

FLEXOCOMPRESSÃO

Exercício

O quadro a seguir apresenta os esforços máximos encontrados nos pilares e vigas de um pórtico plano relativo a uma edificação de 04 pavimentos, onde se pretende aplicar um único perfil para os pilares e outro para as vigas.

Combinação	Pilar central			Pilar de extremidade			Viga		
	N (kN)	M (kN.m)	V (kN)	N (kN)	M (kN.m)	V (kN)	N (kN)	M (kN.m)	V (kN)
Comb01	417	2,03	1,12	273	4,00	2,44	-1,250	9,2	12,0
Comb02	417	7,50	4,13	273	8,10	4,73	-0,295	13,4	13,7
Comb03	371	12,50	6,88	253	12,40	6,81	0,449	17,1	15,3

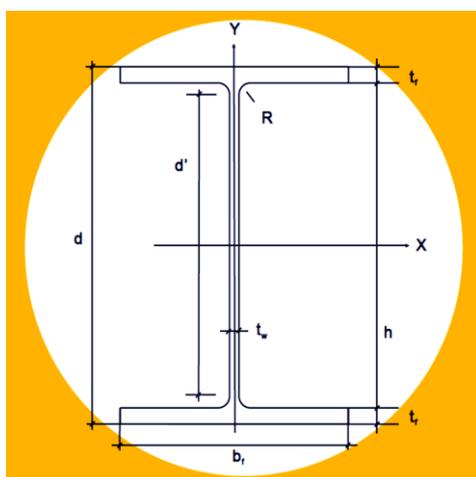
Verifique se o perfil W 250 x 73,0 (na posição I) satisfaz às solicitações para os pilares e se o perfil W 310 x 28,3 atende às solicitações para as vigas.

Obs: Aço ASTM A 572 Gr 50

L_b	FLT	Compressão
Viga	50 cm	440 cm
Pilar	300 cm	300 cm

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear Kg/m	d mm	b_f mm	Espessura		h mm	d' mm	Área cm ²
				t_w mm	t_f mm			
W 250 x 73,0 (H)	73	253	254	8,6	14,2	225	201	92,7
W 310 x 28,3	28,3	309	102	6	8,9	291	271	36,5

BITOLA mm x kg/m	Eixo X - X				Eixo Y - Y				r_t cm	I_t cm ⁴
	I_x cm ⁴	W_x cm ³	r_x cm	Z_x cm ³	I_y cm ⁴	W_y cm ³	r_y cm	Z_y cm ³		
W 250 x 73,0 (H)	11 257	889,9	11,02	983,3	3 880	305,5	6,47	463,1	7,01	56,94
W 310 x 28,3	5 500	356	12,28	412	158	31	2,08	49,4	2,55	8,14



Solução

1) Verificação dos pilares

a) Força axial de compressão resistente de cálculo

Esbeltez da mesa (AL):

$$b/t = 8,94$$

$$b/t_{lim} = 13,48 \quad \text{Ok!}$$

$$Q = 1,00$$

Esbeltez da alma (AA):

$$h/t_w = 23,37$$

$$b/t_{lim} = 35,87 \quad \text{Ok!}$$

$$Q = 1,00$$

Fator de Redução - Flambagem local

$$Q = 1,00$$

Forças axiais elásticas

$$N_{ex} = 24.689,36 \quad \text{kN}$$

$$N_{ey} = 8.509,79 \quad \text{kN}$$

$$N_{ez} = 13.881,04 \quad \text{kN}$$

Esbeltez reduzida

$$\lambda_0 = 0,613$$

Fator de Redução - Resist. à Compressão

$$\chi = 0,854$$

Força Axial Resistente de Cálculo

$$N_{Rd} = \boxed{2.482,9} \quad \text{kN}$$

b) Momento fletor resistente de cálculo

Flambagem lateral (FLT)

$$\lambda = 46,37$$

$$\lambda_p = 42,38$$

$$\lambda_r = 148,69$$

$$\beta_1 = 0,0189 \quad \text{cm}^{-1}$$

$$C_w = 553.146,77 \quad \text{cm}^6$$

⇒ Viga Intermediária

$$M_{pl} = 339,24 \quad \text{m.kN}$$

$$M_r = 214,91 \quad \text{m.kN}$$

$$M_{Rd} = 304,16 \quad \text{m.kN}$$

Flambagem local da mesa (FLM)

$$\lambda_b = 8,94$$

$$\lambda_p = 9,15$$

Seção Compacta

$$M_{pl} = 339,24 \quad \text{m.kN}$$

$$M_{Rd} = 308,40 \quad \text{m.kN}$$

Flambagem local da alma (FLA)

$$\lambda_b = 23,37$$

$$\lambda_p = 90,53$$

Seção Compacta

$$M_{pl} = 339,24 \quad \text{m.kN}$$

$$M_{Rd} = 308,40 \quad \text{m.kN}$$

$$M_{Rd} = \boxed{304,2} \quad \text{m.kN}$$

c) Força cortante resistente de cálculo

Flambagem da alma por cisalhamento

$$\lambda = 23,37$$

$$\lambda_p = 59,22$$

$$k_v = 5,00$$

$$V_{Rd} = \boxed{409,4} \quad \text{kN}$$

2) Verificação das Vigas

a) Força axial de compressão resistente de cálculo

Esbeltez da alma (AA):

$$h/t_w = 45,17$$

$$b/t_{lim} = 35,87 \quad Q_s < 1$$

Esbeltez da mesa (AL):

$$b/t = 5,73$$

$$b/t_{lim} = 13,48 \quad \text{Ok!}$$

$$Q = 1,00$$

Fator de Redução - Flambagem local

$$c_a = 0,34$$

$$b_{ef} = 227,1 \quad \text{mm} \quad \text{Ok!}$$

$$A_{ef} = 33,9 \quad \text{cm}^2$$

$$Q_a = 0,93$$

$$Q_s = 1,00$$

$$Q = 0,93$$

Forças axiais elásticas

$$N_{ex} = 5\,607,7 \quad \text{kN}$$

$$N_{ey} = 161,1 \quad \text{kN}$$

$$N_{ez} = 5\,557,2 \quad \text{kN}$$

Esbeltez reduzida

$$\lambda_0 = 2,696$$

Fator de Redução - Resist. à Compressão

$$\chi = 0,121$$

Força Axial Resistente de Cálculo

$$N_{Rd} = \boxed{128,8} \quad \text{kN}$$

b) Momento fletor resistente de cálculo

Flambagem local da Alma (FLA)

$$\lambda_b = 45,17$$

$$\lambda_p = 90,53$$

⇒ Seção Compacta

$$M_{pl} = 142,14 \text{ m.kN}$$

$$M_{Rd} = 129,22 \text{ m.kN}$$

Flambagem local da Mesa (FLM)

$$\lambda_b = 5,73$$

$$\lambda_p = 9,15$$

⇒ Seção Compacta

$$M_{pl} = 142,14 \text{ m.kN}$$

$$M_{Rd} = 129,22 \text{ m.kN}$$

Flambagem Lateral Torsional (FLT)

$$\lambda = 24,04$$

$$\lambda_p = 42,38$$

⇒ Viga curta

$$M_{pl} = 142,14 \text{ m.kN}$$

$$M_{Rd} = 129,22 \text{ m.kN}$$

$$M_{Rd} = \boxed{129,22} \text{ m.kN}$$

c) Força cortante resistente de cálculo

Flambagem da alma por cisalhamento

$$\lambda = 45,17$$

$$\lambda_p = 59,22$$

$$k_v = 5,00$$

$$V_{Rd} = \boxed{348,89} \text{ kN}$$

3) Verificação dos PILARES às solicitações decorrentes das combinações de carregamento

$$N_{Rd} = 2.482,9 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = 304,2 \text{ m.kN}$$

$$V_{Rd} = 409,4 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow V_{Sd} = 4,73 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 409,4 \text{ kN} \quad \text{Ok!}$$

$$\Rightarrow \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1,0 \Rightarrow \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} \leq 1,0 \text{ (Elástico-linear)}$$

$$NBR 8800 \Rightarrow \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} < 0,2 \Rightarrow \frac{N_{Sd}}{2N_{Rd}} + \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1,0$$

Combinação	N_{Sd} (kN)	M_{Sd} (kN.m)	N_{Sd}/N_{Rd}	$N_{Sd}/2N_{Rd} + M_{Sd}/M_{Rd}$	
Comb02 - Pilar Central	417,0	7,5	0,17	0,11	Ok!
Comb02 - Pilar Extremidade	273,0	8,1	0,11	0,08	Ok!
Comb03 - Pilar Central	371,0	12,5	0,15	0,12	Ok!
Comb03 - Pilar Extremidade	253,0	12,4	0,10	0,09	Ok!

Obs: por simples inspeção visual, observa-se que a Comb01 não governa o dimensionamento dos pilares

4) Verificação das VIGAS às solicitações decorrentes das combinações de carregamento

$$N_{Rd} = 128,8 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = 129,22 \text{ m.kN}$$

$$V_{Rd} = 348,89 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow V_{Sd} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 348,89 \text{ kN} \quad \text{Ok!}$$

Combinação	N_{Sd} (kN)	M_{Sd} (kN.m)	N_{Sd}/N_{Rd}	$N_{Sd}/2N_{Rd} + M_{Sd}/M_{Rd}$	
Comb01 - Viga	1,250	9,2	0,01	0,08	Ok!
Comb02 - Viga	0,295	13,4	0,00	0,10	Ok!
Comb03 - Viga	0,449	17,1	0,00	0,13	Ok!