

MEMORIAL DE CÁLCULO (NBR 8800/2024)

Perfil: W 150 x 13,0

1 Cálculo de Tração

1.1 Cálculo da Força Resistente à Tração (Item 5.2.2)

Força resistente à tração (escoamento da seção bruta):

$$N_{trd} = \frac{A_g \cdot f_y}{1.10} = \frac{16.60 \cdot 34.50}{1.10} = 520.64 \text{ kN}$$

2 Cálculo da Força de Compressão

2.1 Força axial de flambagem (Item 5.3.5)

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{L_x^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20000 \cdot 635}{300.00^2} = 1392.71 \text{ kN}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20000 \cdot 82}{300.00^2} = 179.85 \text{ kN}$$

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \cdot \left(\frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{L_z^2} + G \cdot I_t \right) = \frac{1}{6.57^2} \cdot \left(\frac{\pi^2 \cdot 20000 \cdot 4181}{300.00^2} + 7700 \cdot 1.72 \right) = 519.79 \text{ kN}$$

Força normal de flambagem elástica (Ne): 179.85 kN

2.2 Índice de esbeltez reduzido (Item 5.3.3.2)

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{a_g \cdot f_y}{N_e}} = \sqrt{\frac{16.60 \cdot 34.50}{179.85}} = 1.78$$

2.3 Fator de redução (Item 5.3.3)

$$\chi = \frac{0.877}{\lambda_0^2} = \frac{0.877}{1.78^2} = 0.28$$

2.4 Largura efetiva dos elementos (Item 5.3.4.2)

Esbeltez da alma:

$$\frac{b}{t} = \frac{11.80}{0.43} = 27.44$$

Esbeltez limite da alma:

$$\frac{1.49 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}}{\sqrt{\chi}} = \frac{1.49 \cdot \sqrt{\frac{20000}{34.50}}}{\sqrt{0.28}} = 68.36$$

Largura efetiva da alma:

$$b_{ef} = 11.80 \text{ cm}$$

Esbeltez da mesa:

$$\frac{b}{t} = \frac{5.00}{0.49} = 10.20$$

Esbeltez limite da mesa:

$$\frac{0.56 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}}{\sqrt{\chi}} = \frac{0.56 \cdot \sqrt{\frac{20000}{34.50}}}{\sqrt{0.28}} = 25.69$$

Largura efetiva da mesa:

$$b_{ef} = 5.00 \text{ cm}$$

Área efetiva:

$$A_{ef} = 16.60 \text{ cm}^2$$

Força axial resistente de cálculo:

$$N_{c,rd} = \frac{\chi \cdot A_{ef} \cdot f_y}{1.10} = \frac{0.28 \cdot 16.60 \cdot 34.50}{1.10} = 143.386 \text{ kN}$$

3 Cálculo da Força Cortante

3.1 Cálculo da Força Resistente a Cortante em X (Item 5.4.3.1)

Área efetiva de cisalhamento:

$$A_w = d' \cdot t_w = (11.80 \cdot 0.43) = 5.07 \text{ cm}^2$$

Força cortante de plastificação:

$$V_{pl} = 0.6 \cdot A_w \cdot f_y = 0.6 \cdot 5.07 \cdot 34.50 = 105.03 \text{ kN}$$

Esbeltez do perfil:

$$\lambda = \frac{d'}{t_w} = \frac{11.80}{0.43} = 27.44$$

Lambda P:

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{5 \cdot 20000}{34.50}} = 59.22$$

Lambda R:

$$\lambda_r = 1.37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 1.37 \cdot \sqrt{\frac{5 \cdot 20000}{34.50}} = 73.76$$

Força cortante resistente:

$$V_{rd} = \frac{V_{pl}}{1.10} = \frac{105.03}{1.10} = 95.48 \text{ kN}$$

3.2 Cálculo da Força Resistente a Cortante em Y (Item 5.4.3.5)

Área efetiva de cisalhamento:

$$A_w = 2 \cdot b_f \cdot t_f = 2 \cdot 10.00 \cdot 0.49 = 9.80 \text{ cm}^2$$

Força cortante de plastificação:

$$V_{pl} = 0.6 \cdot A_w \cdot f_y = 0.6 \cdot 9.80 \cdot 34.50 = 202.86 \text{ kN}$$

Valor de 'h':

$$h = \frac{b_f}{2} = \frac{10.00}{2} = 5.00 \text{ cm}$$

Esbeltez do perfil:

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{5.00}{0.43} = 11.63$$

Lambda P:

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{1.2 \cdot 20000}{34.50}} = 29.01$$

Lambda R:

$$\lambda_r = 1.37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 1.37 \cdot \sqrt{\frac{1.2 \cdot 20000}{34.50}} = 36.13$$

Força cortante resistente:

$$V_{rd} = \frac{V_{pl}}{1.10} = \frac{202.86}{1.10} = 184.42 \text{ kN}$$

4 Cálculo do Momento Fletor

4.1 Cálculo do momento fletor resistente (Item D.2.1)

Momento fletor de plastificação:

$$M_{pl} = z_x \cdot f_y = 96.40 \cdot 34.50 = 3325.80 \text{ kN} \cdot \text{cm}^2$$

Momento fletor residual:

$$M_r = 0.7 \cdot w_x \cdot f_y = 0.7 \cdot 85.80 \cdot 34.50 = 2072.07 \text{ kN} \cdot \text{cm}^2$$

Flambagem local da alma - FLA:

$$\lambda = \frac{d'}{t_w} = \frac{11.80}{0.43} = 27.44$$

Lambda P:

$$\lambda_p = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{20000}{34.50}} = 90.53$$

Lambda R:

$$\lambda_r = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{20000}{34.50}} = 137.24$$

Momento fletor resistente:

$$M_{rd} = \frac{M_{pl}}{1.10} = \frac{3325.80}{1.10} = 3023.45 \text{ kN} \cdot \text{cm}^2$$

Flambagem local da mesa - FLM:

$$\lambda = \frac{b_f}{2 \cdot t_f} = \frac{10.00}{0.49} = 10.20$$

Lambda P:

$$\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{20000}{34.50}} = 9.15$$

Lambda R:

$$\lambda_r = 0.83 \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 \cdot f_y}} = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{20000}{0.7 \cdot 34.50}} = 23.89$$

Momento fletor resistente:

$$M_{rd} = \frac{1}{1.10} \cdot \left(M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) = \frac{1}{1.10} \cdot \left(3325.80 - (3325.80 - 2072.07) \cdot \frac{10.20 - 9.15}{23.89 - 9.15} \right) = 2941.88 \text{ kN} \cdot \text{cm}^2$$

Flambagem lateral com torção - FLT:

$$\lambda = \frac{L_b}{r_y} = \frac{300.00}{2.22} = 10.20$$