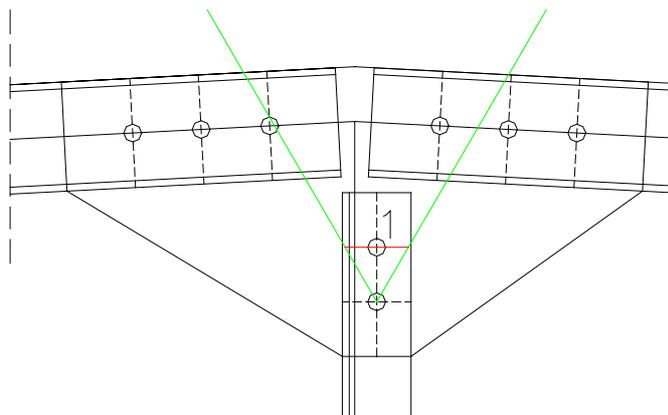
$$\frac{\frac{2}{3} N}{A_2} + \frac{\frac{2}{3} N \cdot e_2}{I_2} \cdot y_{G2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{\frac{2}{3} N}{A_2} + \frac{\frac{2}{3} N \cdot e_2}{I_2} \cdot (H_2 - y_{G2}) \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

$$\frac{71132}{730} + \frac{71132 \cdot 4}{526136} \cdot 44 = 121 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{71132}{730} + \frac{71132 \cdot 4}{526136} \cdot (86 - 44) = 120 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

13.1.3) verifica del fazzoletto rispetto alla bullonatura del corrente superiore asta 8.



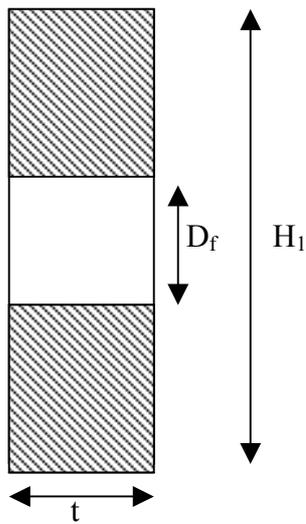
lo sforzo normale agente è pari a 475 N, la distanza fra i bulloni è di 40 mm.

Sezione 1: per questa sezione l'asse baricentrico è anche di simmetria ciò implica che lo sforzo trasmesso al fazzoletto sarà di tipo centrato:

$D_f = 13 \text{ mm}$  (diametro foro)

$p = 40 \text{ mm}$  (passo dei bulloni)

$t = 10 \text{ mm}$  (spessore fazzoletto)



$$H_1 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 46 \text{ mm}$$

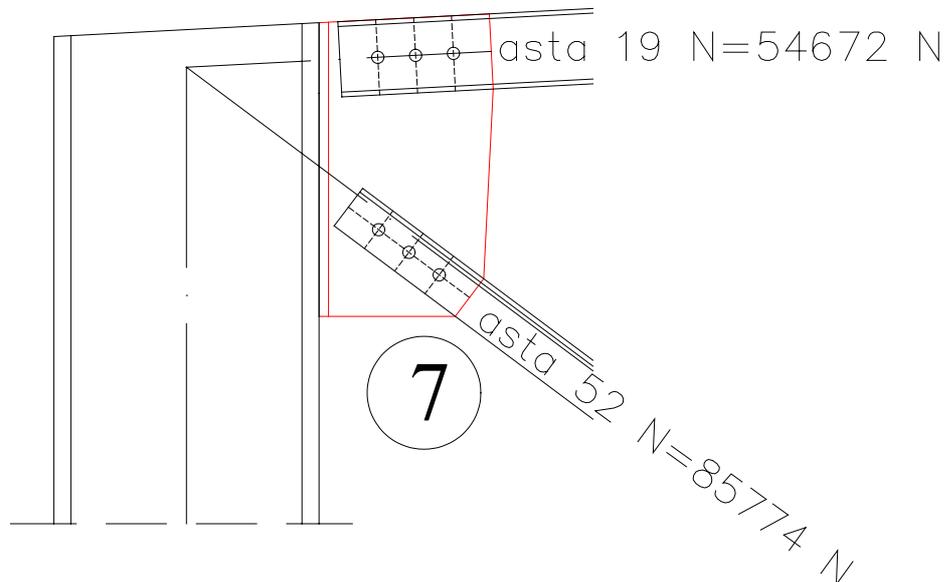
$$A_1 = t \cdot (H_1 - D_f) = 10 \cdot (46 - 13) = 330 \text{ mm}^2$$

la verifica consiste nel :

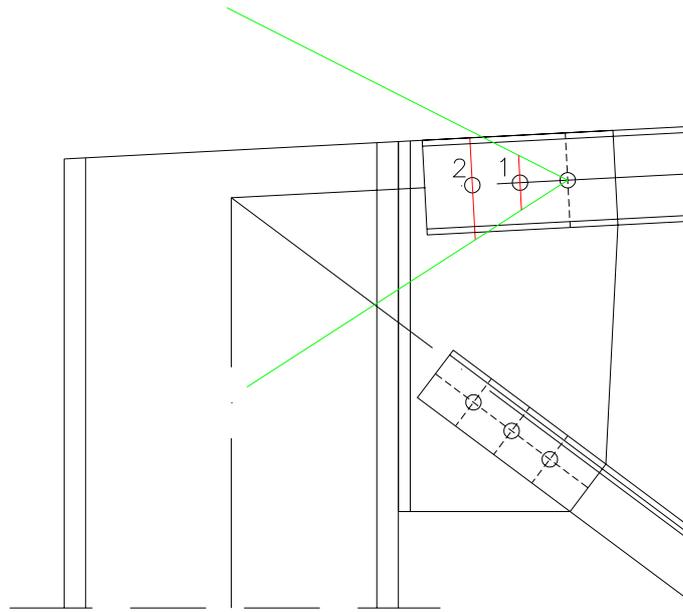
$$\frac{N}{A_1} \leq f_d$$

$$\frac{475 \text{ N}}{330 \text{ mm}^2} = 1,44 \frac{\text{ N}}{\text{ mm}^2} \leq f_d$$

13.2) Nodo 7

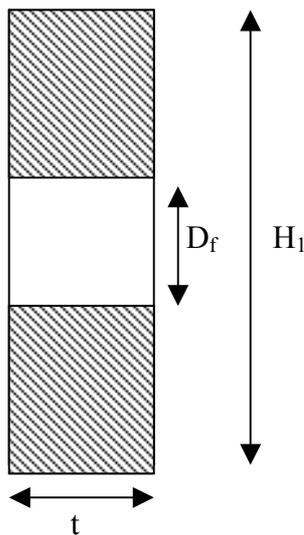


13.2.1) verifica del fazzoletto rispetto alla bullonatura del corrente superiore asta 19.



lo sforzo normale agente è pari a 54672 N, la distanza fra i bulloni è di 40 mm.  
 Sezione 1: per questa sezione l'asse baricentrico è anche di simmetria ciò implica che lo sforzo trasmesso al fazzoletto sarà di tipo centrato:

$D_f = 13 \text{ mm}$  (diametro foro)  
 $p = 40 \text{ mm}$  (passo dei bulloni)  
 $t = 10 \text{ mm}$  (spessore fazzoletto)



$$H_1 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 46 \text{ mm}$$

$$A_1 = t \cdot (H_1 - D_f) = 10 \cdot (46 - 13) = 330 \text{ mm}^2$$

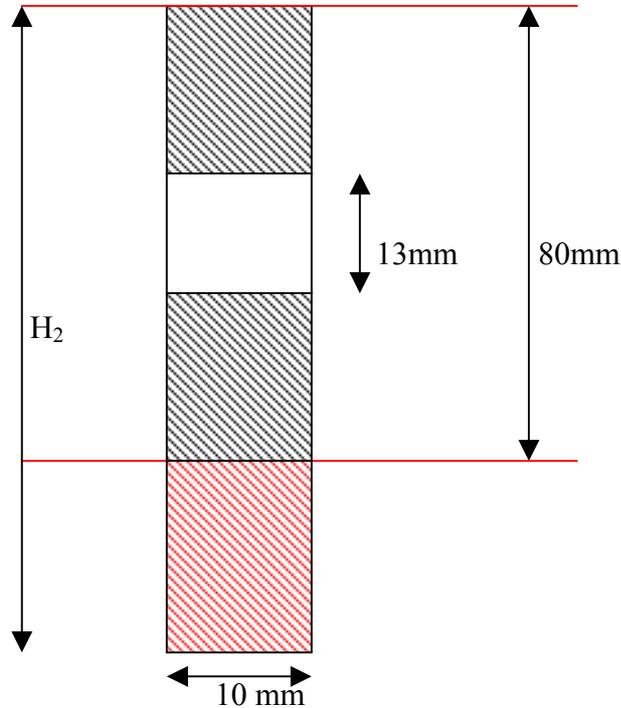
la verifica consiste nel :

$$\frac{1}{3} \frac{N}{A_1} \leq f_d$$

$$\frac{N}{3} = 18224 \text{ N}$$

$$\frac{18224 \text{ N}}{330 \text{ mm}^2} = 55 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq f_d$$

Sezione 2: la sezione risulta essere limitata al bordo superiore del profilo, quindi a differenza della sezione 1 l'asse baricentrico non è più di simmetria, lo sforzo normale, quindi, non è più centrato.



$$H_2 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{1}{2} H_{UPN80} = 46 + 40 = 86 \text{ mm}$$

$$A_2 = t \cdot (H_2 - D_f) = 10 \cdot (86 - 13) = 730 \text{ mm}^2$$

calcolo del baricentro della sezione:

$$y_{G2} = \frac{S}{A_2} = \frac{(t \cdot H_2 \cdot \frac{H_2}{2}) - (t \cdot D_f \cdot \frac{H_{UPN80}}{2})}{A_2} = \frac{(10 \cdot 86 \cdot 43) - (10 \cdot 13 \cdot 40)}{730} = 44 \text{ mm}$$

calcolo dell'eccentricità:

$$e_2 = y_{G2} - \frac{H_{UPN80}}{2} = 44 - 40 = 4 \text{ mm}$$

calcolo del momento di inerzia:

$$I_2 = \frac{t \cdot H_2^3}{12} - \left( \frac{t \cdot D_f^3}{12} + t \cdot D_f \cdot e_2^2 \right) = \frac{10 \cdot 86^3}{12} - \left( \frac{10 \cdot 13^3}{12} + 10 \cdot 13 \cdot 4^2 \right) = 526136 \text{ mm}^4$$

la verifica consiste in :

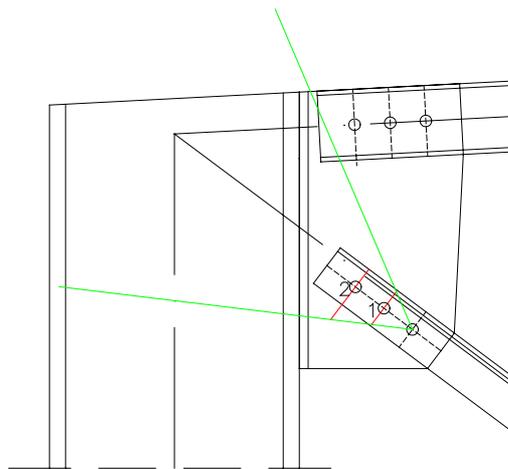
$$\frac{\frac{2}{3} N}{A_2} + \frac{\frac{2}{3} N \cdot e_2}{I_2} \cdot y_{G2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{2}{3} \frac{N}{A_2} + \frac{2}{3} \frac{N \cdot e_2}{I_2} \cdot (H_2 - y_{G2}) \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

$$\frac{36448}{730} + \frac{36448 \cdot 4}{526136} \cdot 44 = 62 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

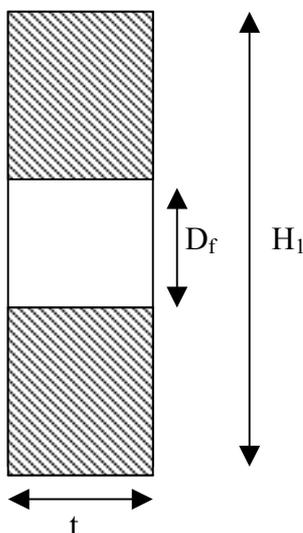
$$\frac{36448}{730} + \frac{36448 \cdot 4}{526136} \cdot (86 - 44) = 62 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

13.2.2) verifica del fazzoletto rispetto alla bullonatura del corrente superiore asta 52.



Sezione 1: per questa sezione l'asse baricentrico è anche di simmetria ciò implica che lo sforzo trasmesso al fazzoletto sarà di tipo centrato:

- $D_f = 13 \text{ mm}$  (diametro foro)
- $p = 40 \text{ mm}$  (passo dei bulloni)
- $t = 10 \text{ mm}$  (spessore fazzoletto)



$$H_1 = 2 \cdot p \cdot \text{tg}30^\circ = 46 \text{ mm}$$

$$A_1 = t \cdot (H_1 - D_f) = 10 \cdot (46 - 13) = 330 \text{ mm}^2$$

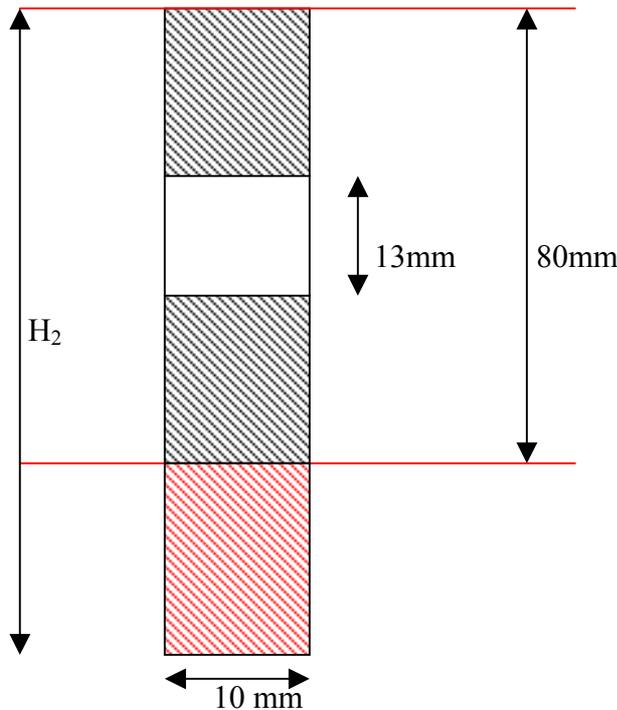
la verifica consiste nel :

$$\frac{1}{3} \frac{N}{A_1} \leq f_d$$

$$\frac{N}{3} = 28591 \text{ N}$$

$$\frac{28591N}{330mm^2} = 87 \frac{N}{mm^2} \leq f_d$$

Sezione 2: la sezione risulta essere limitata al bordo superiore del profilo, quindi a differenza della sezione 1 l'asse baricentrico non è più di simmetria, lo sforzo normale, quindi, non è più centrato.



$$H_2 = 2 \cdot p \cdot \operatorname{tg}30^\circ + \frac{1}{2} H_{2L50 \times 5} = 46 + 25 = 71mm$$

$$A_2 = t \cdot (H_2 - D_f) = 10 \cdot (71 - 13) = 580mm^2$$

calcolo del baricentro della sezione:

$$y_{G_2} = \frac{S}{A_2} = \frac{(t \cdot H_2 \cdot \frac{H_2}{2}) - (t \cdot D_f \cdot \frac{H_{2L50 \times 5}}{2})}{A_2} = \frac{(10 \cdot 71 \cdot 35,5) - (10 \cdot 13 \cdot 25)}{730} = 38mm$$

calcolo dell'eccentricità:

$$e_2 = y_{G_2} - \frac{H_{2L50 \times 5}}{2} = 38 - 25 = 13mm$$

calcolo del momento di inerzia:

$$I_2 = \frac{t \cdot H_2^3}{12} - \left( \frac{t \cdot D_f^3}{12} + t \cdot D_f \cdot e_2^2 \right) = \frac{10 \cdot 71^3}{12} - \left( \frac{10 \cdot 13^3}{12} + 10 \cdot 13 \cdot 13^2 \right) = 274458mm^4$$

la verifica consiste in :

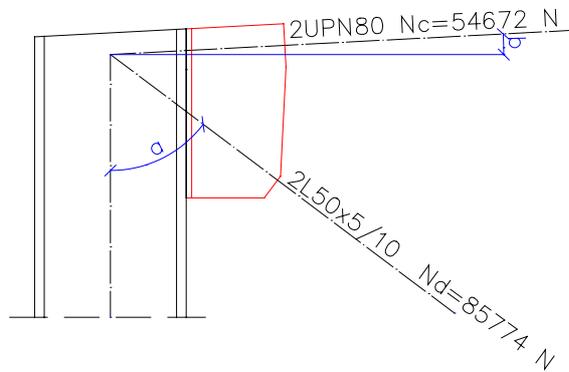
$$\frac{2}{3} \frac{N}{A_2} + \frac{2}{3} \frac{N \cdot e_2}{I_2} \cdot y_{G_2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{2}{3} \frac{N}{A_2} + \frac{2}{3} \frac{N \cdot e_2}{I_2} \cdot (H_2 - y_{G2}) \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

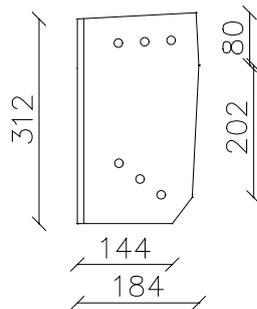
$$\frac{57183}{580} + \frac{57183 \cdot 13}{274458} \cdot 38 = 202 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq f_d \quad (\text{superiore})$$

$$\frac{57183}{580} + \frac{57183 \cdot 13}{274458} \cdot (71 - 38) = 188 \frac{N}{\text{mm}^2} \leq f_d \quad (\text{inferiore})$$

13.2.3) verifica della saldatura dell'attacco fazzoletto-colonna.



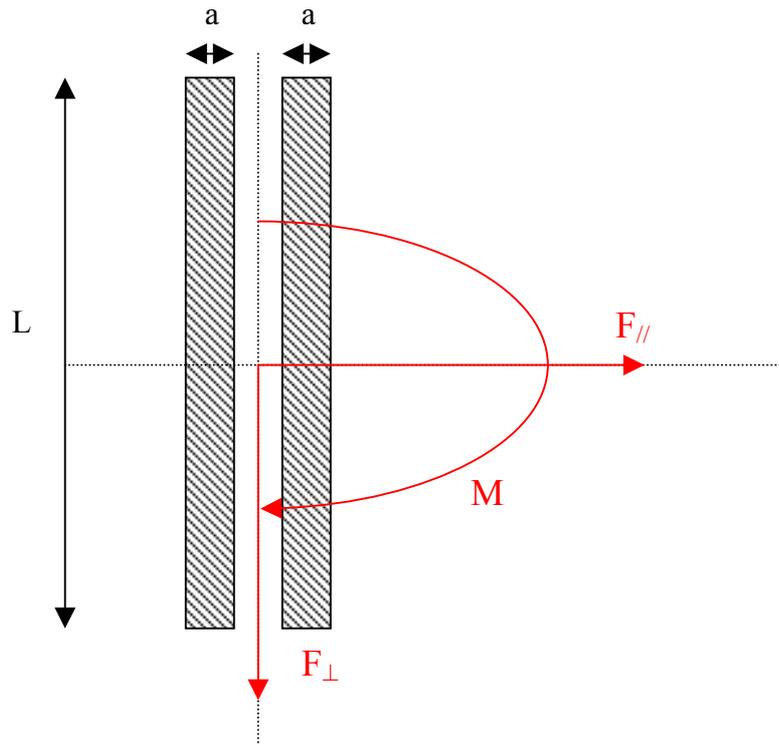
$$\alpha = 53^\circ \quad \beta = 3^\circ \quad N_c = 54672 \text{ N} \quad N_d = 85774 \text{ N}$$



imponiamo che :

$$a = 12 \text{ mm}$$

$$L = 31 \text{ mm}$$



$$F_{||} = F_{||d} + F_{||c} = N_d \cdot \sin \alpha + (-N_c \cdot \sin \beta) = 65641 N$$

$$F_{\perp} = F_{\perp d} + F_{\perp c} = N_d \cdot \cos \alpha + N_c \cdot \cos \beta = 106217 N$$

$$M = F_{\perp} \cdot e = 106217 \cdot \frac{31,2}{2} = 1646364 Nmm$$

verifichiamo che:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{||}^2} \leq 0,85 f_d$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{\perp}}{2 \cdot a \cdot L} + \frac{M}{W_x} = \frac{106217}{2 \cdot 12 \cdot 31} + \frac{1646364}{2723 \cdot 10^3} = 143 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_{||} = \frac{F_{||}}{2 \cdot a \cdot L} = \frac{65641}{2 \cdot 12 \cdot 31} = 88 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{||}^2} = \sqrt{143^2 + 88^2} = 168 \frac{N}{mm^2} \leq 0,85 f_d = 200 \frac{N}{mm^2}$$