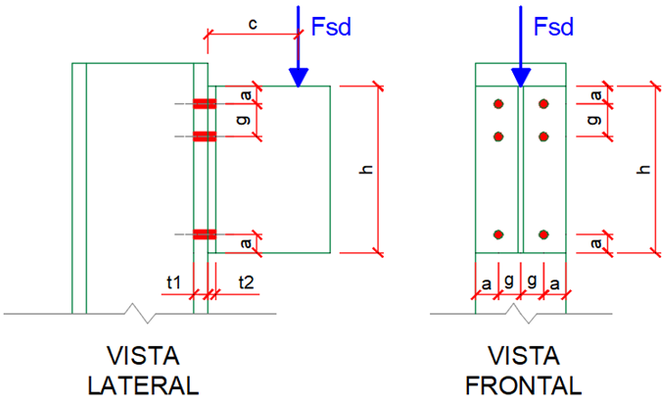
B2T5MA0607B

Para a ligação tipo contato ao lado proceder as verificações de:
- corte de parafusos;
- tração nos parafusos;
- tração e corte simutâneos nos parafusos;

Dados:
- Furos padrão;
- Parafusos A325 com d = 7/8';
- Aço A36 (MR250);
- Ovalização dos furos é uma limitação de projeto;
- Fsd é dado em valor de cálculo;



$a := 40\ mm$ $g := 50\ mm$ $h := 420\ mm$

$t1 := 12,5\ mm$ $t2 := 12,5\ mm$ $c := 200\ mm$

$d := \frac{7}{8} \cdot 25,4\ mm = 22,225\ mm$ $Fsd := 250\ kN$

$E := 200\ GPa$ $fy := 25\ \frac{kN}{cm^2}$ $fu := 40\ \frac{kN}{cm^2}$

$\gamma a1 := 1,1$ $\gamma a2 := 1,35$

Q01 - Qual o relação esforço cortante resistente / esforço cortante solicitante no caso do parafuso mais solicitado da ligação em questão ? [adim.]
Q02 - Qual o relação esforço de tração resistente / esforço de tração solicitante no caso do parafuso mais solicitado da ligação em questão ? [adim.]
Q03 - Qual o resultado da expressão da norma NBR8800:2008 para verificação de tração e corte simultâneos no para fuso mais solicitado da ligação em questão? [adim. com ligação atendendo a verificação para valores menores que 1, conforme a expressão da norma]

Verificação de Corte em Parafuso:

*Considerando uso de parafusos de rosca inteira.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,4\ A_b\ f_{ub}}{\gamma_{a2}}$$

$Ab := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 3,8795\ cm^2$

$fub := 825\ MPa$

Especificação	f_{yb} MPa	f_{ub} MPa	Diâmetro d_b	
			mm	pol
ASTM A307	-	415	-	$1/2 \le d_b \le 4$
ISO 898-1 Classe 4.6	235	400	$12 \le d_b \le 36$	-
ASTM A325 [a]	635 560	825 725	$16 \le d_b \le 24$ $24 < d_b \le 36$	$1/2 \le d_b \le 1$ $1 < d_b \le 1½$
ISO 4016 Classe 8.8	640	800	$12 \le d_b \le 36$	-
ASTM A490	895	1035	$16 \le d_b \le 36$	$1/2 \le d_b \le 1½$
ISO 4016 Classe 10.9	900	1000	$12 \le d_b \le 36$	-

[a] Disponíveis também com resistência à corrosão atmosférica comparável à dos aços AR 350 COR ou à dos aços ASTM A588.

Força resistente de corte por plano de corte nos parafusos:

$Fv_Rd_por_plano := \frac{0,4 \cdot Ab \cdot fub}{\gamma a2} = 94,832\ kN$

Planos de corte por parafuso: $n_planos := 1$

$Fv_Rd_por_paraf := n_planos \cdot Fv_Rd_por_plano = 94,832\ kN$

Quantidade de parafusos: $n_paraf := 6$

$Fv_Sd_por_paraf := \frac{Fsd}{n_paraf} = 41,667\ kN$

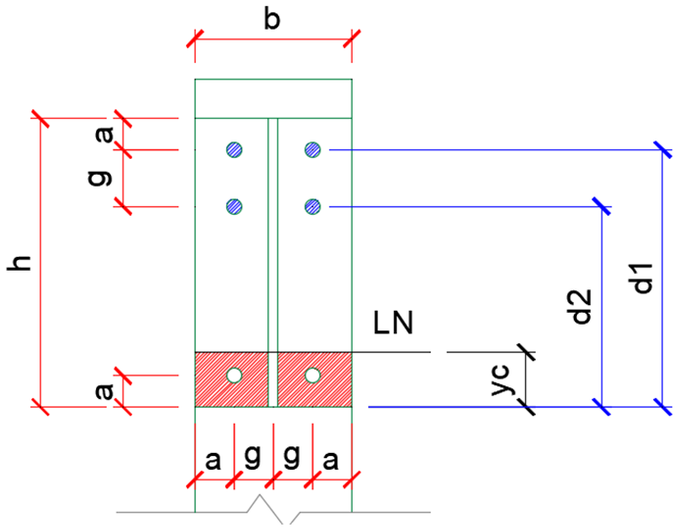
$Q01 := \frac{Fv_Rd_por_paraf}{Fv_Sd_por_paraf} = 2,276$

Verificação de Tração em Parafuso:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,75\, A_b\, f_{ub}}{\gamma_{a2}}$$

$Ft_Rd_por_paraf := \frac{0,75 \cdot Ab \cdot fub}{\gamma a2} = 177,81\ kN$

Cálculo do esforço de tração no parafuso mais solicitado:



$$b\frac{y_c^2}{2} = \sum A_i\,(d_i - y_c)$$

$a = 4\ cm \qquad g = 5\ cm \qquad h = 42\ cm$

$b := 2 \cdot g + 2 \cdot a = 18\ cm$

$d1 := h - a = 38\ cm$

$d2 := h - a - g = 33\ cm$

$$\frac{b \cdot yc^2}{2} = 2 \cdot Ab \cdot (d1 - yc) + 2 \cdot Ab \cdot (d2 - yc)$$

$$\frac{b \cdot yc^2}{2} = 2 \cdot Ab \cdot d1 - 2 \cdot Ab \cdot yc + 2 \cdot Ab \cdot d2 - 2 \cdot Ab \cdot yc$$

$$\frac{b \cdot yc^2}{2} = -4 \cdot Ab \cdot yc + 2 \cdot Ab \cdot (d1 + d2) \quad ===> \quad \frac{b}{2} \cdot yc^2 + 4 \cdot Ab \cdot yc - 2 \cdot Ab \cdot (d1 + d2) = 0$$

Por Bháskara: $A := \frac{b}{2} = 0,09\ m \qquad B := 4 \cdot Ab = 0,0016\ m^2 \qquad C := (-2) \cdot Ab \cdot (d1 + d2) = -0,0006\ m^3$

$\Delta := B^2 - 4 \cdot A \cdot C = 20072,7031\ cm^4$

$yc1 := \frac{-B + \sqrt{\Delta}}{2 \cdot A} = 7,0089\ cm \qquad yc1 := \frac{-B - \sqrt{\Delta}}{2 \cdot A} = -8,7331\ cm$

$yc_calc := solve\left(\frac{b \cdot (yc\ cm)^2}{2} - 2 \cdot Ab \cdot (d1 - yc\ cm) - 2 \cdot Ab \cdot (d2 - yc\ cm);\ yc\right)$

$yc_calc = \begin{bmatrix} -8,7331 \\ 7,0089 \end{bmatrix}$

$yc := \max(yc_calc)\ cm = 7,0089\ cm$

$$I = b\frac{y_c^3}{3} + \sum A_i (d_i - y_c)^2$$

$I := \frac{b \cdot yc^3}{3} + 2 \cdot Ab \cdot \left((d1 - yc)^2 + (d2 - yc)^2\right) = 14759\ cm^4$

$$F_i = \frac{M}{I} y_i A_i$$

$y1 := d1 - yc = 30,99\ cm \qquad M := Fsd \cdot c = 5000\ kN\ cm$

$Ft_sd_paraf_max := \frac{M}{I} \cdot y1 \cdot Ab = 40,7297\ kN$

$Q02 := \frac{Ft_Rd_por_paraf}{Ft_sd_paraf_max} = 4,3656$

Verificação de Tração e Corte Simultâneos:

$$\left(\frac{F_{t_Sd}}{F_{t_Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v_Sd}}{F_{v_Rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

*Verificação sendo feita somente para o parafuso mais solicitado (linha "1" de furação)

$Fv_Rd_por_paraf := Fv_Rd_por_plano \cdot n_planos = 94,8317\ kN$

$Ft_Rd_por_paraf = 177,81\ kN$

$$Q03 := \left(\frac{Ft_sd_paraf_max}{Ft_Rd_por_paraf}\right)^2 + \left(\frac{Fv_Sd_por_paraf}{Fv_Rd_por_paraf}\right)^2 = 0,2455$$

$Q01 = 2,276$

$Q02 = 4,3656$

$Q03 = 0,24552$
