















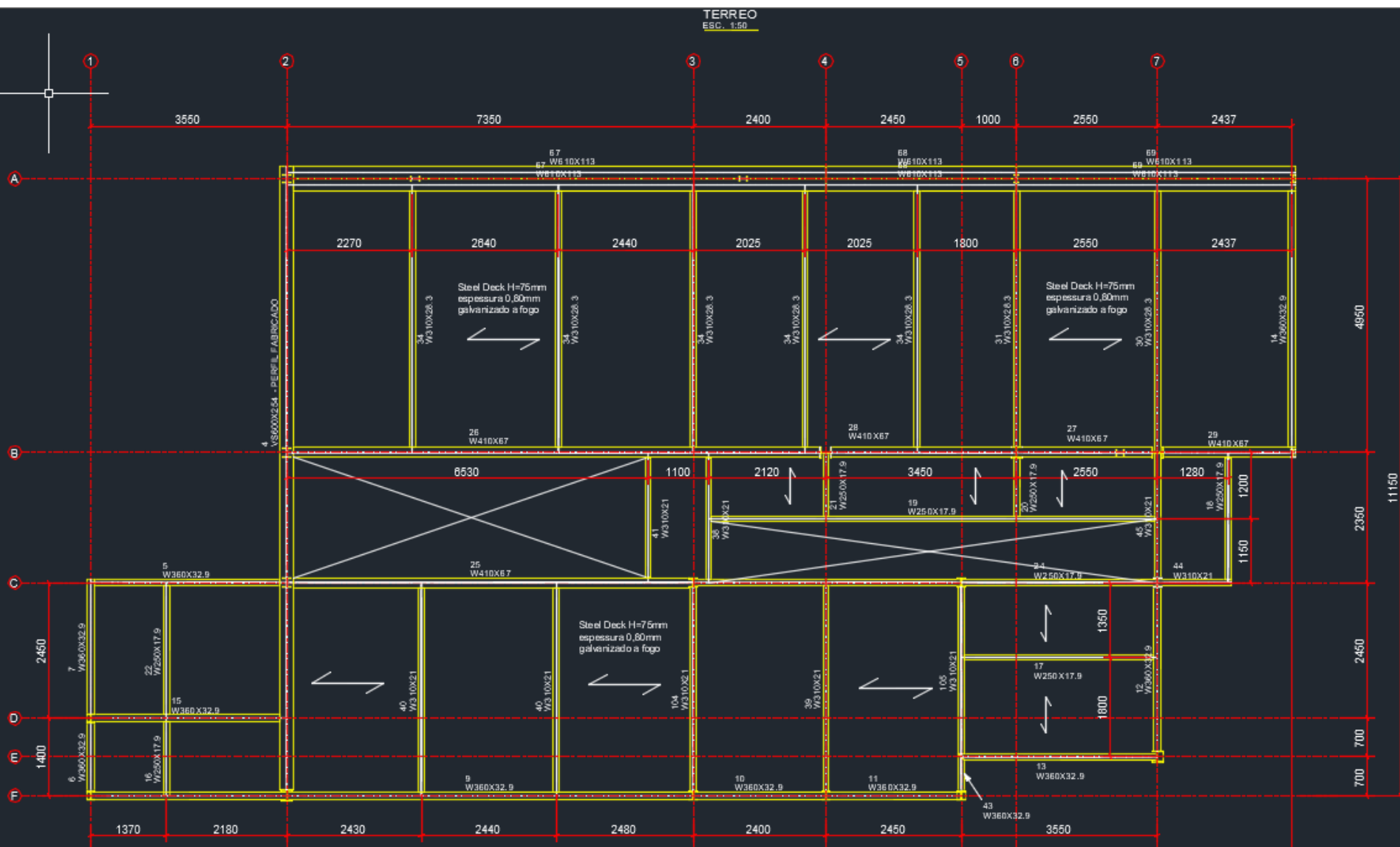




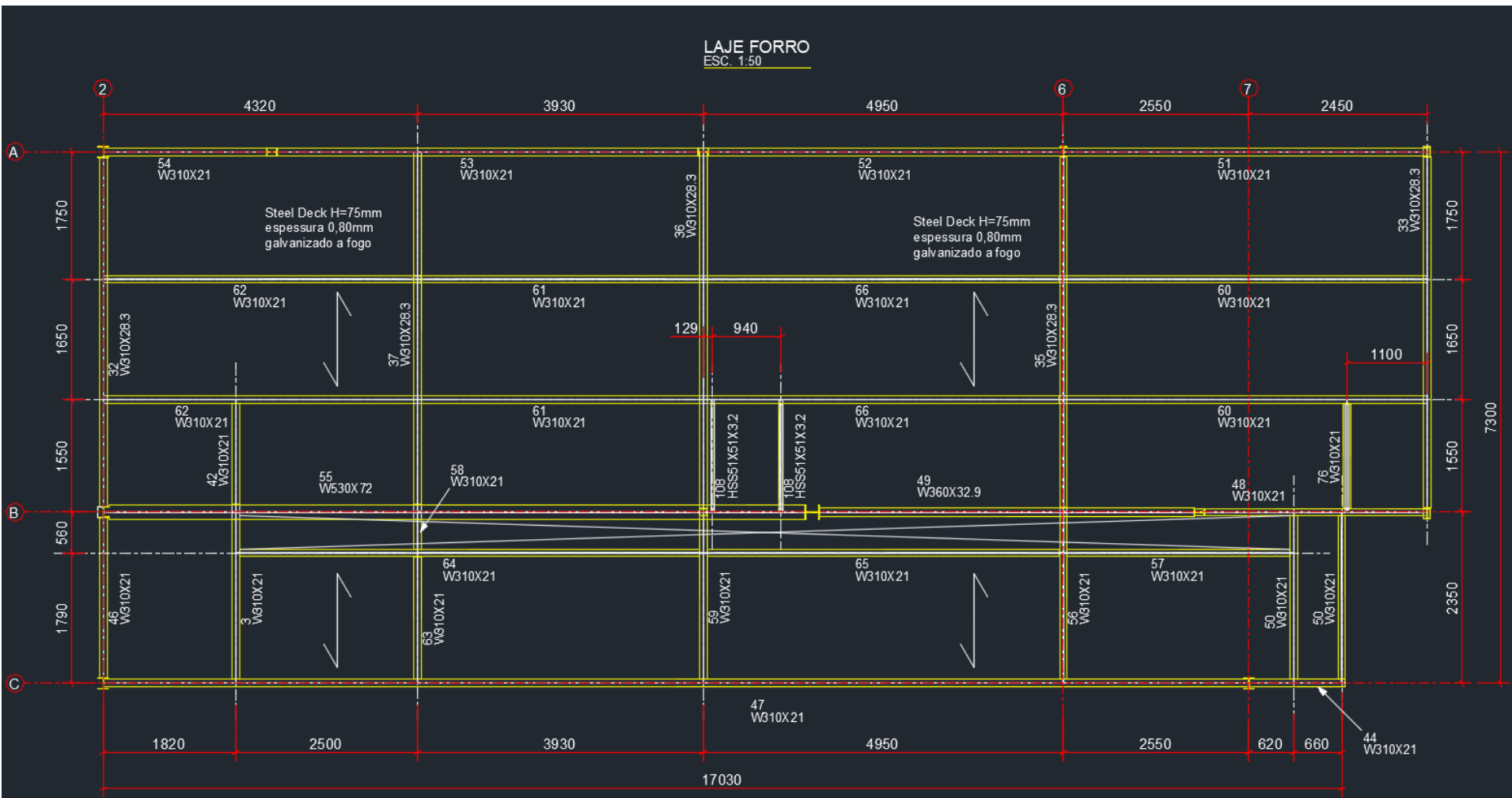


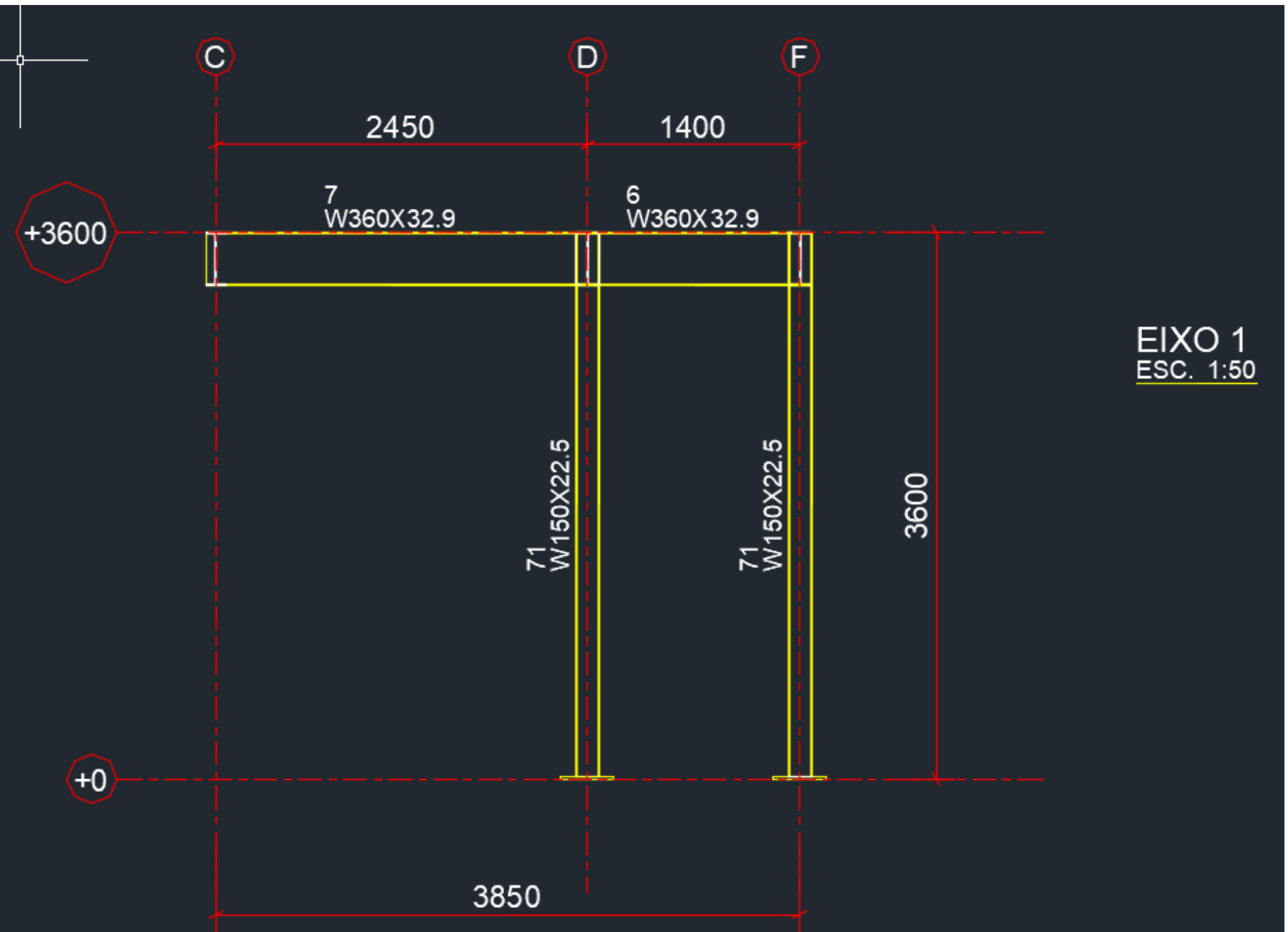


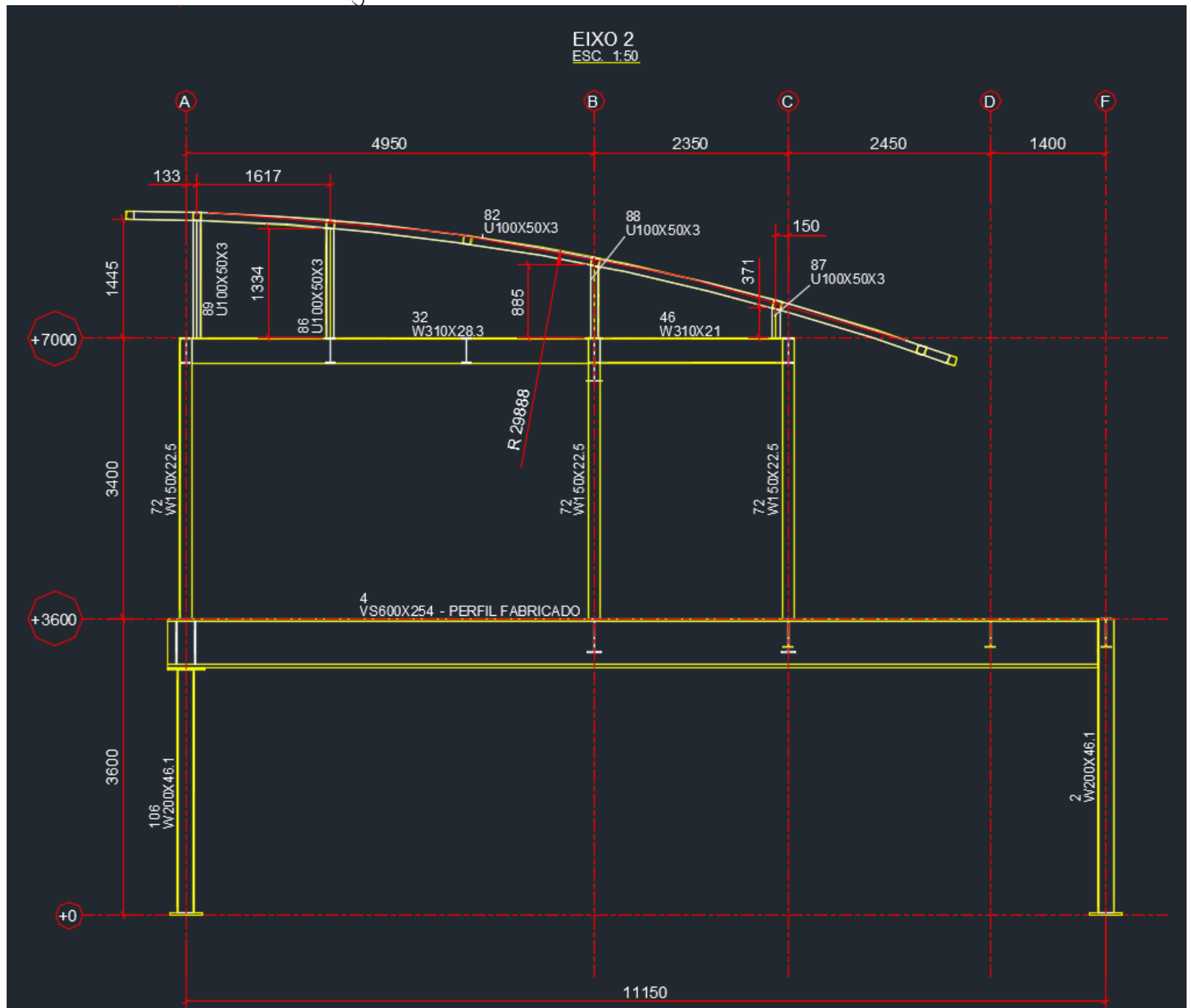
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



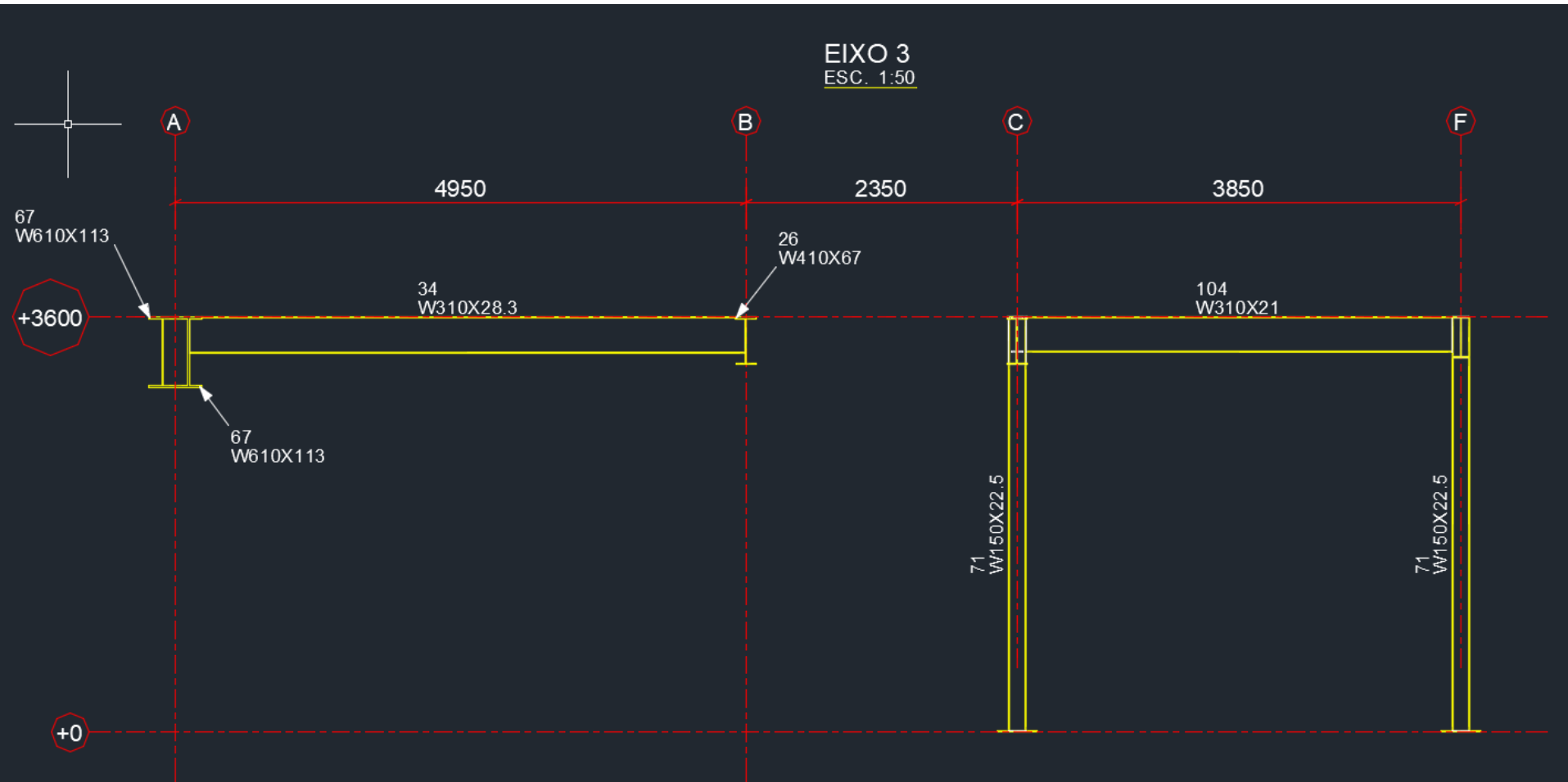
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

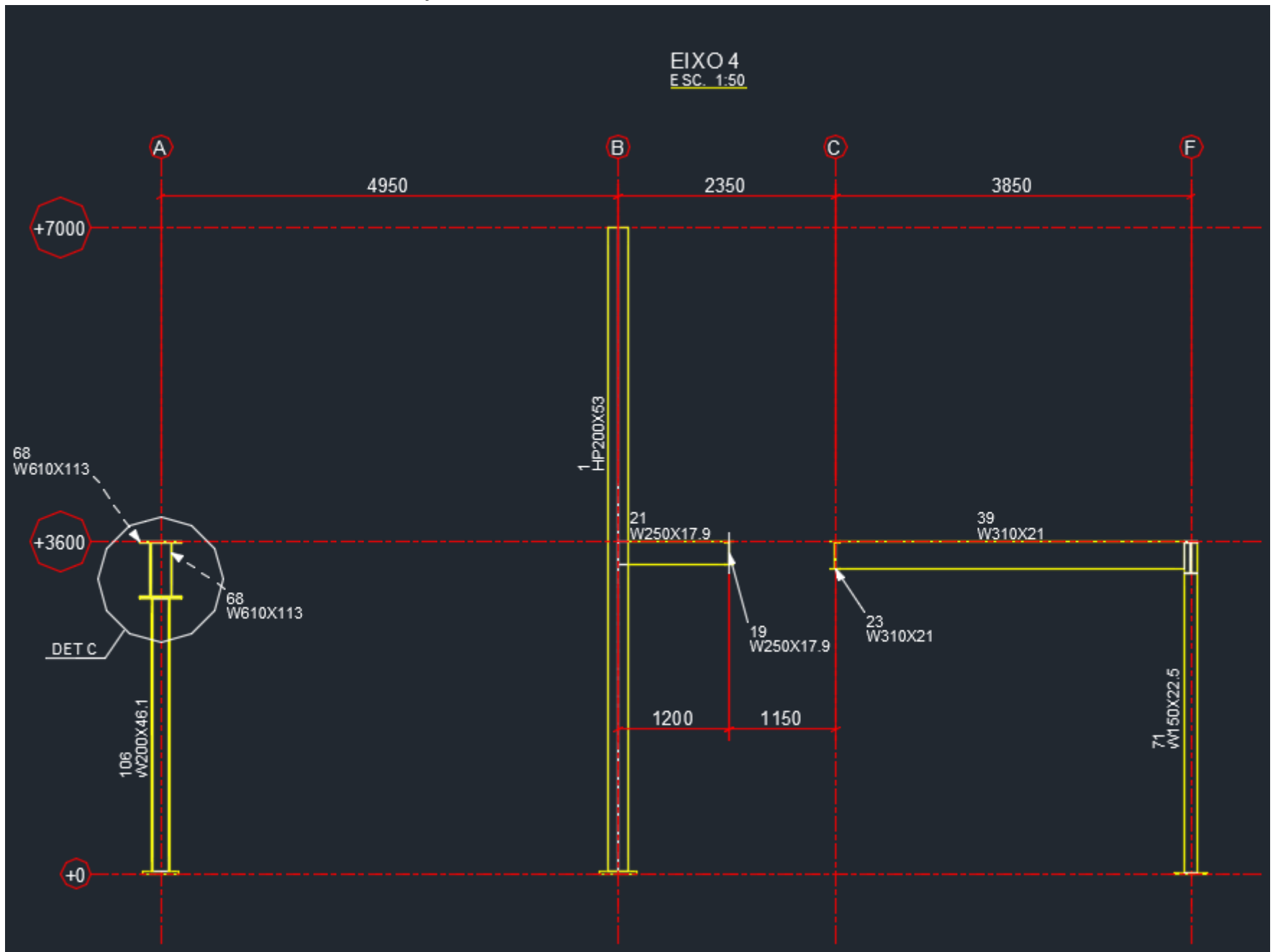




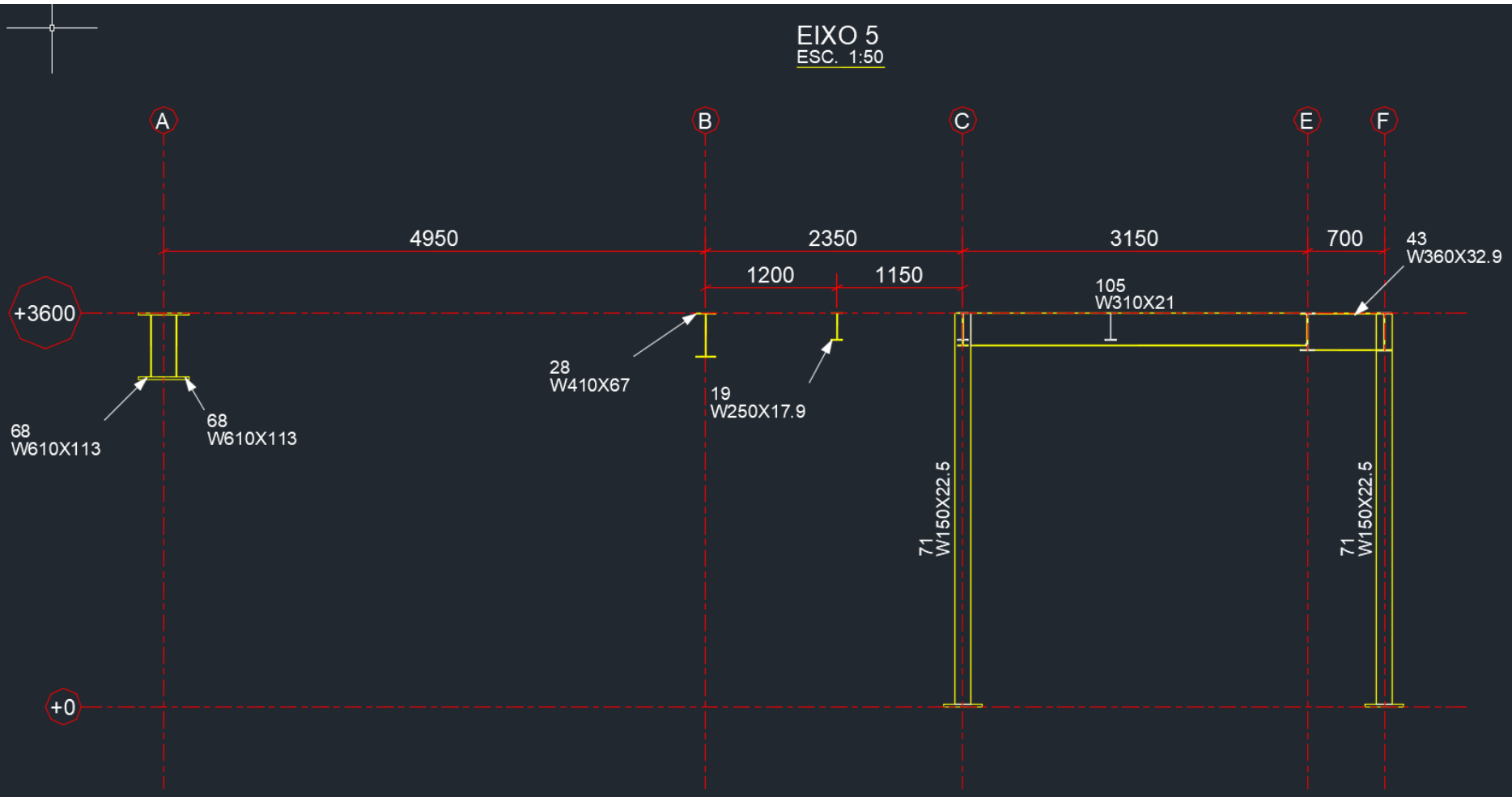


Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

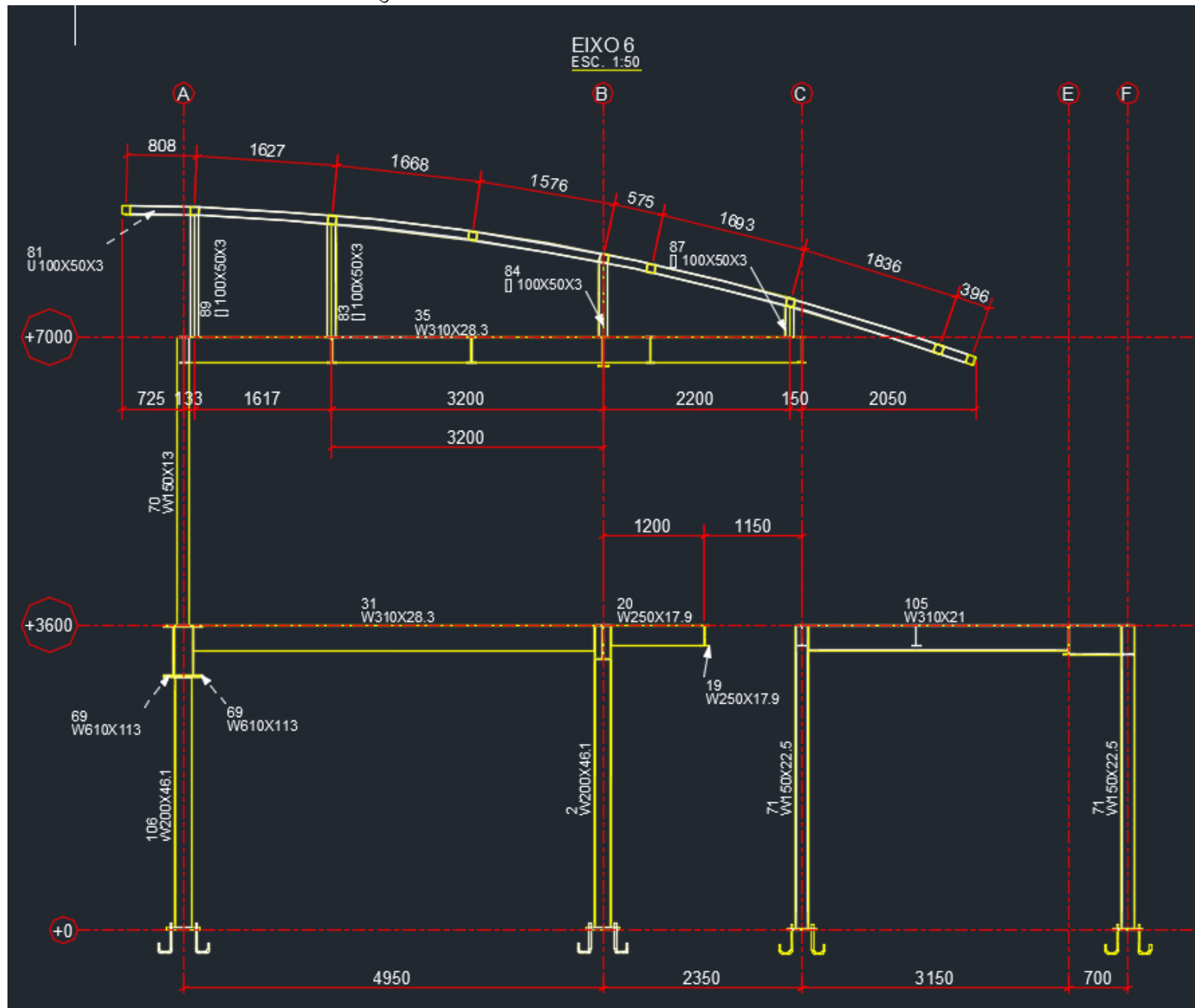




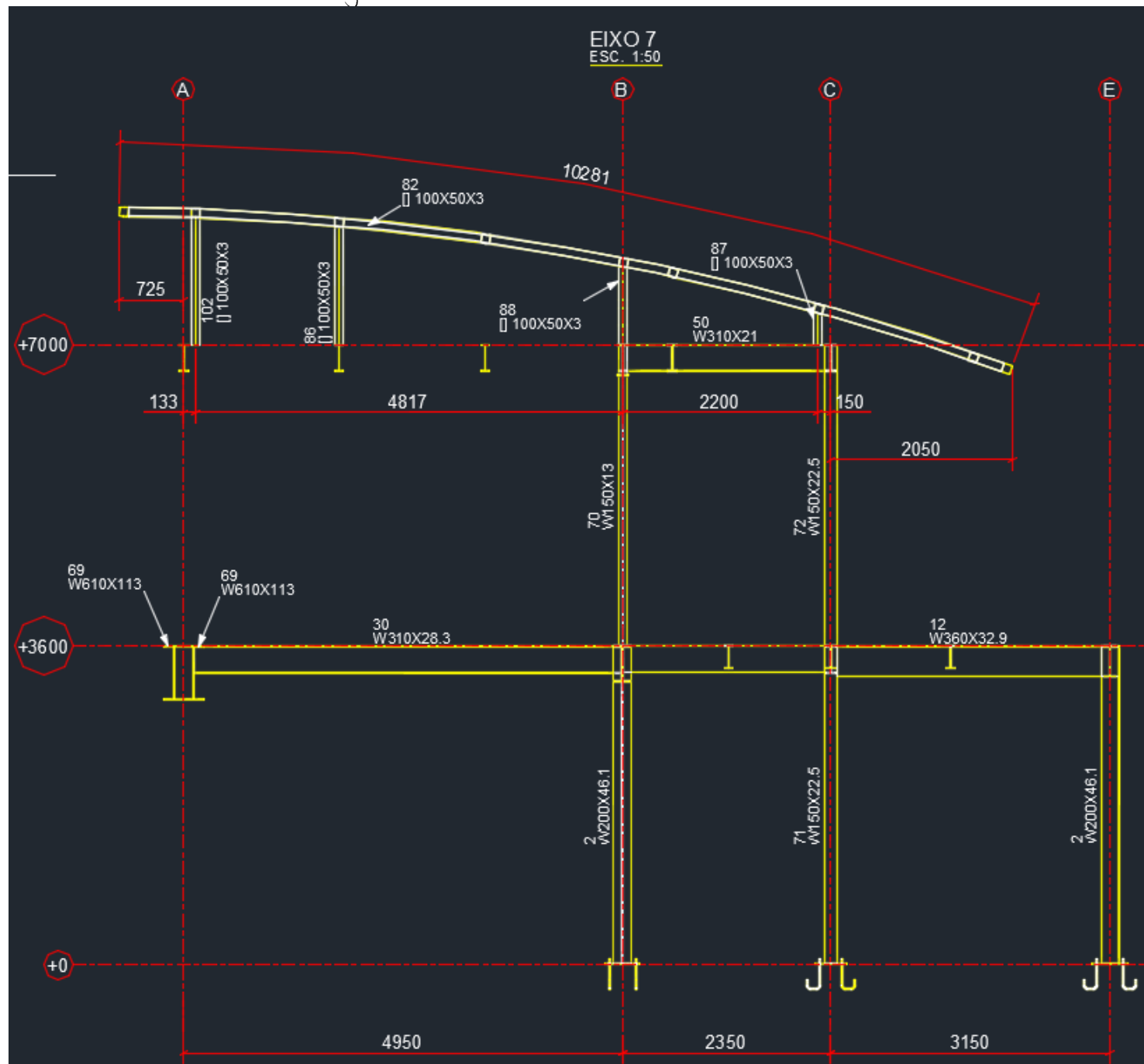
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



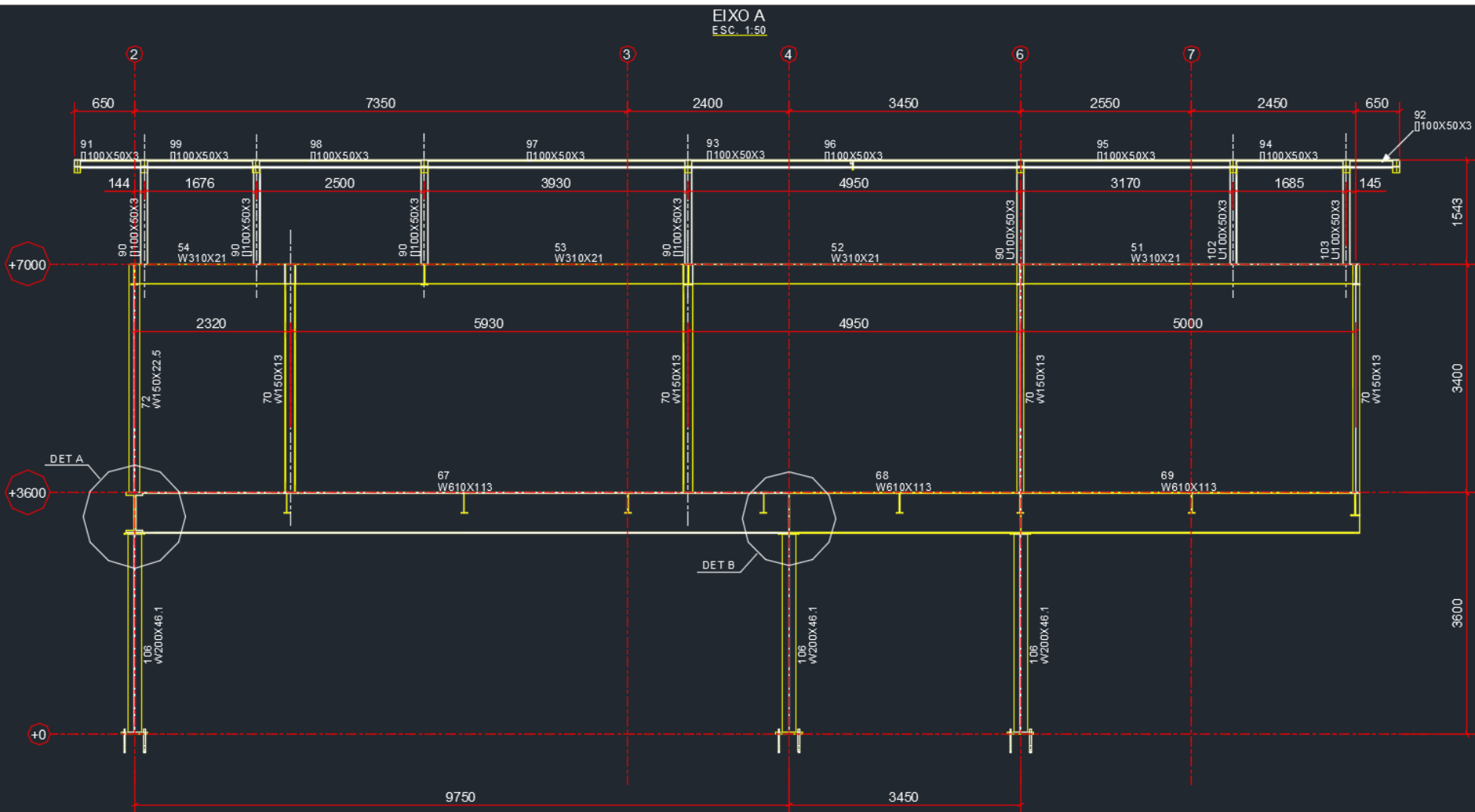
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



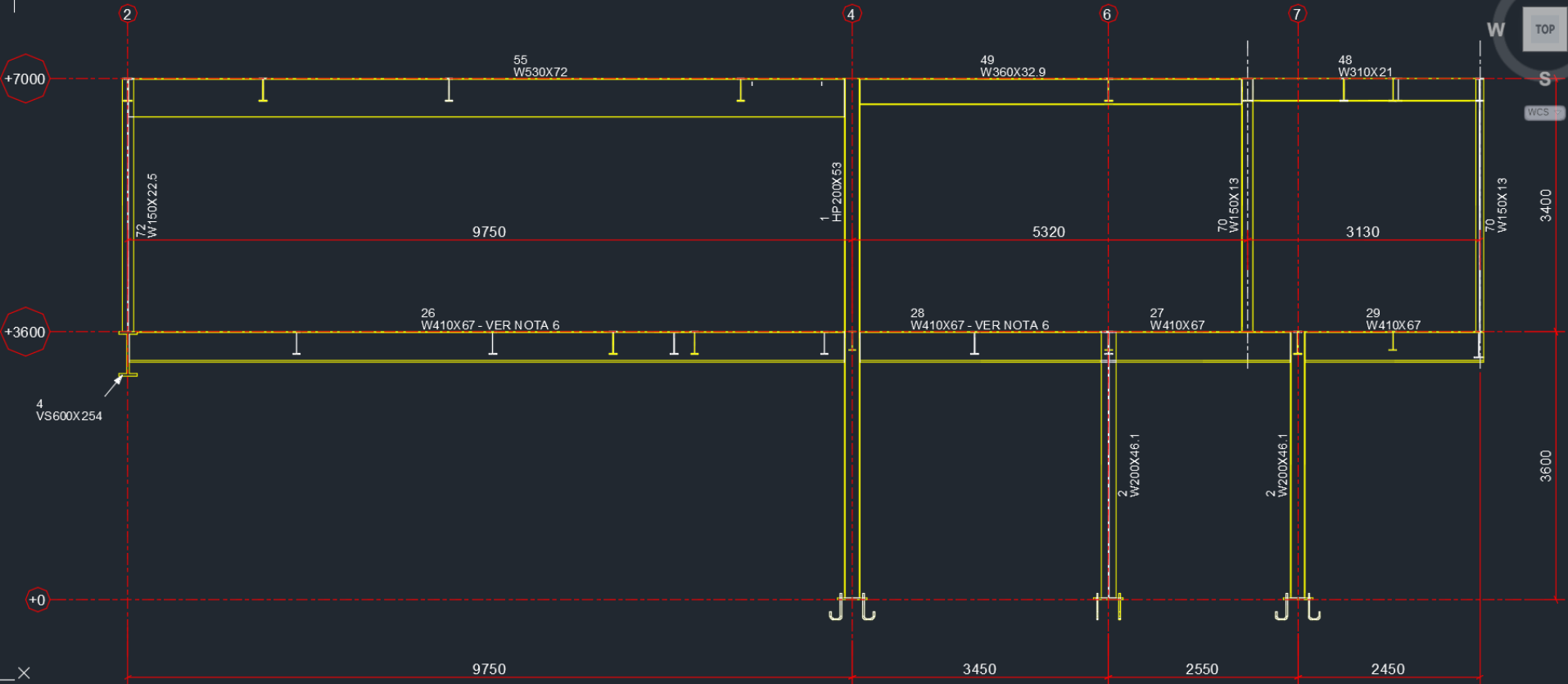
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

2D Wireframe

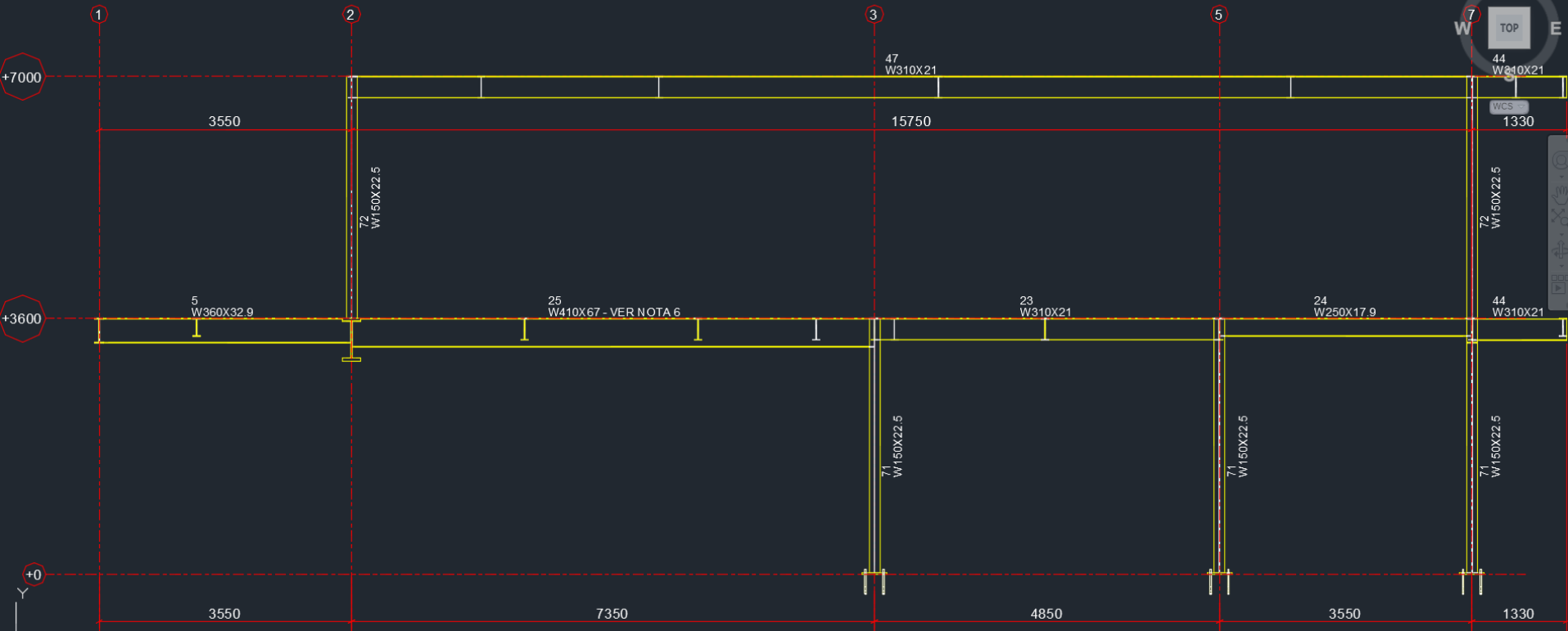
EIXO B
ESC. 1:50



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

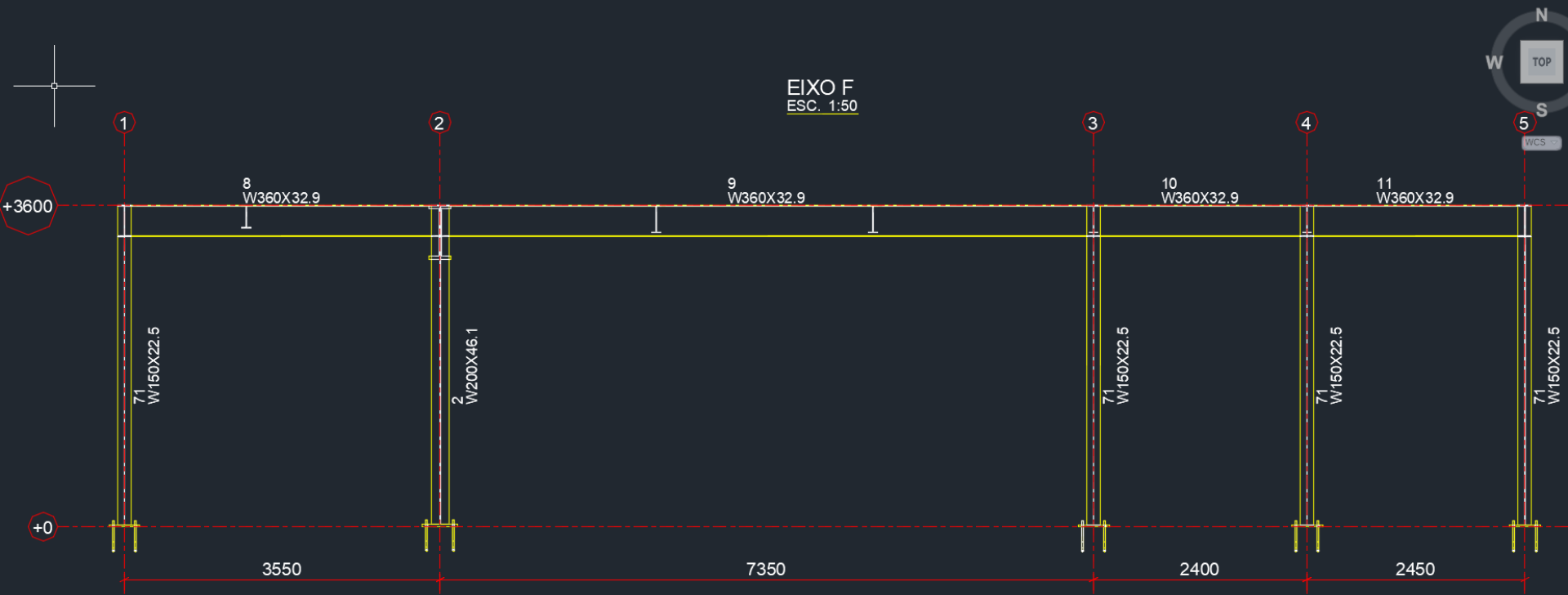
[-][Top][2D Wireframe]

EIXO C
ESC. 1:50

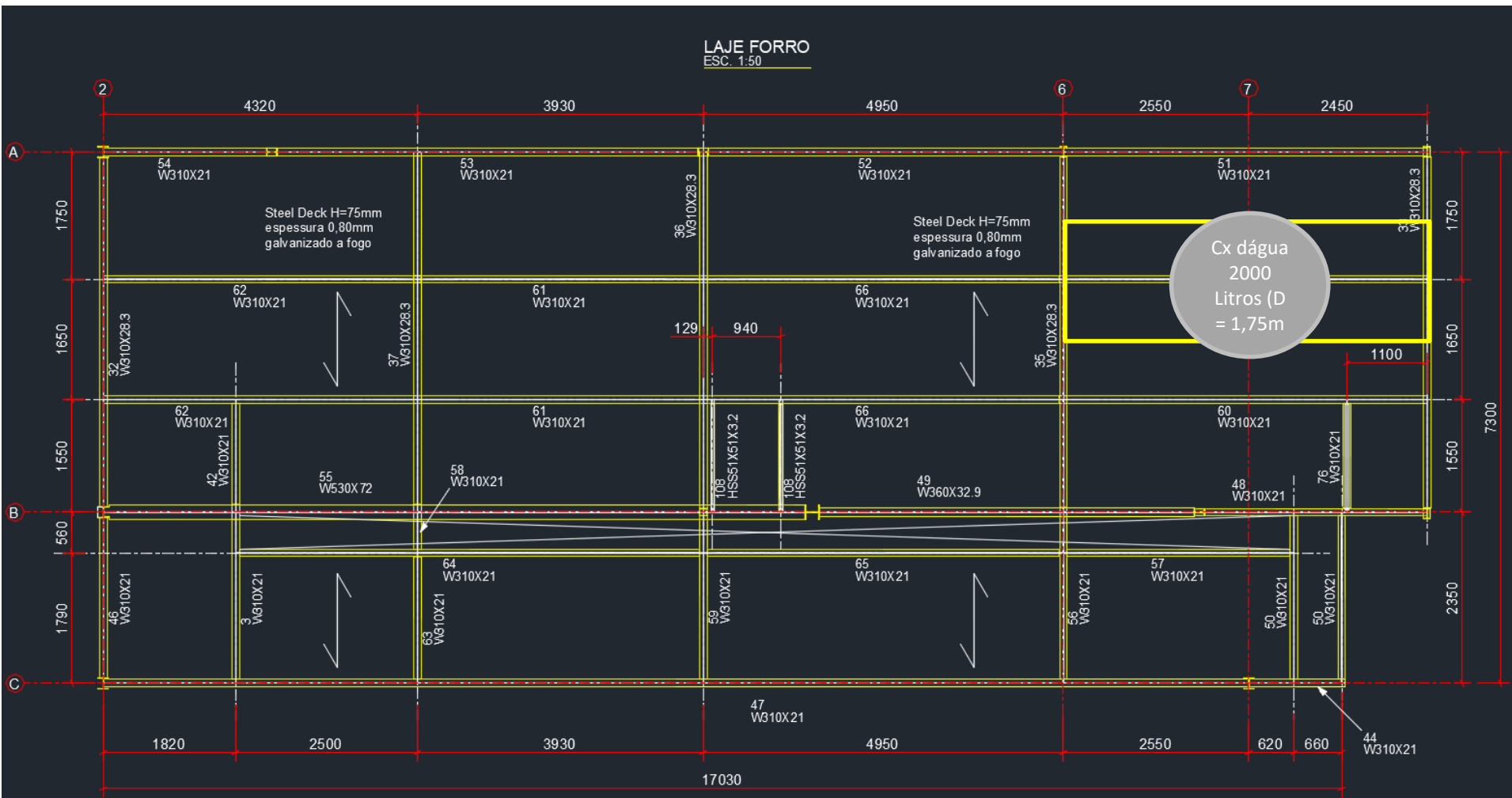


Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

[-] [Top] [2D Wireframe]



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Vamos iniciar nosso projeto com o cálculo das vigas
fora dos pórticos, começando pela laje forro

Tabela de cargas e vão máximos - MF-75

	Altura total da laje (mm)	Espessura Steel Deck (mm)	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio (kN/m²)	M. Inércia Laje Mista (10 ⁹ mm ⁴ /m)	Vãos Máximos sem Escoramento								Carga sobreposta							
			Simples (mm)	Duplos (mm)	Triplos (mm)	Balanco (mm)			2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800 máxima	2.900	3.000	3.150	3.300	3.500	3.750	4.000
Lajes de Forro	130	0,80	2.350	3.200	3.300	1.150	2,27	10,66	11,87	10,56	9,42	8,43	7,56	6,79	6,11	5,51	4,96	4,47	4,03	3,45	2,94	2,37	1,77	1,29
		0,95	3.000	3.650	3.750	1.350	2,28	11,34	14,19	12,69	11,38	10,25	9,25	8,36	7,58	6,88	6,25	5,69	5,18	4,51	3,92	3,26	2,56	2,00
		1,25	3.650	4.300	4.400	1.650	2,32	12,74	18,83	16,94	15,31	13,88	12,62	11,50	10,51	9,63	8,84	8,13	7,48	6,63	5,88	5,03	4,15	3,42
Lajes de Piso	140	0,80	2.200	3.100	3.200	1.150	2,50	13,17	13,16	11,71	10,45	9,35	8,39	7,54	6,78	6,11	5,51	4,97	4,48	3,83	3,27	2,63	1,98	1,44
		0,95	2.850	3.500	3.600	1.350	2,52	13,99	15,74	14,07	12,63	11,37	10,26	9,28	8,41	7,64	6,94	6,32	5,76	5,01	4,36	3,62	2,85	2,23
		1,25	3.500	4.150	4.250	1.600	2,55	15,68	20,00	18,79	16,98	15,39	14,00	12,76	11,67	10,69	9,81	9,02	8,31	7,36	6,53	5,59	4,61	3,81
Lajes de Piso	150	0,80	2.000	3.000	3.100	1.100	2,74	16,06	14,46	12,86	11,48	10,28	9,22	8,28	7,45	6,72	6,06	5,46	4,93	4,22	3,60	2,90	2,18	1,59
		0,95	2.650	3.400	3.500	1.300	2,75	17,04	17,28	15,45	13,87	12,49	11,27	10,20	9,24	8,39	7,63	6,95	6,33	5,51	4,80	3,98	3,14	2,45
		1,25	3.400	4.000	4.100	1.550	2,79	19,05	20,00	20,00	18,65	16,91	15,38	14,02	12,82	11,75	10,78	9,91	9,13	8,09	7,18	6,15	5,07	4,19
Lajes de Piso	160	0,80	1.850	2.900	3.000	1.100	2,97	19,35	15,75	14,02	12,51	11,20	10,04	9,03	8,12	7,32	6,60	5,95	5,37	4,60	3,93	3,17	2,38	1,73
		0,95	2.500	3.300	3.400	1.250	2,99	20,51	18,83	16,84	15,11	13,61	12,28	11,11	10,07	9,15	8,32	7,57	6,90	6,01	5,23	4,35	3,43	2,68
		1,25	3.250	3.900	4.000	1.500	3,02	22,90	20,00	20,00	20,00	18,42	16,76	15,28	13,97	12,80	11,75	10,81	9,95	8,82	7,83	6,71	5,54	4,58
Lajes de Piso	170	0,80	1.700	2.800	2.900	1.050	3,21	23,07	17,04	15,17	13,54	12,12	10,87	9,77	8,80	7,93	7,15	6,45	5,82	4,98	4,26	3,43	2,58	1,88
		0,95	2.350	3.200	3.300	1.250	3,23	24,44	20,00	18,22	16,36	14,72	13,29	12,03	10,91	9,90	9,01	8,20	7,47	6,51	5,67	4,71	3,72	2,91
		1,25	3.150	3.800	3.900	1.450	3,26	27,24	20,00	20,00	20,00	19,94	18,14	16,54	15,12	13,86	12,72	11,70	10,78	9,55	8,49	7,27	6,00	4,96
Lajes de Piso	180	0,80	1.550	2.750	2.850	1.050	3,44	27,25	18,34	16,32	14,57	13,04	11,70	10,52	9,47	8,53	7,69	6,94	6,26	5,37	4,59	3,70	2,78	2,03
		0,95	2.200	3.100	3.200	1.200	3,46	28,84	20,00	19,61	17,60	15,84	14,30	12,94	11,74	10,66	9,69	8,83	8,04	7,00	6,10	5,07	4,01	3,14
		1,25	3.050	3.700	3.800	1.450	3,50	32,10	20,00	20,00	20,00	20,00	19,51	17,80	16,28	14,92	13,70	12,60	11,60	10,28	9,14	7,83	6,47	5,35
Lajes de Piso	190	0,80	1.450	2.650	2.750	1.000	3,68	31,92	19,63	17,47	15,60	13,96	12,53	11,26	10,14	9,14	8,24	7,44	6,71	5,75	4,91	3,96	2,98	2,18
		0,95	2.100	3.050	3.150	1.200	3,70	33,75	20,00	20,00	18,84	16,96	15,32	13,86	12,57	11,41	10,38	9,45	8,62	7,50	6,54	5,44	4,30	3,36
		1,25	3.000	3.600	3.700	1.400	3,73	37,52	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	19,06	17,43	15,97	14,67	13,49	12,43	11,02	9,79	8,39	6,93	5,73
Lajes de Piso	200	0,80	1.400	2.600	2.650	1.000	3,91	37,10	20,00	18,62	16,63	14,88	13,35	12,00	10,81	9,74	8,79	7,93	7,16	6,13	5,24	4,23	3,19	2,33
		0,95	1.950	2.950	3.050	1.150	3,93	39,19	20,00	20,00	20,00	18,08	16,33	14,78	13,40	12,17	11,07	10,08	9,19	8,00	6,97	5,80	4,59	3,59
		1,25	2.900	3.500	3.650	1.400	3,97	43,51	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	18,58	17,03	15,64	14,38	13,25	11,75	10,44	8,94	7,39	6,12

Definição das Cargas:

Plaje = 2,27 kN/m²

P.Contrapiso+PISO = 2 x 0,21 = 0,42 kN/m²

TOTAL CARGAS PERMANENTES: 3,19 kN/m²

Sobrecarga Forro: = 0,50 kN/m²

Carga da caixa d'água:

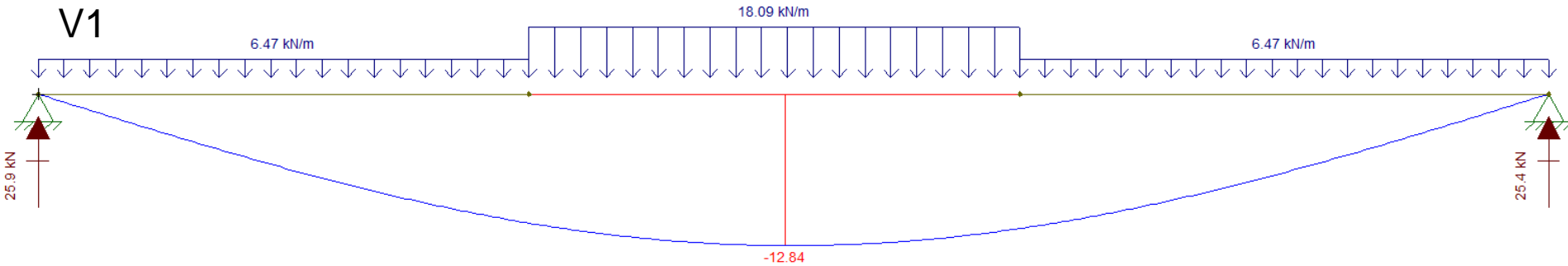
Caixa = 0,35 kN / 1,75 = 0,2 kN/m

Água = 20 kN / 1,75 = 11,42 kN/m

TOTAL = 11,62 kN/m

Verificação ELS:

$$CP + SC = 3,19 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 0,50 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 0,21 = 6,47 \text{ kN/m}$$

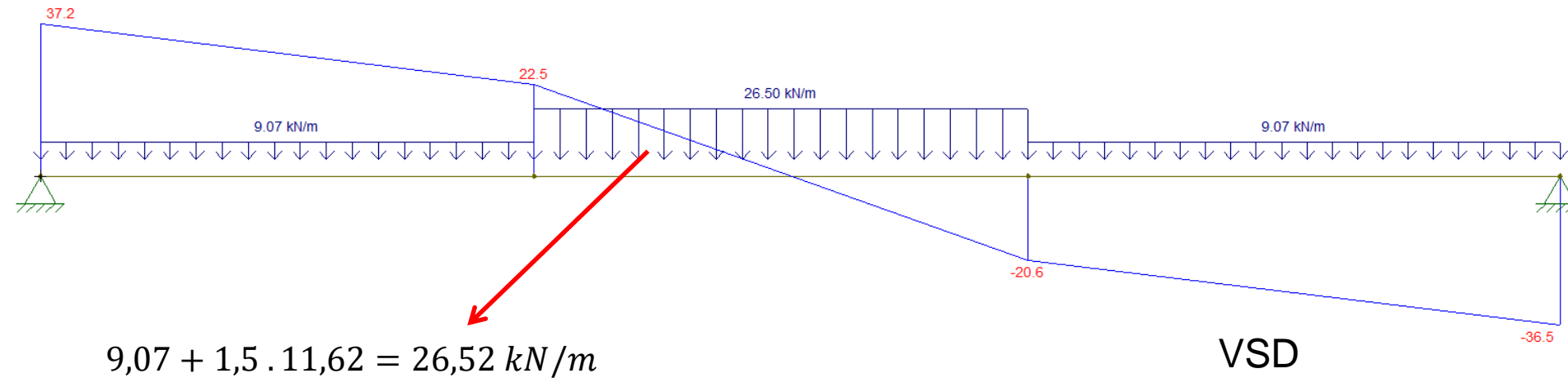
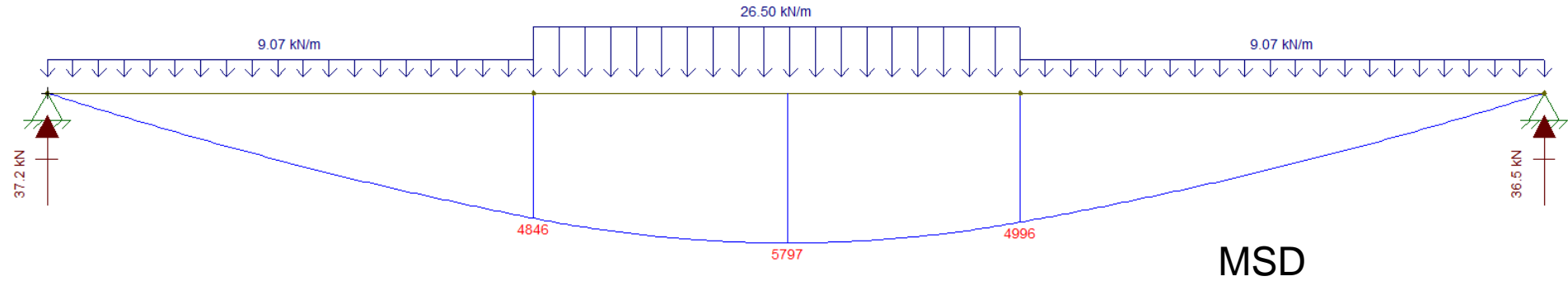


Flecha Máxima: $L/350 = 5000/350 = 14,28\text{mm}$ - OK

PERFIL
W310X21

Verificação ELU:

$$1,4CP + 1,5SC = 1,4 \cdot 3,19 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 1,5 \cdot 0,50 \cdot \frac{1,65 + 1,75}{2} + 1,25 \cdot 0,21 = 9,07 \text{ kN/m}$$



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5000
Ly (mm)	0,05
N(kN)	0
Vx(kN)	0
Vy(kN)	37,2
Mx(kN.cm)	5797
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Lb (mm)	0,05
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd	
Q	0,84
Nex(kN)	3055,9
Ney(kN)	#####
λ0	0,51
χ	0,898

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	0,00	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	#####
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 63,3%			
W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	lx(cm4)	3776
h(mm)	291,6	ly(cm4)	98
		Peso (kg/m)	21,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil			
Limite	Real	Status	%
N.A	42	OK	0,0%
N.A	0	OK	0,0%

2. Resistência à tração			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
853	0	OK	0,0%

3. Resistência à Compressão			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
643	0	OK	0,0%

4. Resistência à Flexão eixo X-X			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
9155	5797	OK	63,3%

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
612	0	N.A	0,0%

6. Resistência ao esforço cortante eixo X			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
217	0	N.A	0,0%

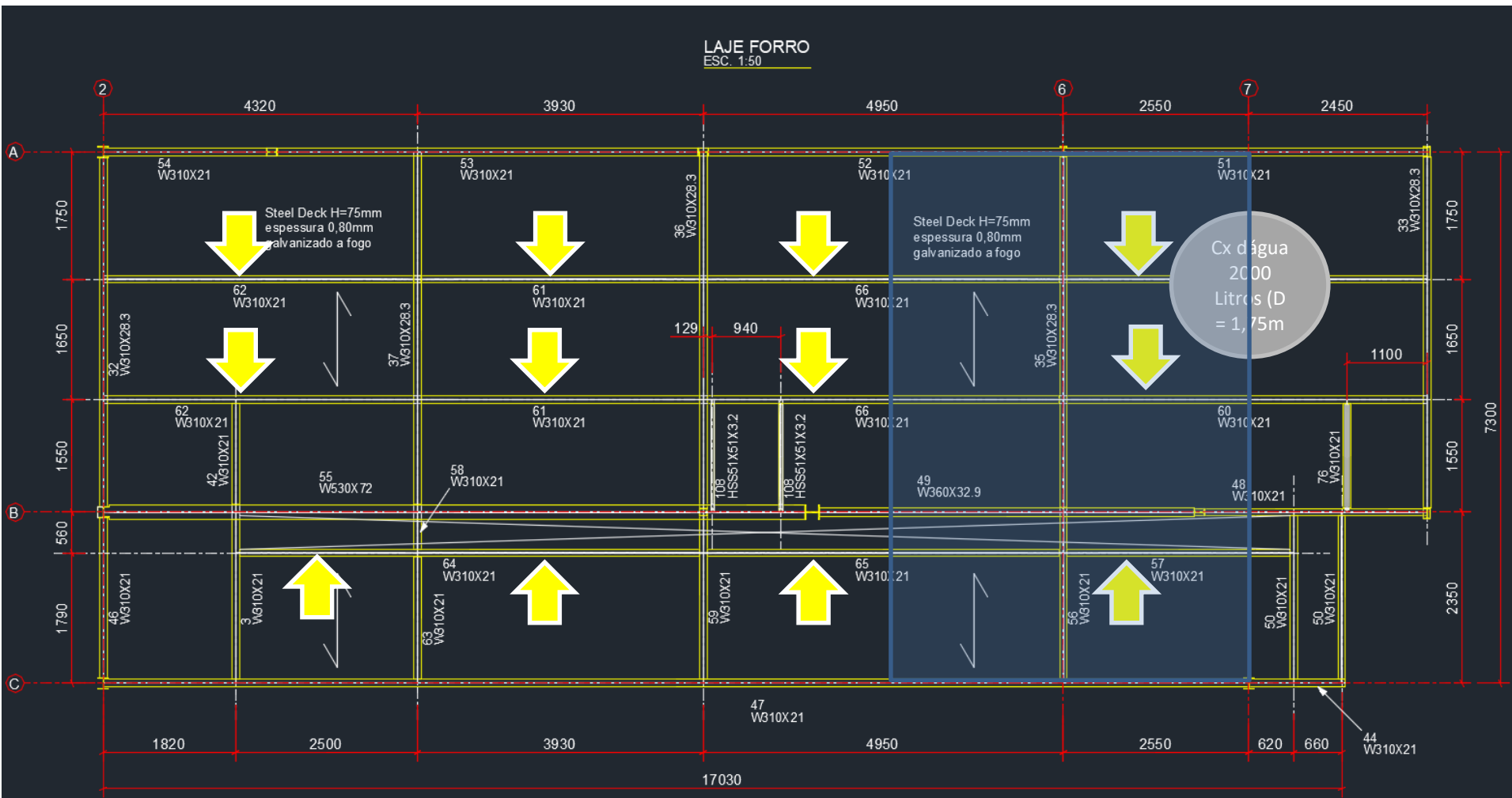
7. Resistência ao esforço cortante eixo Y			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
291	37,2	OK	12,8%

8. Resistência aos esforços Combinados

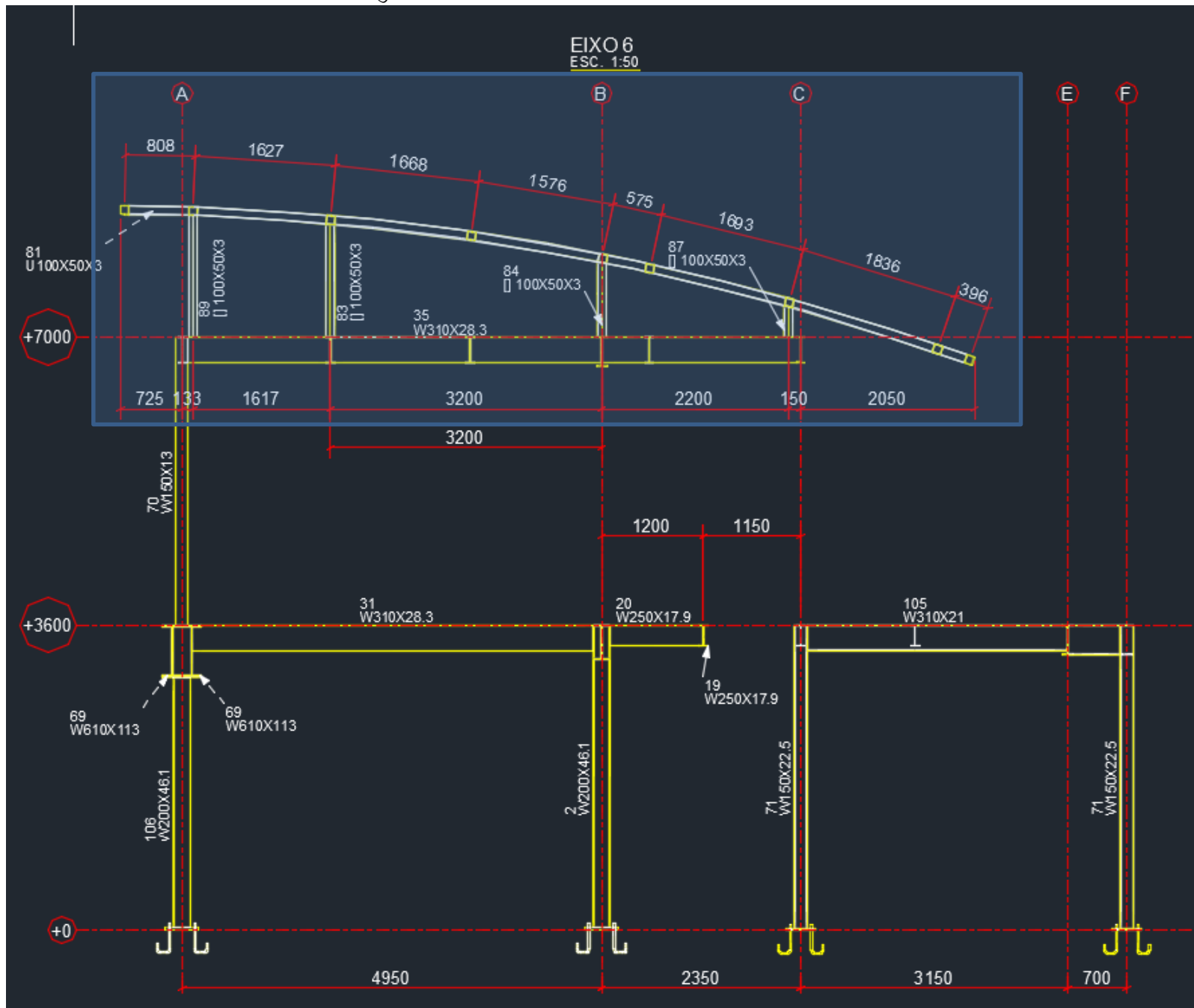
Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	63,3%

PERFIL ADOTADO: W310X21



O Cálculo feito para a viga V1 pode ser considerado abrangente para todas as vigas secundárias perpendiculares à armação da laje, pois possuem vãos menores, cargas menores e não é possível reduzir o peso uma vez que essa bitola é a primeira da série W310 e não desejamos alterar altura dessas vigas.



Definição das cargas:

$$\text{Área de influência} = (4950 + 5000) / 2 = 4975\text{mm}$$

Cálculo simplificado da carga de vento (Ver conceitos completos no módulo 14)

Velocidade Básica do Vento = 40m/s (Estado de São Paulo)

Fator S1 = 1,0 (Terreno plano ou fracamente acidentado)

Fator S2 = CLASSE A – CAT IV = 0,86

Fator S3 = 1,0

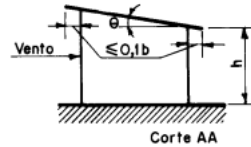
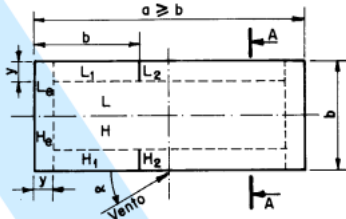
Velocidade característica do vento $V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = 40 \cdot 0,86 = 34,4\text{m/s}$

Pressão dinâmica do vento $Q = 0,613 V_k^2 = 0,73 \text{ kN/m}^2$

Para efeitos de aproximação será adotado o modelo de cobertura com 1 água com planta retangular

Verificação ELS:

Tabela 6 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com uma água, em edificações de planta retangular, com $h/b < 2$



$y = h$ ou $0,15b$ (tomar o menor dos dois valores)

As superfícies H e L referem-se a todo o respectivo quadrante.

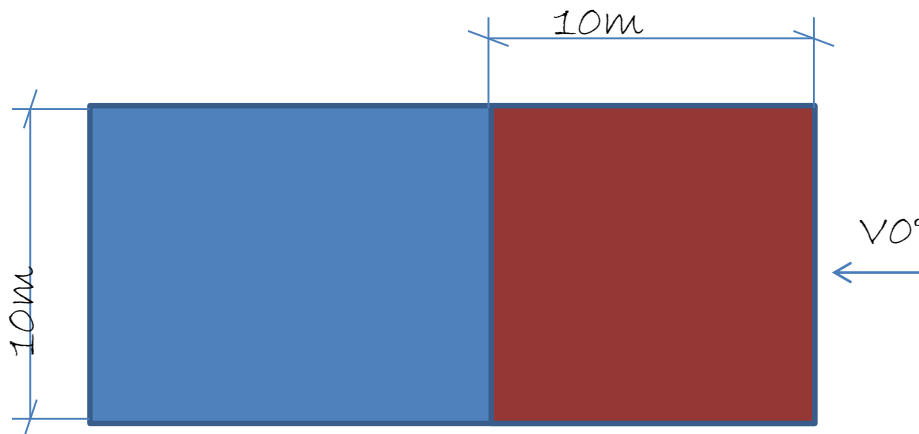
θ	Valores de C_e para ângulo de incidência do vento:									
	90° (C)		45°		0°		-45°		-90°	
	H	L	H	L	H e L (A)	H e L (B)	H	L	H	L
5°	-1,0	-0,5	-1,0	-0,9	-1,0	-0,5	-0,9	-1,0	-0,5	-1,0
10°	-1,0	-0,5	-1,0	-0,8	-1,0	-0,5	-0,8	-1,0	-0,4	-1,0
15°	-0,9	-0,5	-1,0	-0,7	-1,0	-0,5	-0,6	-1,0	-0,3	-1,0
20°	-0,8	-0,5	-1,0	-0,6	-0,9	-0,5	-0,5	-1,0	-0,2	-1,0
25°	-0,7	-0,5	-1,0	-0,6	-0,8	-0,5	-0,3	-0,9	-0,1	-0,9
30°	-0,5	-0,5	-1,0	-0,6	-0,8	-0,5	-0,1	-0,6	0	-0,6

Situação de cálculo mais desfavorável é

V0 Com $CPE = -1,0$ e $Cpi = 0,00$

Carga de vento distribuída no telhado

$$Q = 0,73 \times (-1,0 + (-0,00)) \times 4,12 = 3 \text{ kN/m (Sucção)}$$



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$Plaje = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$P.\text{Contrapiso}+PISO = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do telhado: } 0,05 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das telhas: } 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

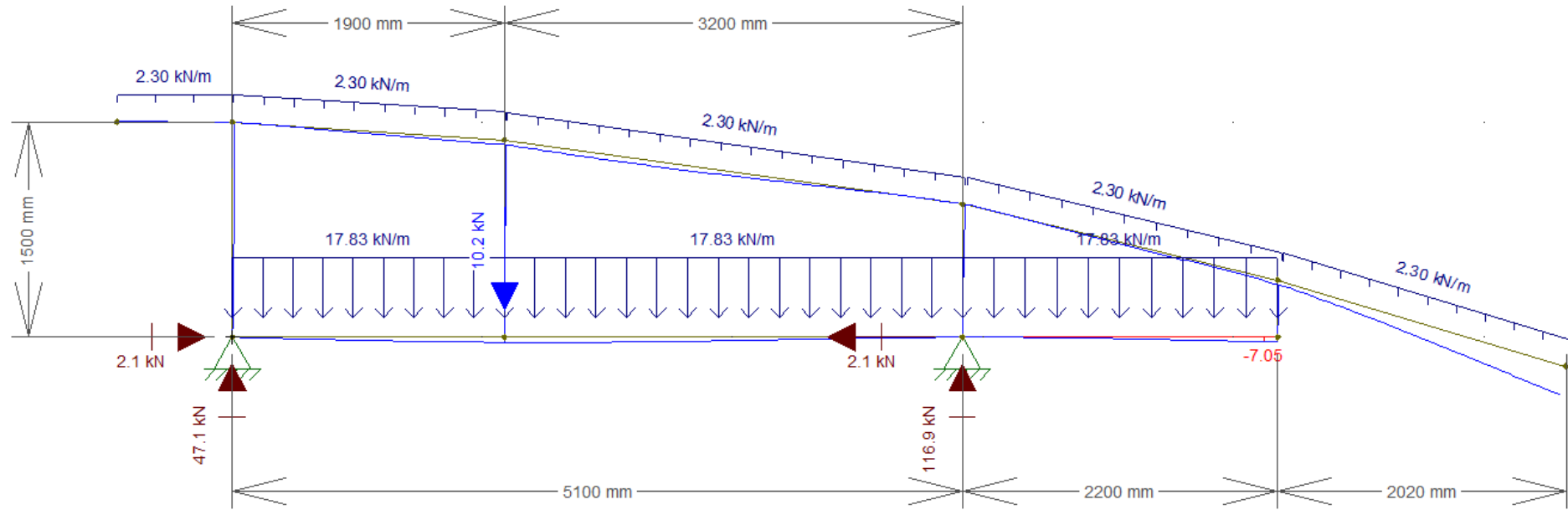
$$\begin{aligned} \text{Cargas Permanentes sobre a laje: } & 2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,283 = 3,09 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,975 \\ & = 15,4 \text{ kN/m} + 20,37 / 2 = 10,18 \text{ pontuais devido a caixa d'água} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cargas Permanentes sobre a cobertura: } & 0,05 + 0,11 + 0,05 = 0,21 \times 4,975 = \\ & 1,05 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 2,49 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga coberturas: } 0,25 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 1,25 \text{ kN/m}$$

Verificação ELS – PP+SC



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

Plaje = 2,27 kN/m²

P.Contrapiso+PISO = 2 x 0,21 = 0,42 kN/m²

Peso próprio das vigas do telhado: 0,05 kN/m²

Peso próprio das telhas: 0,11 kN/m²

Peso Próprio das vigas da laje = 0,12 kN/m²

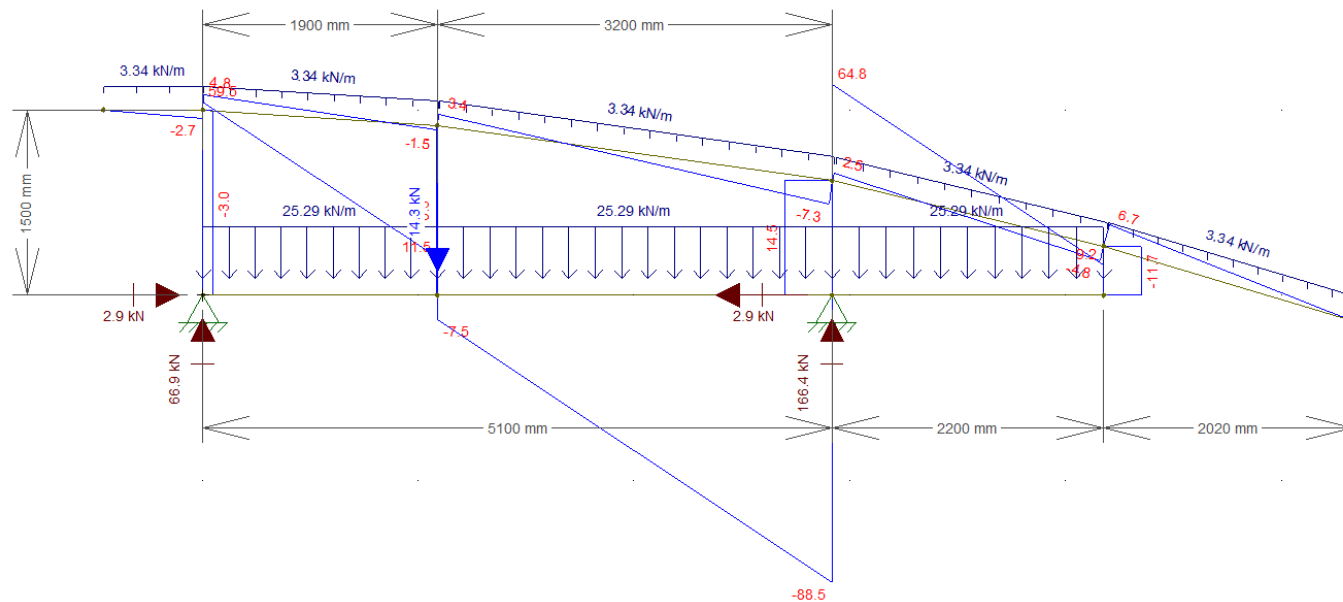
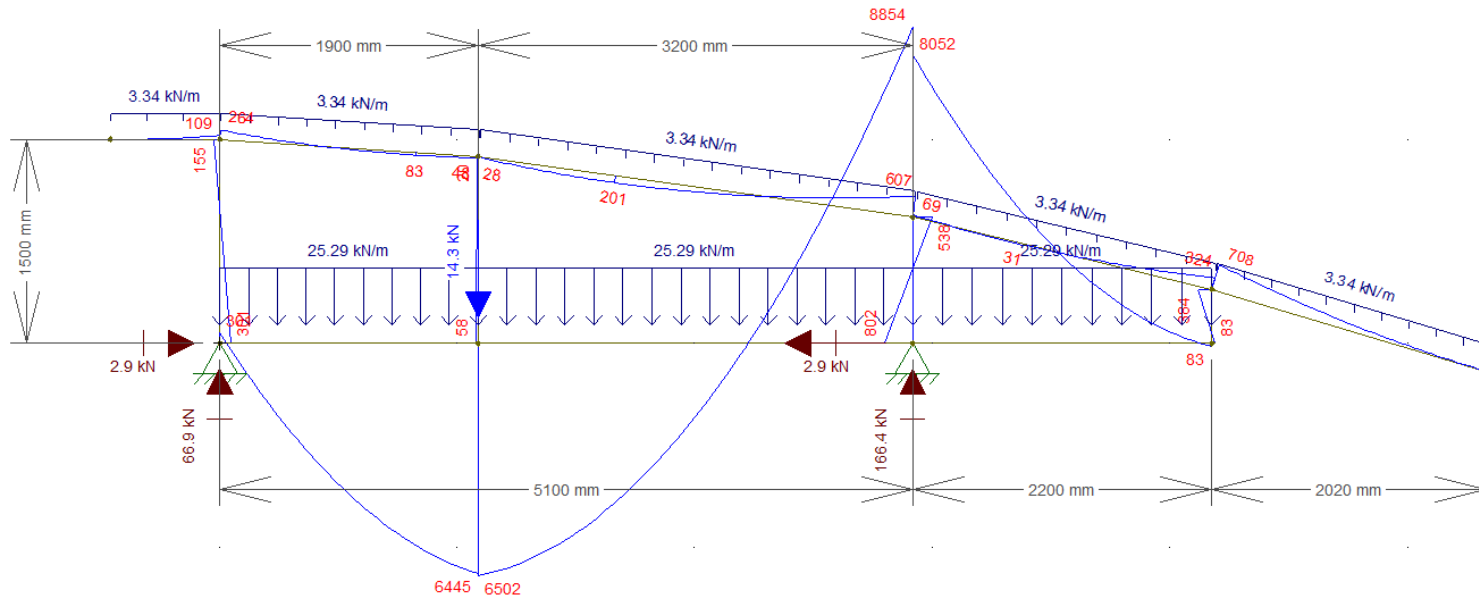
Cargas Permanentes sobre a laje: $2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,283 = 3,09 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,975$
 $= 15,4 \text{ kN/m} \times 1,40 = 21,56 + 20,37 / 2 \times 1,40 = 14,25$ pontuais devido a caixa d'água

Cargas Permanentes sobre a cobertura: $0,05 + 0,11 + 0,05 = 0,21 \times 4,975 =$
 $1,05 \text{ kN/m} \times 1,40 = 1,47 \text{ kN/m}$

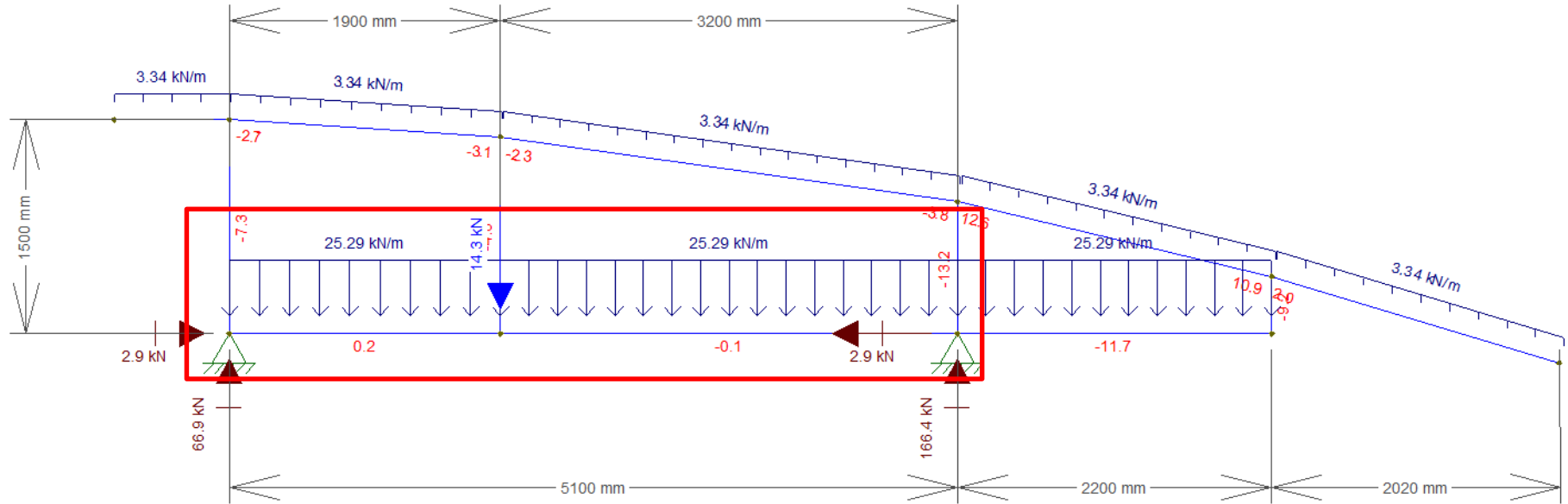
Sobrecarga Forro: $= 0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 2,49 \text{ kN/m} \times 1,5 = 3,73 \text{ kN/m}$

Sobrecarga coberturas: $0,25 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 1,25 \text{ kN/m} \times 1,5 = 1,87 \text{ kN/m}$

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5100
Ly (mm)	100
N(kN)	-0,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	88,5
Mx(kN.cm)	8854
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
dz (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTMA572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd	
Q	0,84
Nex(kN)	2937,3
Ney(kN)	198280,4
λ0	0,52
χ	0,894

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico -Z1y X-X		Momento Plástico -Z1y Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	8,86	λAlma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

96,7%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	kx(cm4)	3776
h(mm)	291,6	ly(cm4)	98
		Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	43	OK	21,7%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
640	0,1	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	8854	OK	96,7%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	ly
612	0	N.A	0,0%	1,1	Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	88,5	OK	30,4%	1,1

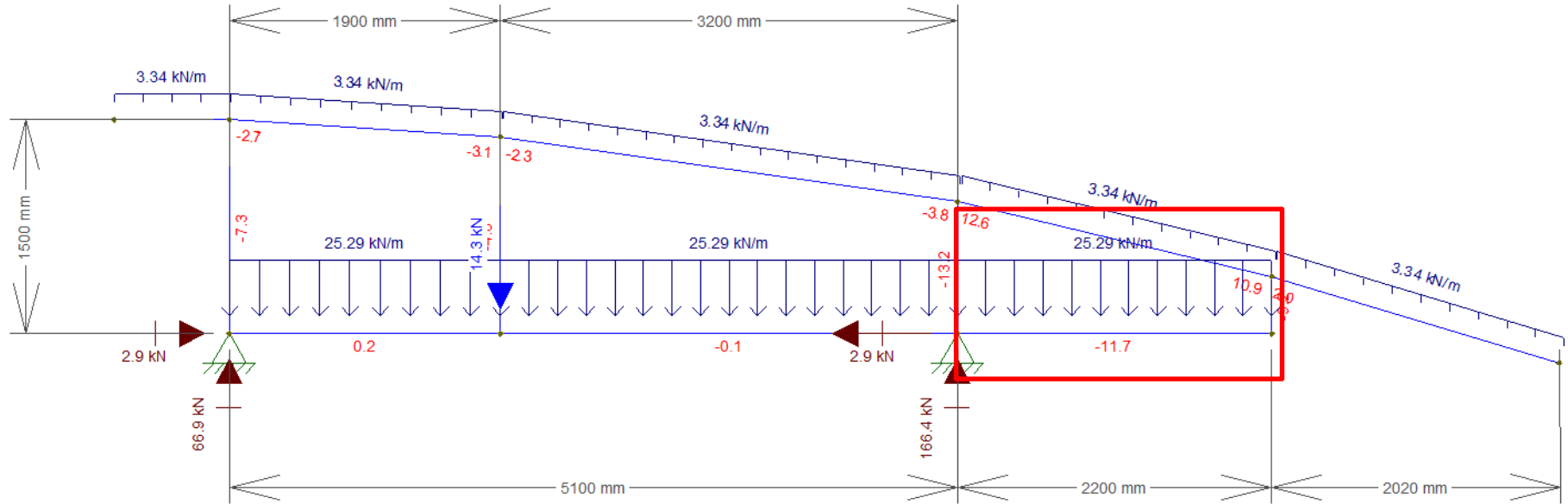
8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	96,7%

O PERFIL W310X21,0 é aprovado nessas condições porém resolvi adotar W310X28,3 devido a incerteza da posição de colocação da caixa água no projeto arquitetônico

Verificação ELU – $1,4 \cdot PP + 1,5 \cdot SC$



Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	2200
Ly (mm)	100
N(kN)	-11,7
Vx(kN)	0
Vy(kN)	64,8
Mx(kN.cm)	8052
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	15784,8	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
A0	0,22		
x	0,979		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
Alma	57,18	Alma	57,18
Ap	91,65	Ap	27,30
Ar	138,94	Ar	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
Alma	8,86	Alma	8,86
Ap	9,26	Ap	9,26
Ar	24,18	Ar	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5"W.Fy	11724	1,5"W.Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
Alma	8,86	Alma	57,18
Ap	26,81	Ap	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
Al(lb)	5,26	B1	0,0898
Ap	42,90	Mcr	2946475,46
Ar	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 88,8%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98

Limite: 36,3 Esbelta

Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	19	OK	9,3%	Ax
200	5	OK	2,6%	Ay

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
702	11,7	OK	1,7%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	8052	OK	88,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
612	0	N.A	0,0%	1,1

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

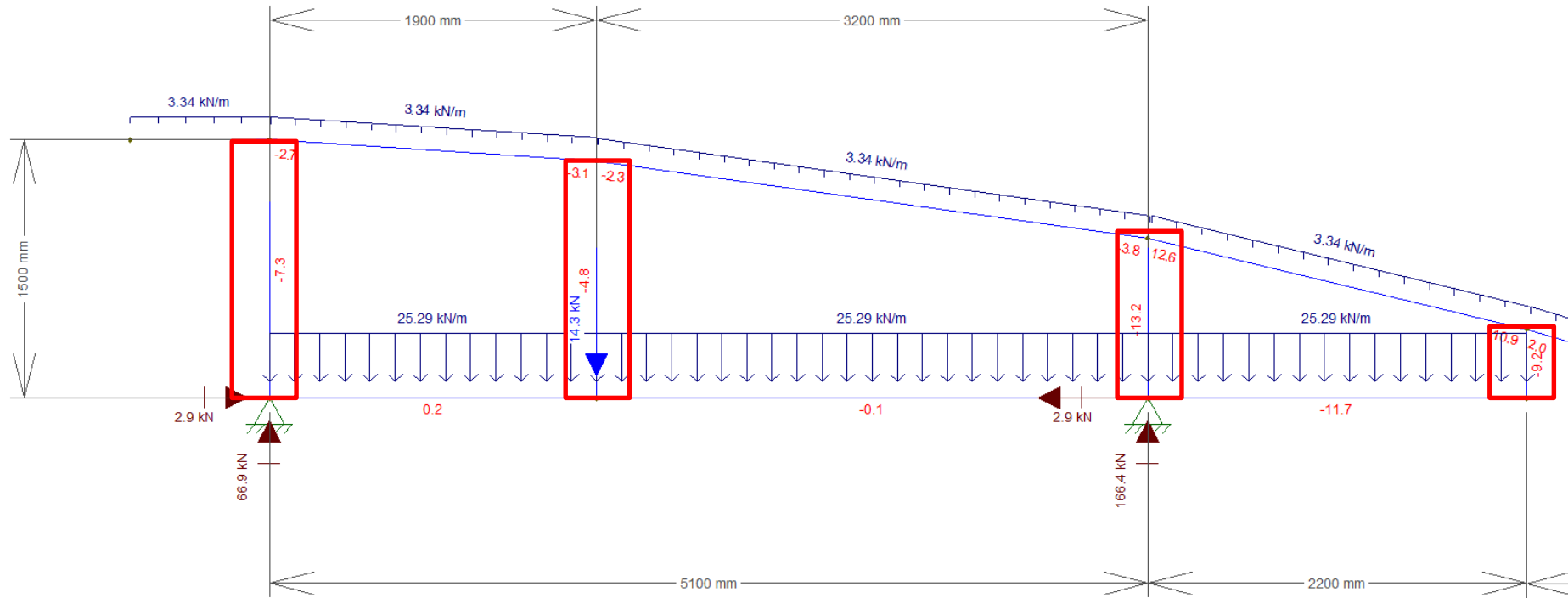
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	64,8	OK	22,3%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,017

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	88,8%

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



Configuração do DIMPERFIL para perfil tubular caixão

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões do perfil [cm]

Escolha do Perfil (NBR 6355)

bw = 15 t = 0.2
bf = 5 α =
D = 3 β = 90
De = θ =

Propriedades Geométricas a serem calculadas

☒ Seção Bruta ☐ Deslocamentos
☐ Seção Efetiva NBR 14762/2010

Tensão de trabalho - σ: 25 kN/cm²

Atualizar

☒ N 10 kN
☐ Mx 10 kN.cm
☐ My 10 kN.cm

Propriedades Geométricas da Seção

Cálculo das Propriedades da Seção

bf = 5 cm bw = 15 cm α = 0
A = 4.8685 cm² Ix = 158.50807 cm⁴ Iy =
Ixy = 0 cm⁴ It = 0.06485 cm⁴ xg =
yg = -7.5 cm x0 = -2.64064 cm y0 =
r0 = 6.46383 cm rx = 5.70595 cm ry =
Wx = 21.13441 cm³ Wy = 2.79958 cm³ Iw =
zm = 0.3 cm φp = 0 ° m =

By Edson Lubas Silva

Configurações

Seções composta por dois perfis iguais

Em X Em Y Em Y Em X e Y

☐ Seção simples Afastamento entre perfis: 0 cm

raio do dobramento (rm): 1,5*t

PROPRIEDADES FÍSICAS DO MATERIAL:

E (kN/cm²): 20000 - G (kN/cm²): 7700
fu (kN/cm²): 40
fy (kN/cm²): 24

☒ Rodar Seção para Eixo Principais de Inércia

Relatório

☒ Exibir índice analítico ☒ Gerar Relatório
☒ Considerar o efeito do trabalho a frio ☐ Mostrar Gráficamente passo a passo

OK

Verificação dos pilaretes

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 150
 Ly: 150
 Lt: 150

Esforços Solicitantes

Nd: 7,3 kN
 Mxd: 991 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 3 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
 Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,553 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 138
 Ly: 138
 Lt: 138

Esforços Solicitantes

Nd: 4,8 kN
 Mxd: 28 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 0,3 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1
 Em Y Cb: 1

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,059 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,475$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 92,7
 Ly: 92,7
 Lt: 92,7

Esforços Solicitantes

Nd: 13,2 kN
 Mxd: 802 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 14,5 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,7 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 40
 Ly: 40
 Lt: 40

Esforços Solicitantes

Nd: 9,2 kN
 Mxd: 384 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 11,7 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
Flexão Composta 0,55 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

Flexão Composta

Nrd
 Mrd
 Mxd
 Myrd

Flexão Composta

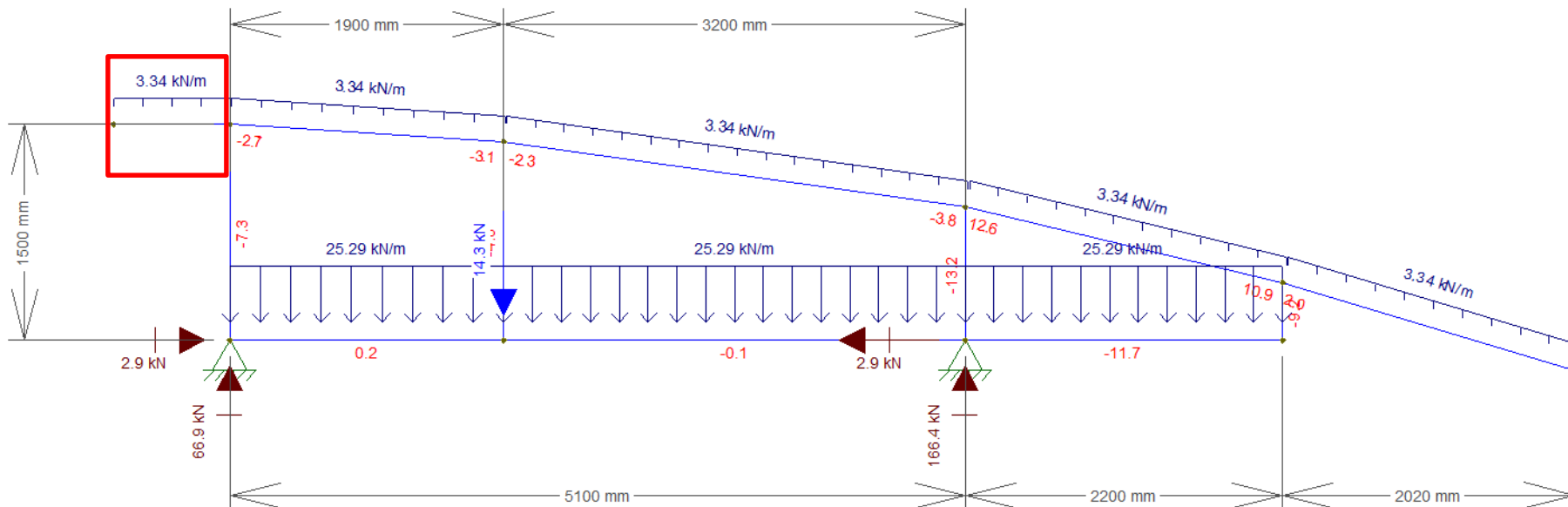
Cortante

Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 80,8
 Ly: 80,8
 Lt: 80,8

Esforços Solicitantes

Nd: 0 kN
 Mxd: 109 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 2,7 kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1,0
 Em X
 Cb: 1,0
 Em Y

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,145 (se <=1, ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

- NBR 14762:2010
 - Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

Esforços Solicitantes:

NSd= 0 kN
 MSd= 109 kN.cm
 MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

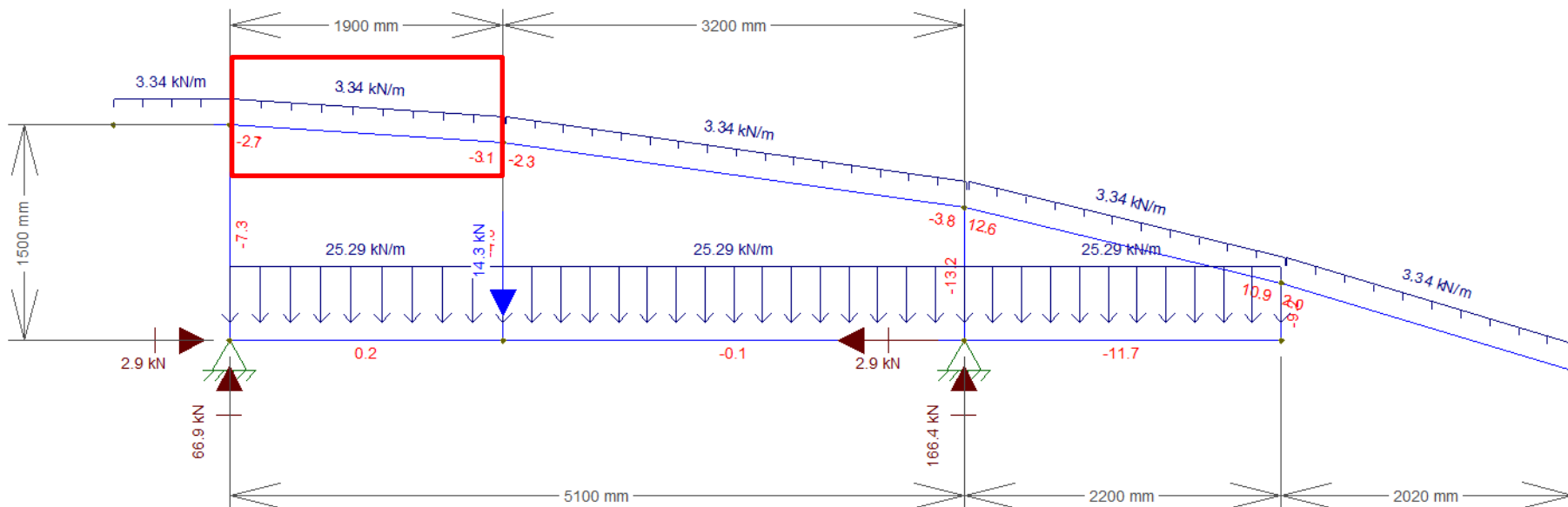
-> NcRd= 227,54 kN
 -> McRd= 752,696 kN.cm
 -> MyRd= 834,467 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

=> $0 + 0,145 + 0 = 0,145 \leq 1$ - Ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 190,4
 Ly: 190,4
 Lt: 190,4

Esforços Solicitantes

Nd: 3,1 kN
 Mxd: 264 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 59,4 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,366 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

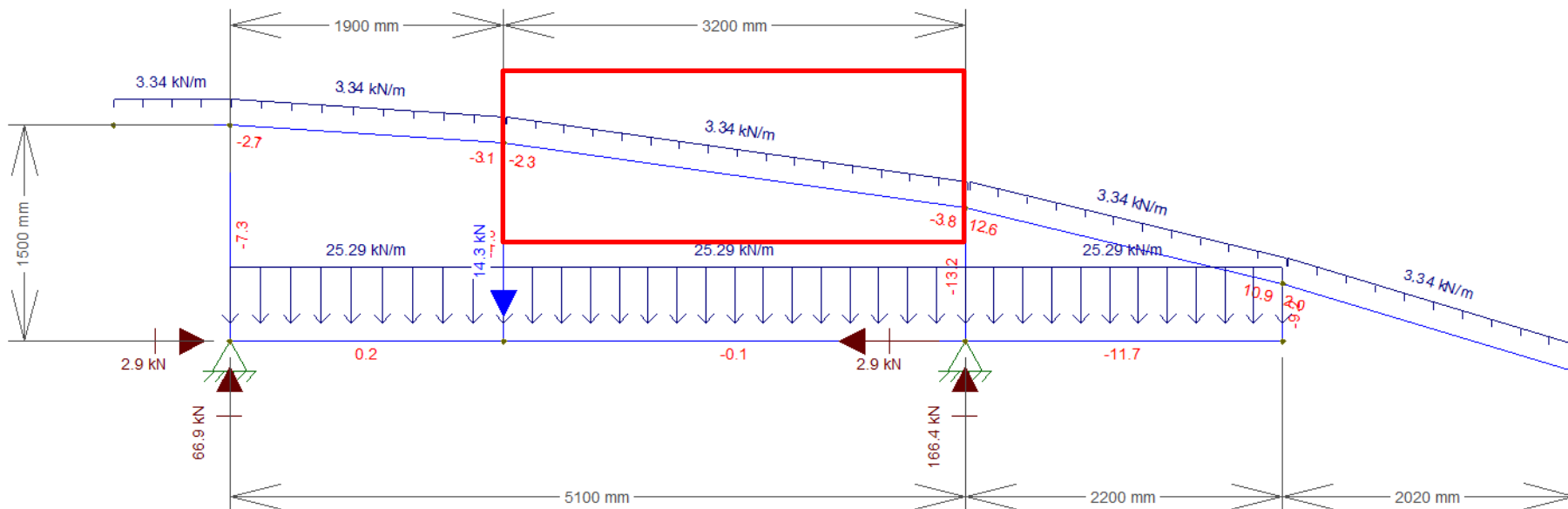
- NBR 14762:2001
 - Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lúbas Silva

4 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de compressão:
 $\lambda_{limite} = 200$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 190,4$ cm
 $\lambda_x = 48,376$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 190,4$ cm
 $\lambda_y = 46,737$ cm - ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 323,2
 Ly: 323,2
 Lt: 323,2

Esforços Solicitantes

Nd: 3,8 kN
 Mxd: 607 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 7,3 kN

Coefficiente de Momento

Cb: 1,0
 Em X: 1,0
 Em Y: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,829 (se <=1, ok!)

Relatório: Limpar anterior

CALCULAR

Abzir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2001

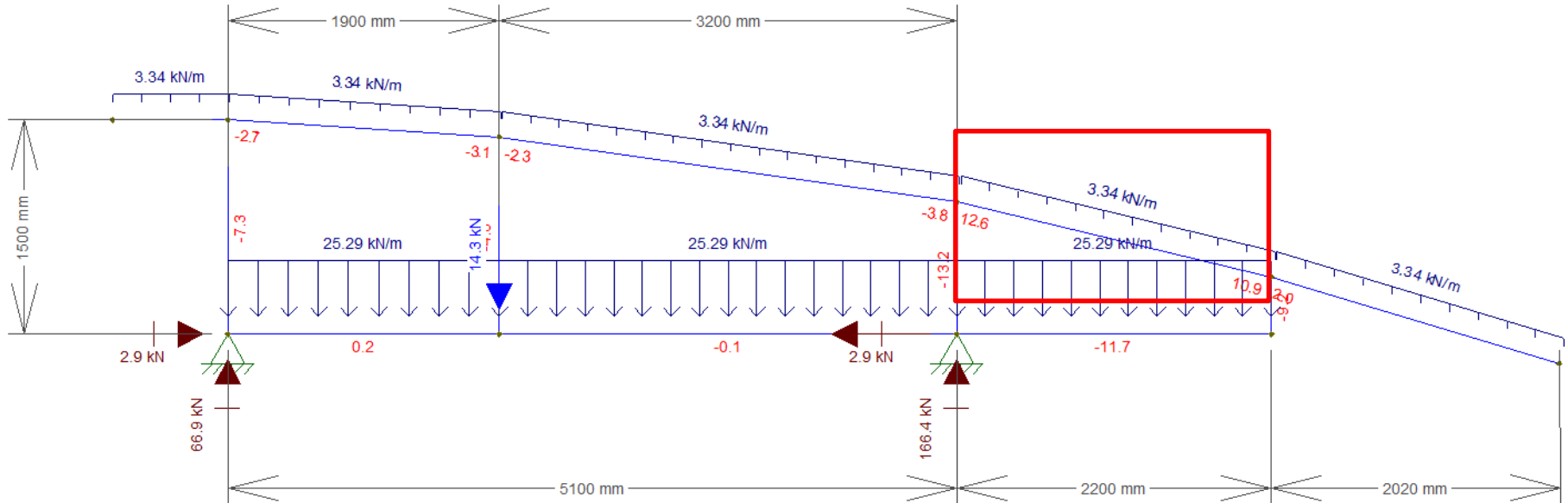
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

4 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de compressão:
 $\lambda_{limite} = 200$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 323,2$ cm
 $\lambda_x = 82,117$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 323,2$ cm
 $\lambda_y = 79,336$ cm - ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0.3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 226,2
 Ly: 226,2
 Lt: 226,2

Esforços Solicitantes

Nd: -10,9 kN
 Mxd: 324 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 64,8 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,474 (se ≤ 1 , ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2010

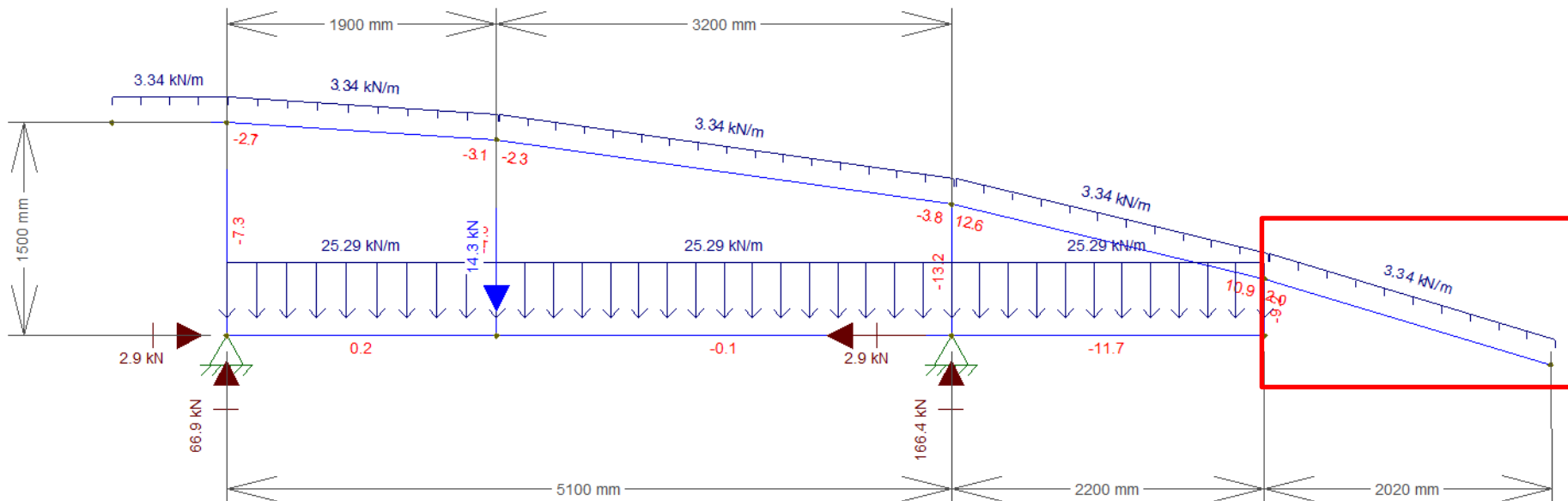
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta**
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

By Edson Lubas Silva

2 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de tração:
 $\lambda_{limite} = 300$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 226,2$ cm
 $\lambda_x = 57,472$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 226,2$ cm
 $\lambda_y = 55,525$ cm - ok!

Verificação ELU – 1,4 . PP + 1,5 . SC



DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

D = 0
 $\alpha = 0$
 $b_w = 10$
 $b_f = 5$
 $t = 0,3$
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 210,4
 Ly: 210,4
 Lt: 210,4

Esforços Solicitantes

Nd: -2 kN
 Mxd: 708 kN.cm
 Myd: 0 kN.cm
 Vd: 6,7 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1,0
 Em Y Cb: 1,0

Resultados

Resultado: NBR 14762:2001
 Flexão Composta 0,949 (se <=1, ok!)

Item a ser calculado:

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

NBR 14762:2001

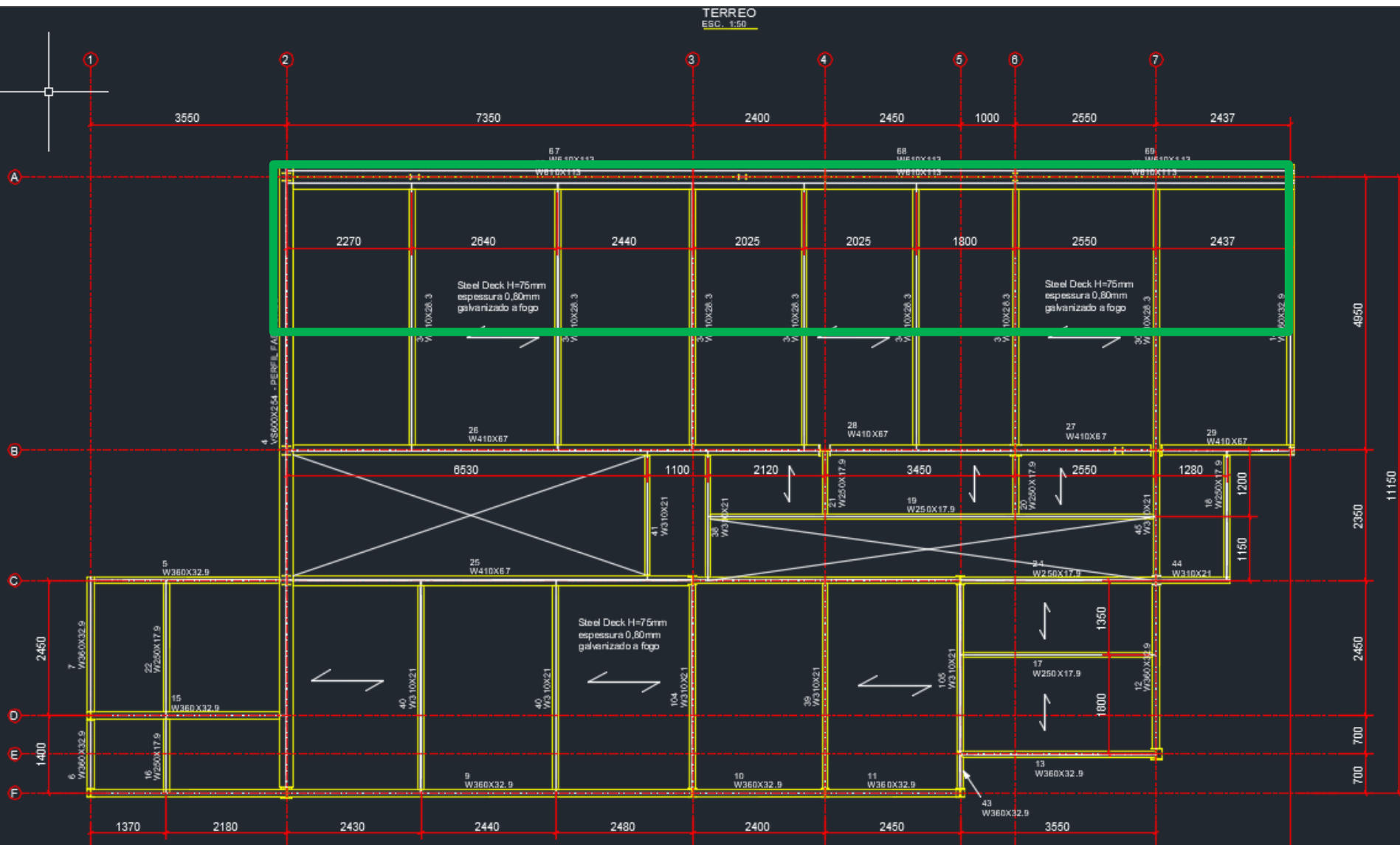
- Flexão Composta
 - Nrd
 - Mrd
 - Mxrd
 - Myrd
 - Flexão Composta
- Cortante
- Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

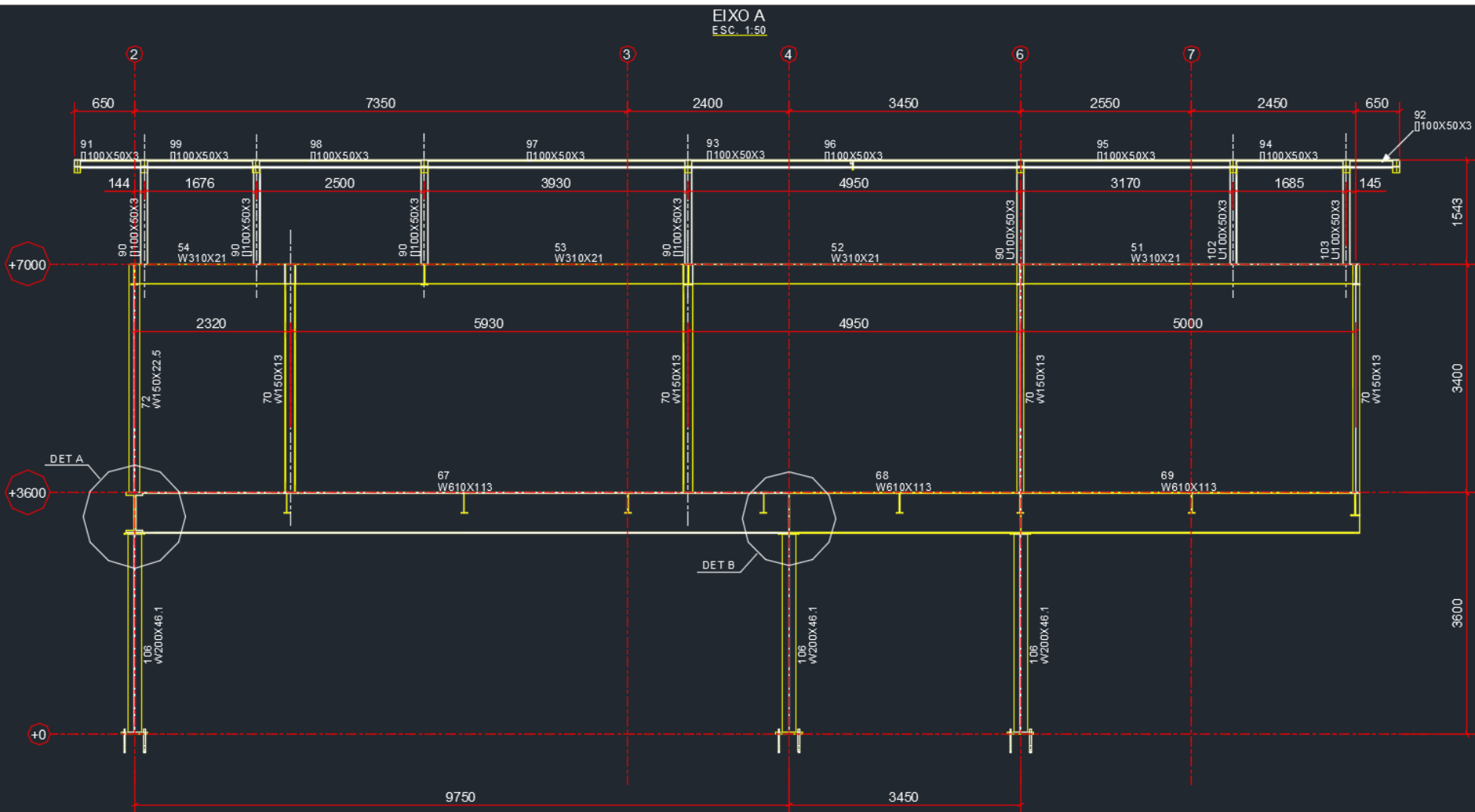
By Edson Lúbas Silva

2 - Verificação da Esbeltez Limite
 barra submetida a esforço de tração:
 $\lambda_{limite} = 300$
 Verificação em Relação a X
 $r_x = 3,936$ cm
 $L_x = 210,4$ cm
 $\lambda_x = 53,457$ cm - ok!
 Verificação em Relação a Y
 $r_y = 4,074$ cm
 $L_y = 210,4$ cm
 $\lambda_y = 51,647$ cm - ok!

TERREO
ESC. 1:50



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
ALVENARIA ESTRUTURAL				
Bloco de concreto vazado (Classes A e B – ABNT NBR 6136)	14	2,0	2,3	2,7
	19	2,7	3,0	3,4
Bloco cerâmico vazado com paredes maciças (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	14	2,0	2,3	2,7
Bloco cerâmico vazado com paredes vazadas (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,4	1,8	2,2
	14	1,7	2,1	2,5
	19	2,3	2,7	3,1
Tijolo cerâmico maciço (ABNT NBR 15270-1)	9	1,6	2,0	2,4
	11,5	2,1	2,5	2,9
	14	2,5	2,9	3,3
	19	3,4	3,8	4,2
Bloco sílico-calcário vazado (Classe E - ABNT NBR 14974-1)	9	1,1	1,5	1,9
	14	1,5	1,9	2,3
	19	1,9	2,3	2,7
Bloco sílico-calcário perfurado (Classes E, F e G - ABNT NBR 14974-1)	11,5	1,9	2,3	2,7
	14	2,1	2,5	2,9
	17,5	2,8	3,2	3,6
ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Bloco de concreto vazado (Classe C – ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	2,2	2,6
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
	19	1,4	1,8	2,3
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 – ABNT NBR 13438)	7,5	0,5	0,9	1,3
	10	0,6	1,0	1,4
	12,5	0,8	1,2	1,6
	15	0,9	1,3	1,7
	17,5	1,1	1,5	1,9
	20	1,2	1,6	2,0
Bloco de vidro (decorativo, sem resistência ao fogo)	8	0,8	–	–
NOTA Na composição de pesos de alvenarias desta Tabela foi considerado o seguinte:				
— argamassa de assentamento vertical e horizontal de cal, cimento e areia com 1 cm de espessura e peso específico de 19 kN/m ³ ;				
— revestimento com peso específico médio de 19 kN/m ³ ;				
— proporção de um meio bloco para cada três blocos inteiros;				
— sem preenchimento de vazios (com graute etc.).				

Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$Plaje = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$P.\text{Contrapiso} + \text{PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

Cargas de Parede: $1,1 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Sobrecarga Forro:} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

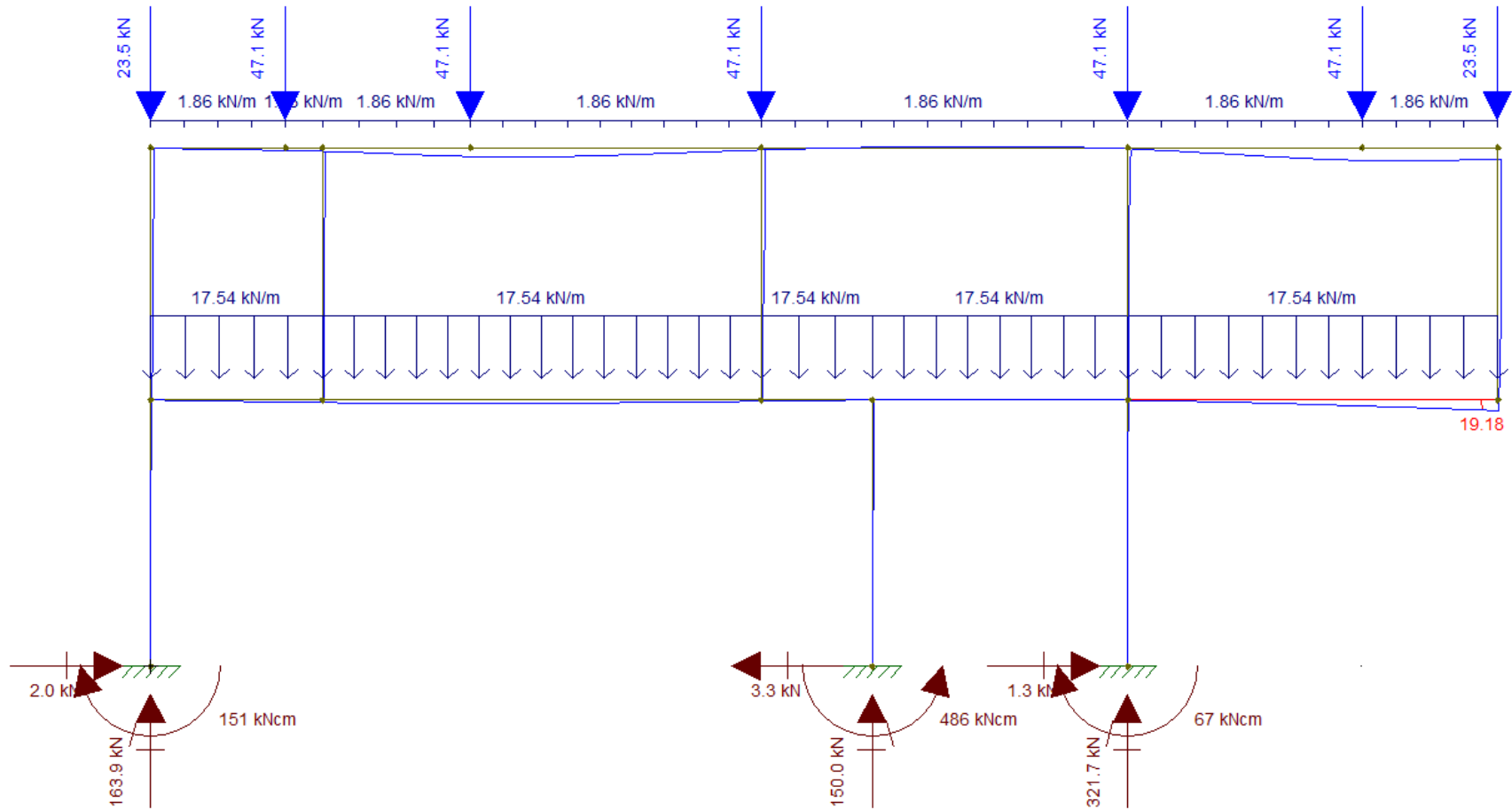
$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga na Viga Superior: } 1,1 \times 1,5 + 0,21 = 1,86 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carga na Viga Inferior: } (2,27 + 0,42 + 0,11 + 1,5 + 0,5) \times 4,95/2 + 1,1 \times 3,09 + 1,13 \times 2 = 17,53 \text{ kN/m}$$

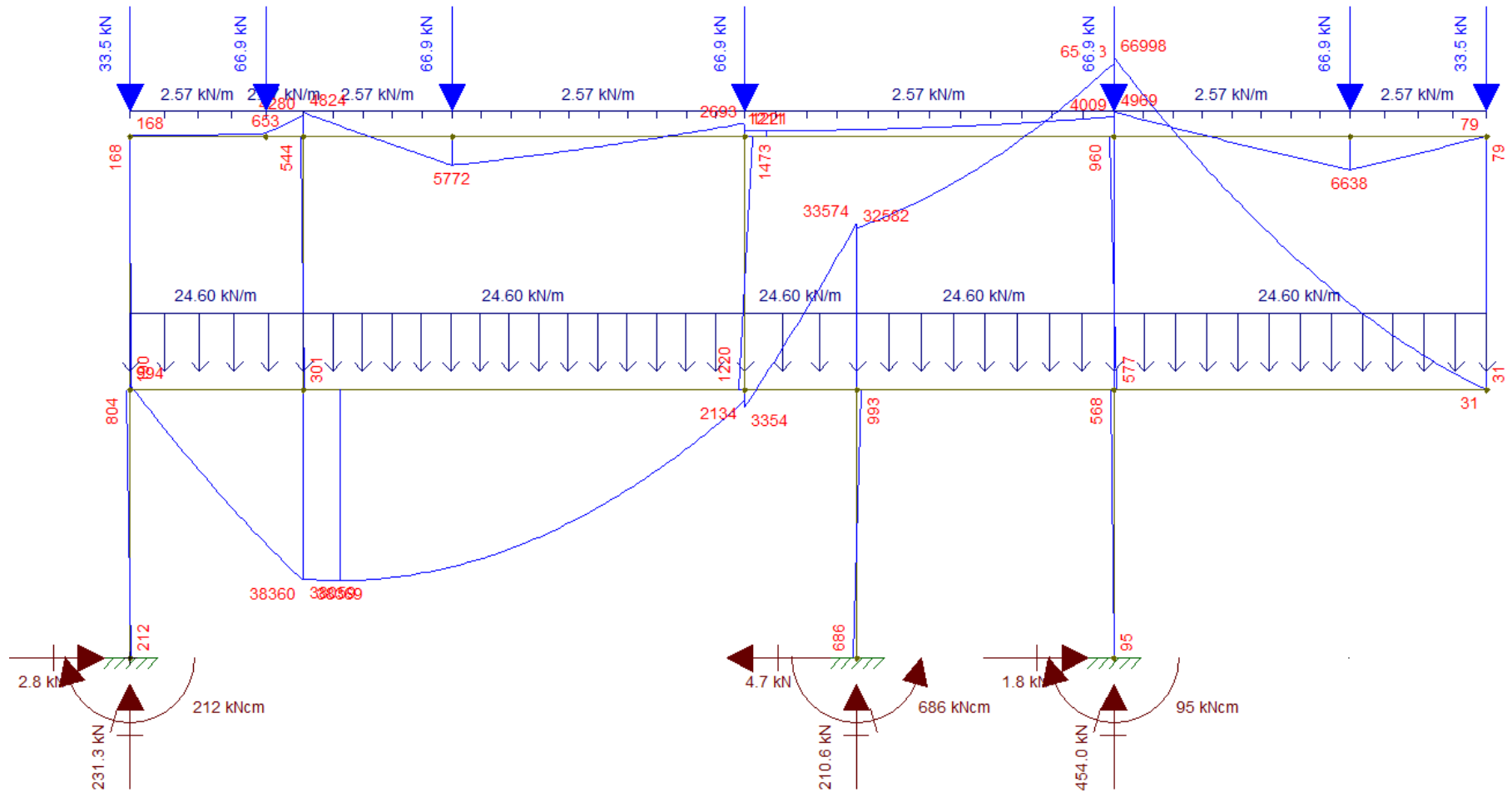
Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente

Verificação ELS



Flecha Máxima: $L/350 = 5000 \times 2 / 350 = 28,57\text{mm}$

Momentos Fletores

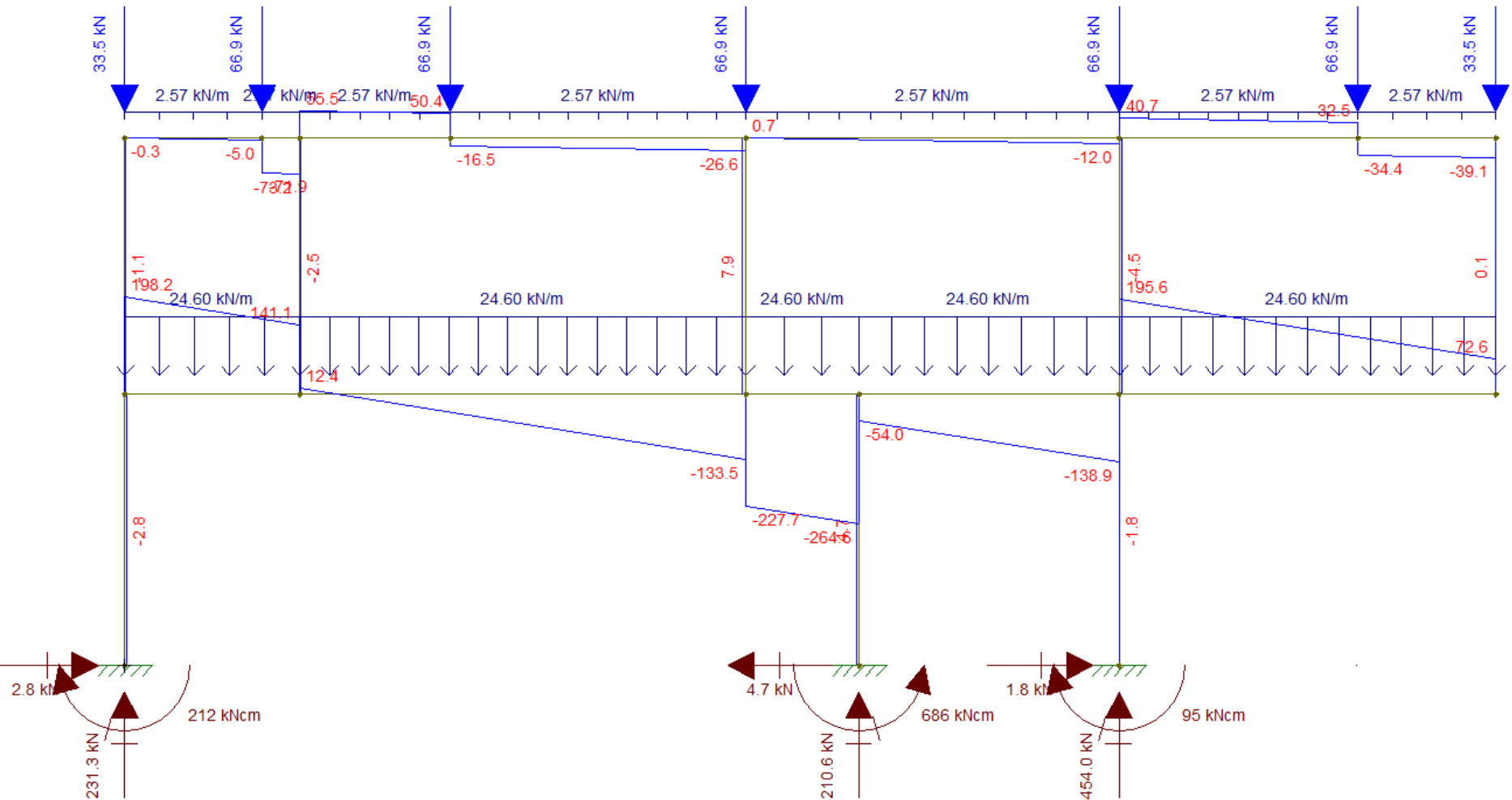


Carga na Viga Superior: $1,4 \times 1,1 \times 1,5 + 1,25 \times 0,21 = 2,57 \text{ kN/m}$

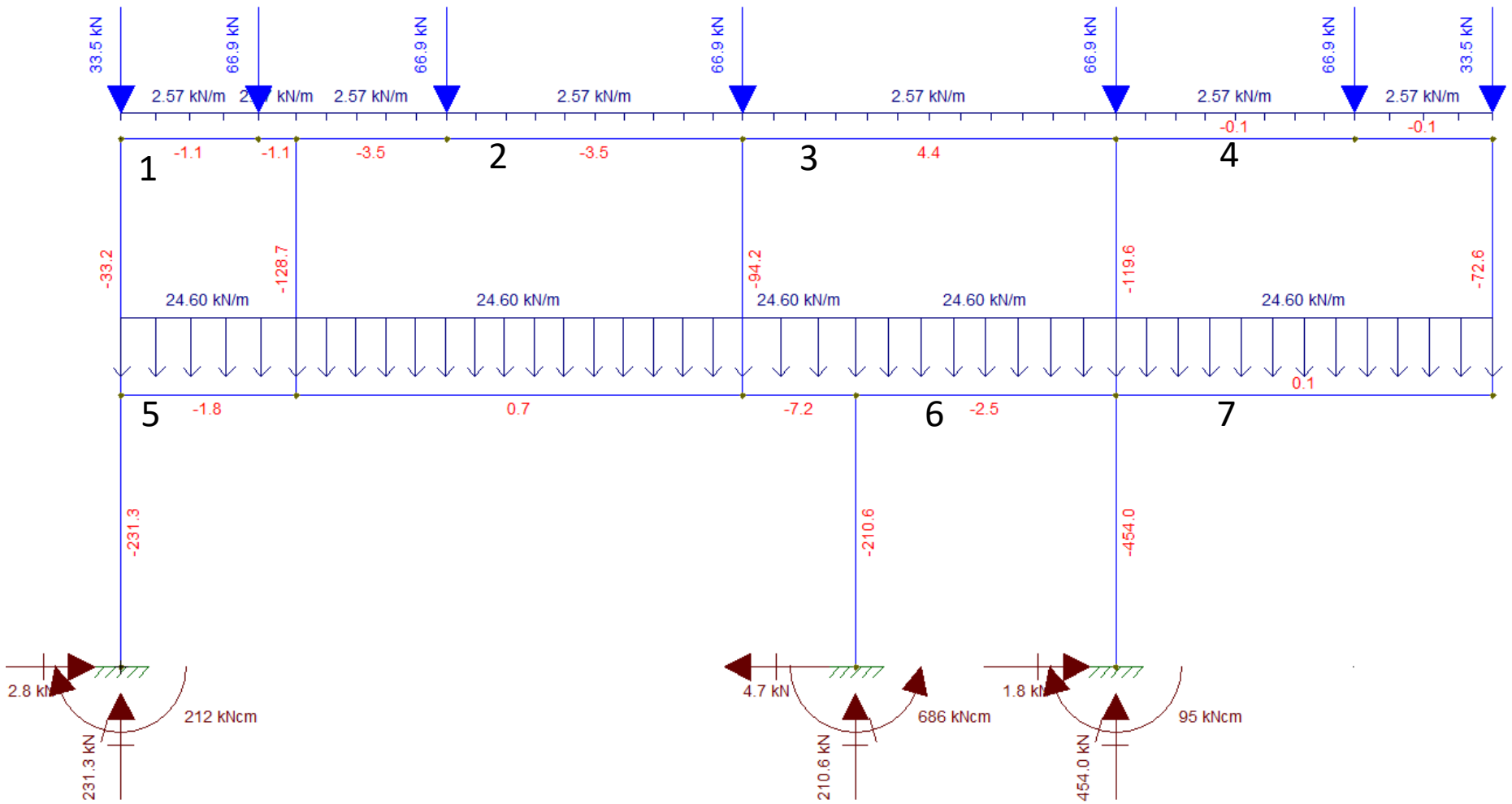
Carga na Viga Inferior: $[1,4 \times (2,27 + 0,42 + 0,11 + 0,5) + (1,5 \times 1,5)] \times 4,95/2 + 1,4 \times 1,1 \times 3,09 + 1,25 \times 1,13 \times 2 = 24,6 \text{ kN/m}$

Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente

Esforço Cortante



Esforço Cortante



Trecho 1

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	2320		
Ly (mm)	100		
N(kN)	-1,1		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	73		
Mx(kN.cm)	4280		
My(kN.cm)	0		
ix	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,84		
Nex(kN)	14194,2	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,24		
χ	0,977		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mp(kN.cm)	10071	Mp(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1.5"W.Fy	11724	1.5"W.Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
λw	11,51	λw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

46,8%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	lx(cm⁴)	3776
h(mm)	291,6	ly(cm⁴)	98
		Peso (kg/m)	21,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	20	OK	9,9%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
700	1,1	OK	0,2%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	4280	OK	46,8%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	ly
612	0	N.A	0,0%	1,1	Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	73	OK	25,1%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,002

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	46,8%

Trecho 2

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5930
Ly (mm)	100
N(kN)	-3,5
Vx(kN)	0
Vy(kN)	55
Mx(kN.cm)	5772
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,84		
Nex(kN)	2172,6	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,60		
χ	0,859		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 63,3%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	kx(cm4)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	ly(cm4)	98	Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	
200	50	OK	25,2%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
616	3,5	OK	0,6%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	5772	OK	63,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
612	0	N.A	0,0%	1,1
bef	20,2			
ly	98,1			
Wef	14,6			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	55	OK	18,9%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,006

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	63,3%

Trecho 3

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	4950
Ly (mm)	100
N(kN)	4,4
Vx(kN)	0
Vy(kN)	55
Mx(kN.cm)	4009
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	3118,0	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
A0	0,50		
χ	0,900		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z fy X-X		Momento Plástico =Z fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

44,0%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98	Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	42	OK	14,0%	λx
300	5	OK	1,8%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
853	4,4	OK	0,5%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	4009	OK	43,8%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	20,2
612	0	N.A	0,0%	1,1	ly	98,1
					Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	55	OK	18,9%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,005

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	44,0%

Trecho 4

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	5000
Ly (mm)	100
N(kN)	-0,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	40,7
Mx(kN.cm)	6638
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Cb	1
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	3055,9	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,51		
χ	0,898		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z _{ly} X-X		Momento Plástico =Z _{ly} Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W _{Fy}	11724	1,5*W _{Fy}	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 72,5%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	Ix(cm⁴)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	Iy(cm⁴)	98	Peso (kg/m)	21,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	42	OK	21,2%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
643	0,1	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	6638	OK	72,5%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	20,2
612	0	N.A	0,0%	1,1	ly	98,1
					Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	40,7	OK	14,0%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	72,5%

Trecho 5

Esforços e Distâncias

Lx (mm)	3626
Ly (mm)	100
N(kN)	-1,25
Vx(kN)	0
Vy(kN)	69,45
Mx(kN.cm)	32926
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Cb	1

Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,90		
Nex(kN)	135721,0	r0(cm)	25,1
Ney(kN)	6931719,3	Nez(kN)	9563895,54
λ0	0,18		
χ	0,986		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	51,20	λalma	51,20
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	100091,40	Mr	7768,20
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,59	λmesa	6,59
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	70063,98	Mr	7257,08
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	114295	Mpl(kN.cm)	16205

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	114295	FLA	9425
FLM	114295	FLM	16205
1,5*W*Fy	136488	1,5*W*Fy	14137

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	6,59	λalma	51,20
λp	26,81	λp	59,96
Aw	78,89	Aw	68,10
Vrdx (kN)	1484,53	Vrdy	1281,44
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,06	B1	0,0293
λp	42,90	Mcr	204487633,38
λr	124,28	Mrd	103904,59
Mr	70063,98	Mpl	114295,05
Compacta			

Resultado:

31,7%

W 610 x 113,0

d(mm)	608	Wx(cm³)	2901,2	rx(cm)	24,64
bf(mm)	228	Wy(cm³)	300,5	ry(cm)	4,86
d(mm)	541	Zx(cm³)	3312,9	Area(cm²)	145,3
tw(mm)	11,2	Zy(cm³)	469,7	ho/tw	48,3
tf(mm)	17,3	Ix(cm⁴)	88196	b/tf	6,6
h(mm)	573,4	Iy(cm⁴)	3426	Peso (kg/m)	113,0

 Limite: 36,3 Esbelta
 Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	15	OK	7,4%	λx
200	2	OK	1,0%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
4045	1,25	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
103905	32926	OK	31,7%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9425	0	N.A	0,0%	1,1
bef	43,4			
ly	3422,5			
Wef	225,2			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1485	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1281	69,45	OK	5,4%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N,Mx,My	100%	OK	31,7%

Trecho 6

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	5000		
Ly (mm)	100		
N(kN)	0,05		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	97,6		
Mx(kN.cm)	33499		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTMA572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,90		
Nex(kN)	71377,7	r0(cm)	25,1
Ney(kN)	6931719,3	Nez(kN)	9563895,54
λ0	0,25		
χ	0,974		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	51,20	λalma	51,20
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	100091,40	Mr	7768,20
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,59	λmesa	6,59
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	70063,98	Mr	7257,08
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z fy X-X		Momento Plástico =Z fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	114295	Mpl(kN.cm)	16205

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	114295	FLA	9425
FLM	114295	FLM	16205
1,5W*Fy	136488	1,5W*Fy	14137

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	6,59	λalma	51,20
λp	26,81	λp	59,96
Aw	78,89	Aw	68,10
Vrdx (kN)	1484,53	Vrdy	1281,44
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,06	B1	0,0293
λp	42,90	Mcr	204487633,38
λr	124,28	Mrd	103904,59
Mr	70063,98	Mpl	114295,05
Compacta			

Resultado:

32,2%

W 610 x 113,0			
d(mm)	608	Wx(cm³)	2901,2
bf(mm)	228	Wy(cm³)	300,5
d(mm)	541	Zx(cm³)	3312,9
tw(mm)	11,2	Zy(cm³)	469,7
tf(mm)	17,3	lx(cm4)	88196
h(mm)	573,4	ly(cm4)	3426
		Peso (kg/m)	113,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	20	OK	6,8%	λx
300	2	OK	0,7%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
4557	0,05	OK	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
103905	33499	OK	32,2%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	
9425	0	N.A	0,0%	1,1	ly	3422,5
					Wef	225,2

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1485	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

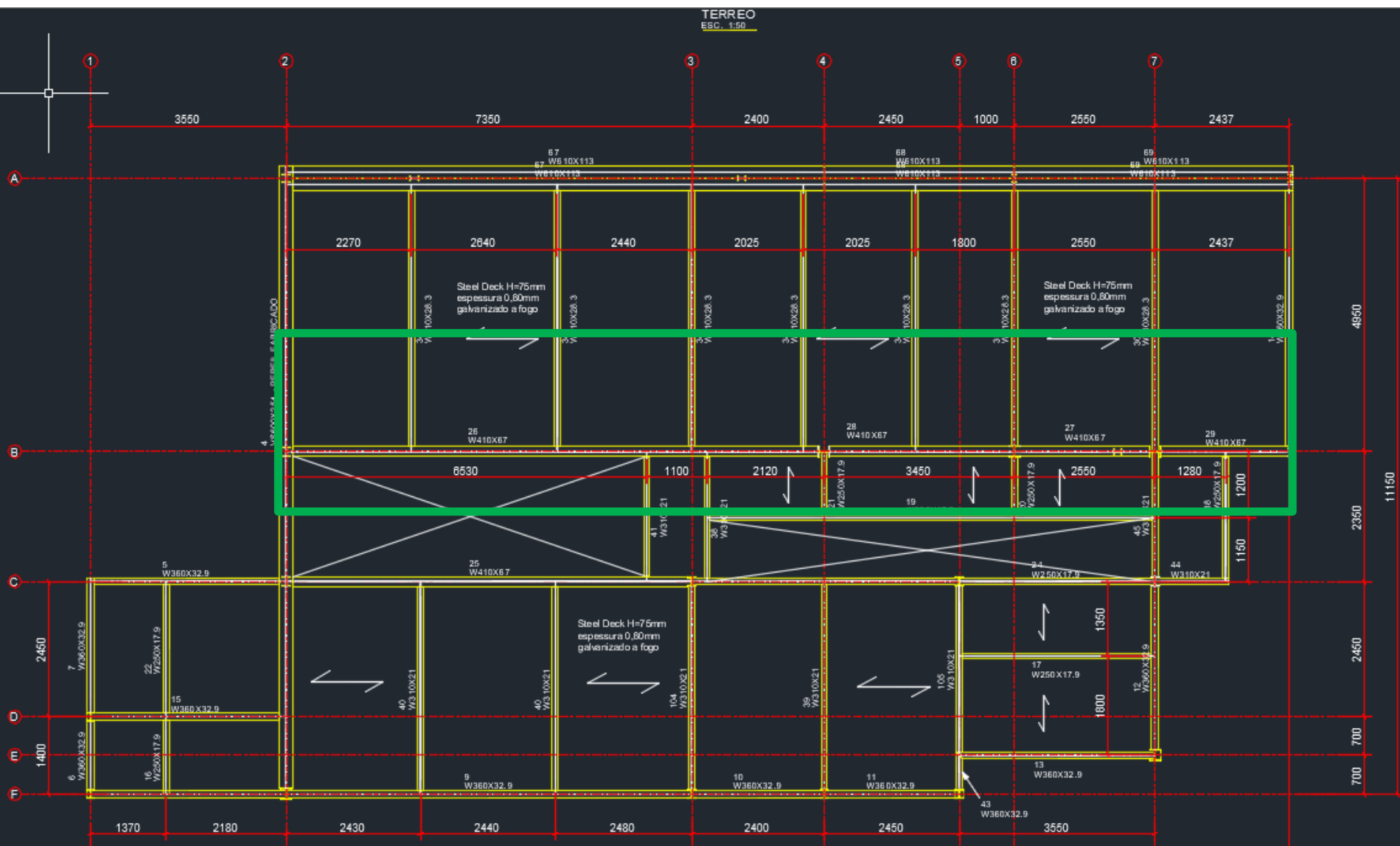
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1281	97,6	OK	7,6%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

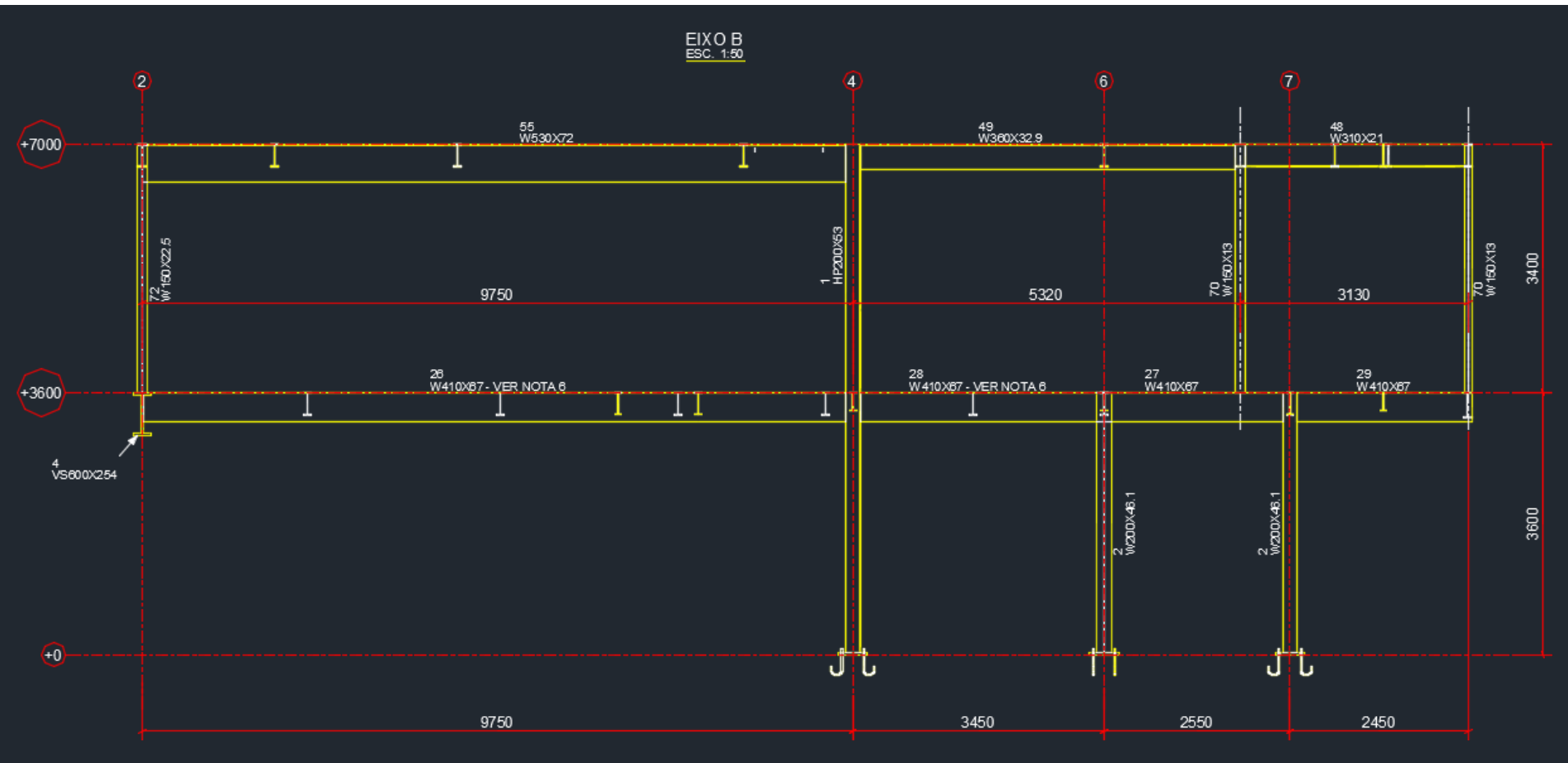
Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	32,2%

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Definição das Cargas nos eixos fora da região da caixa d'água

Definição das Cargas:

$$\text{Plaje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do telhado: } 0,05 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das telhas: } 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

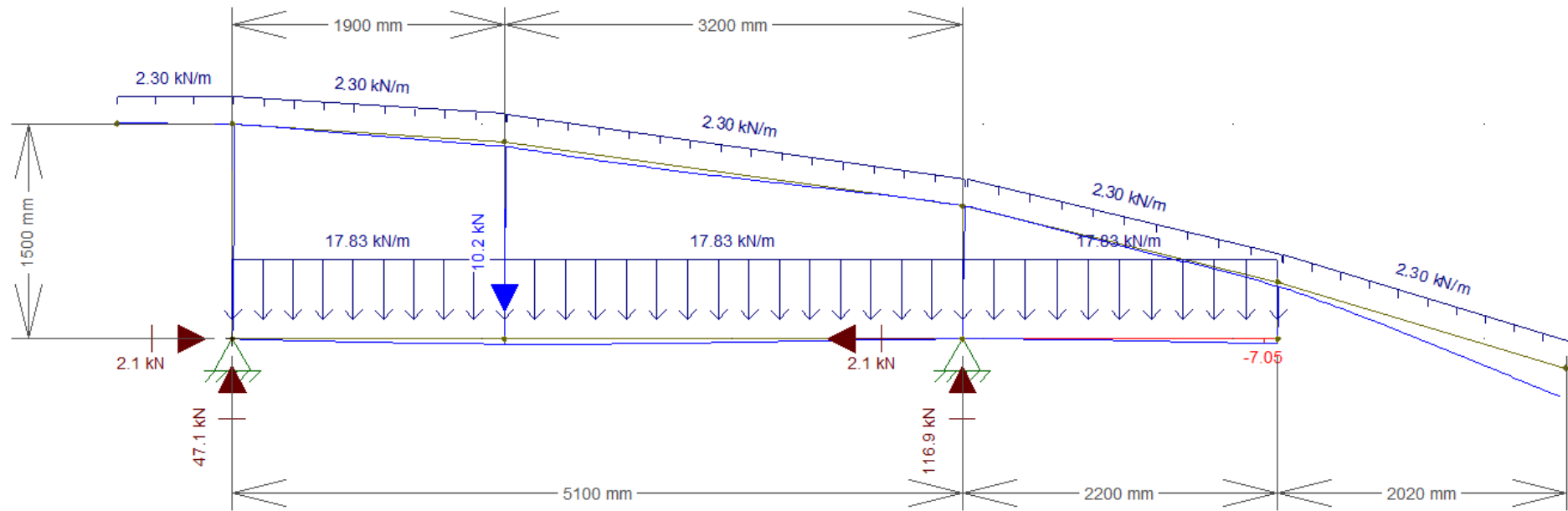
$$\begin{aligned} \text{Cargas Permanentes sobre a laje: } & 2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,283 = 3,09 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,975 \\ & = 15,4 \text{ kN/m} + \cancel{20,37 / 2 = 10,18 \text{ pontuais devido a caixa d'água}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cargas Permanentes sobre a cobertura: } & 0,05 + 0,11 + 0,05 = 0,21 \times 4,975 = \\ & 1,05 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 2,49 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga coberturas: } 0,25 \text{ kN/m}^2 \times 4,975 = 1,25 \text{ kN/m}$$

Verificação ELS – PP+SC



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

Plaje = 2,27 kN/m²

P.Contrapiso+PISO = 2 x 0,21 = 0,42 kN/m²

Peso próprio das vigas do 1º pavimento = 0,11 kN/m²

Peso Próprio das vigas da laje = 0,12 kN/m²

Sobrecarga Forro: = 0,50 kN/m²

Sobrecarga para residências = 1,5 kN/m²

Carga de Vidro Laminado 8mm = 22 kN/m³ x 0,008 = 0,176 kN/m²

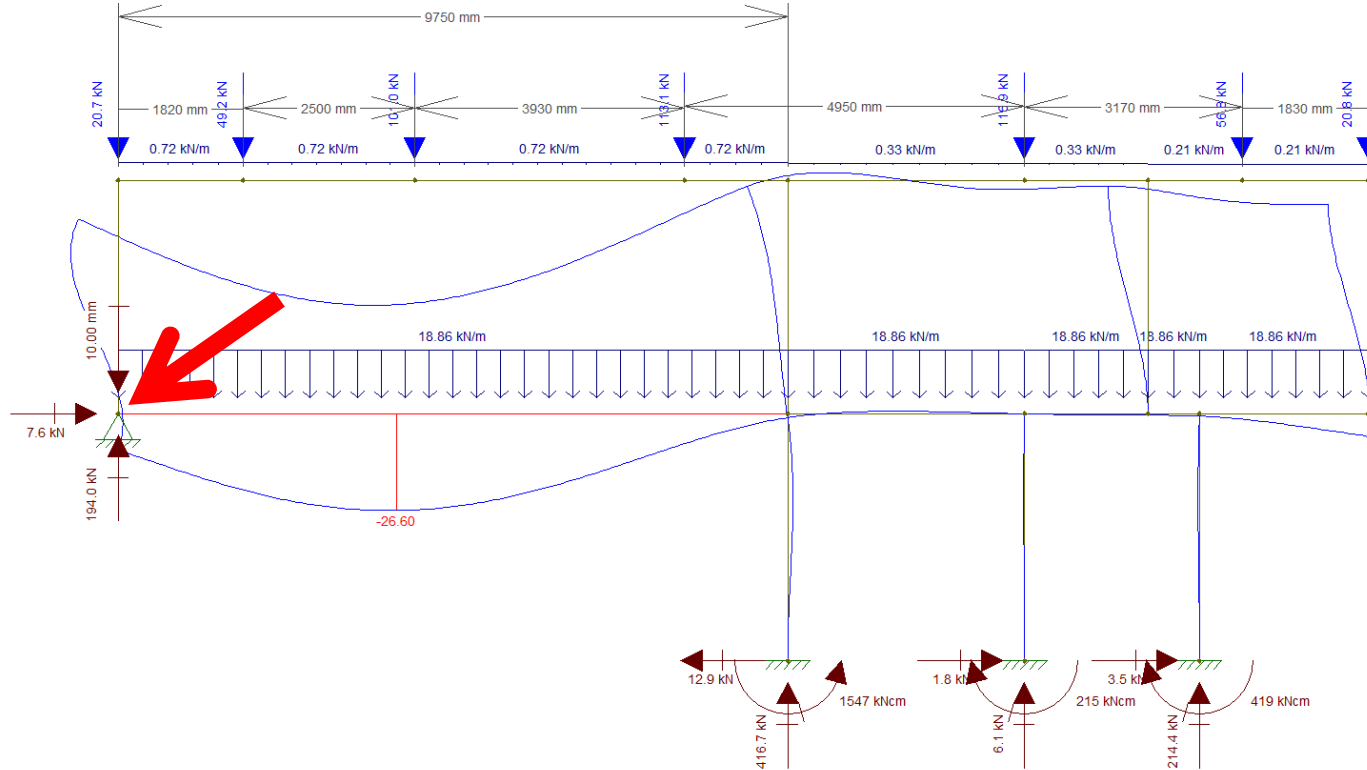
Peso estimado de DryWall = 0,5 kN/m²

Carga na Viga Superior: Peso Próprio das vigas

Carga na Viga Inferior: $(2,27 + 0,42 + 0,11 + 1,5 + 0,5) \times (4,95 + 2,35)/2 + 0,67 \times 2 = 18,86 \text{ kN/m}$

Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente, porém removidas as pontuais da caixa d'água nos pontos aplicáveis

Verificação ELS Eixo B



Support Conditions

☒ Free ☒ Fix
 ☐ Kx

☐ Free ☒ Fix
 ☐ Ky

☒ Free ☐ Fix
 ☐ Kz

Angle: deg

☒ Prescribed Displacement./Rot.

Dx: mm

Dy: mm

Rz: deg

Spring Stiffness Values

Kx: kN/m

Ky: kN/m

Kz: kNm/rad

Ajusta-se o deslocamento máximo previsto no nó indicado até que o deslocamento limite da viga do piso atinja $L/350$

A viga superior está com flecha máxima atuante de 34mm e será considerada como viga de cobertura com Flecha limite $L/350$ (39mm)

Os pilares tem deslocamento máximo atuante de 11,89mm com limite de $H/300$ (11,33 mm) serão aprovados considerando as aproximações adotadas

Definição das Cargas

Definição das Cargas:

Plaje = 2,27 kN/m²

P.Contrapiso+PISO = 2 x 0,21 = 0,42 kN/m²

Peso próprio das vigas do 1º pavimento = 0,11 kN/m²

Peso Próprio das vigas da laje = 0,12 kN/m²

Sobrecarga Forro: = 0,50 kN/m²

Sobrecarga para residências = 1,5 kN/m²

Carga de Vidro Laminado 8mm = 22 kN/m³ x 0,008 = 0,176 kN/m²

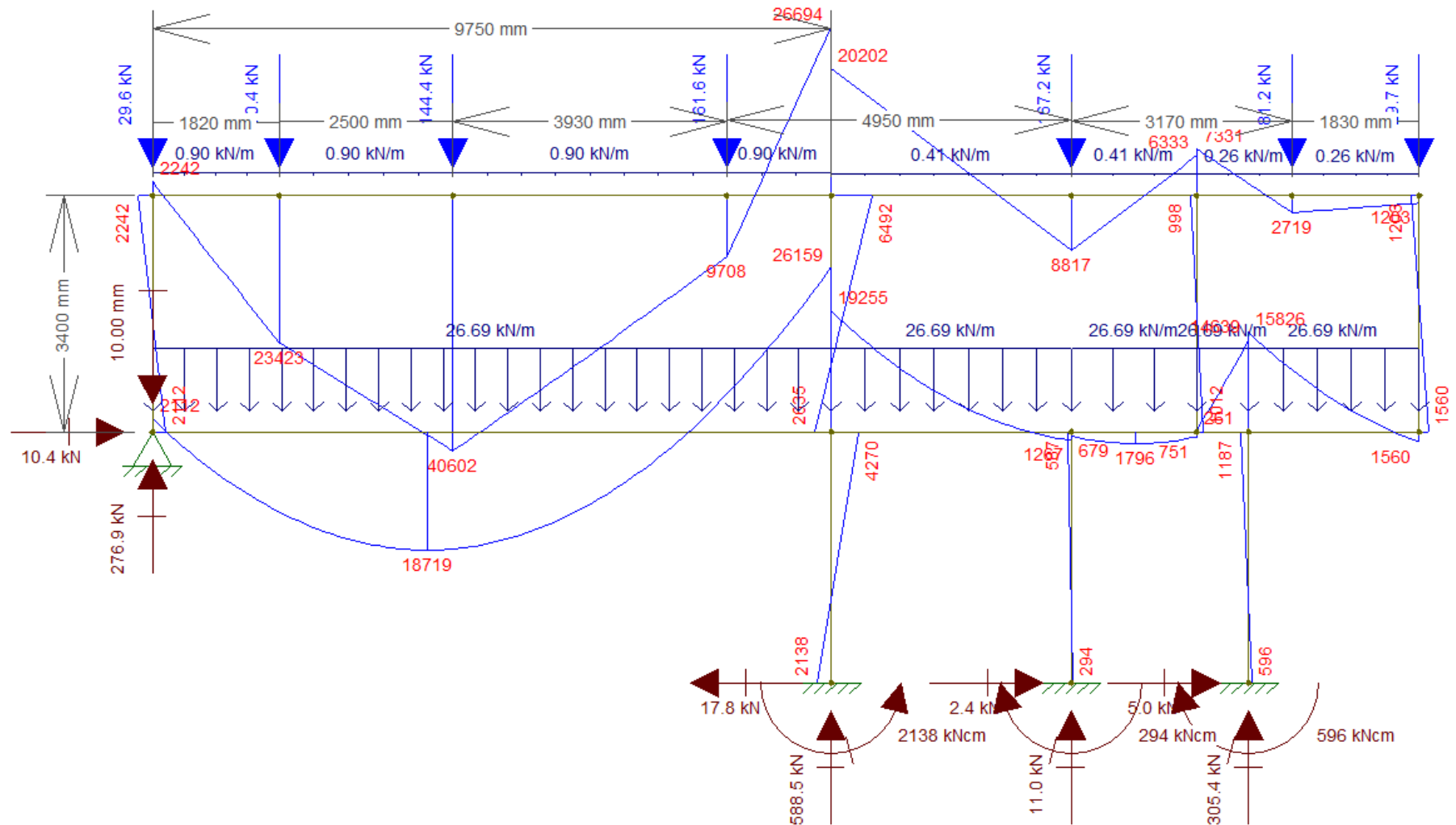
Peso estimado de DryWall = 0,5 kN/m²

Carga na Viga Superior: Peso Próprio das vigas x 1,25

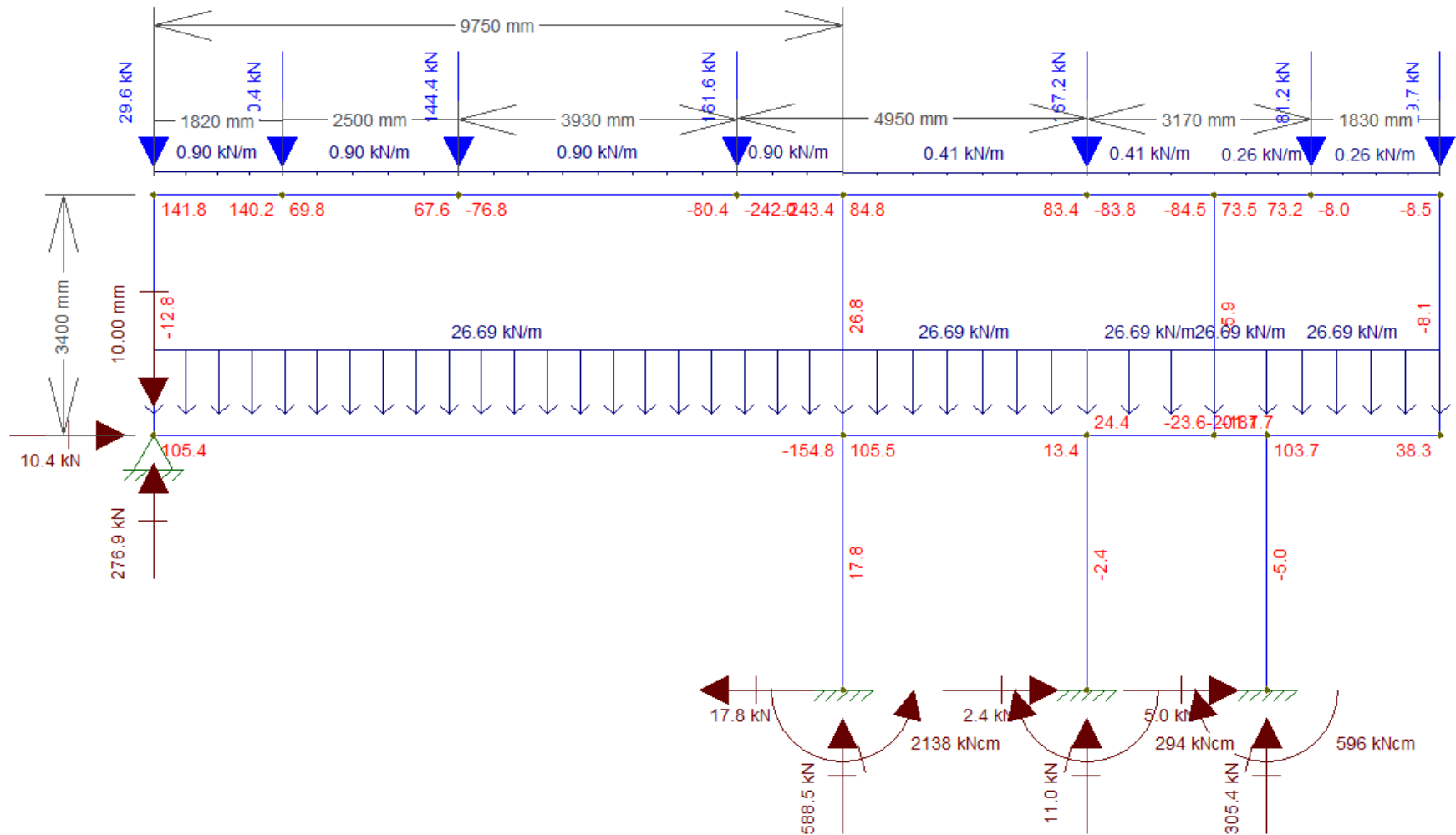
Carga na Viga Inferior: (1,4 x 2,27 + 1,4 x 0,42 + 1,25 x 0,11 + 1,5 x 1,5 + 1,4 x 0,5) x (4,95 + 2,35)/2 + 1,25 x 0,67x2 = 9,93 kN/m

Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente, porém adotaremos o fator de majoração 1,43
(166,4 / 116,9 kN)

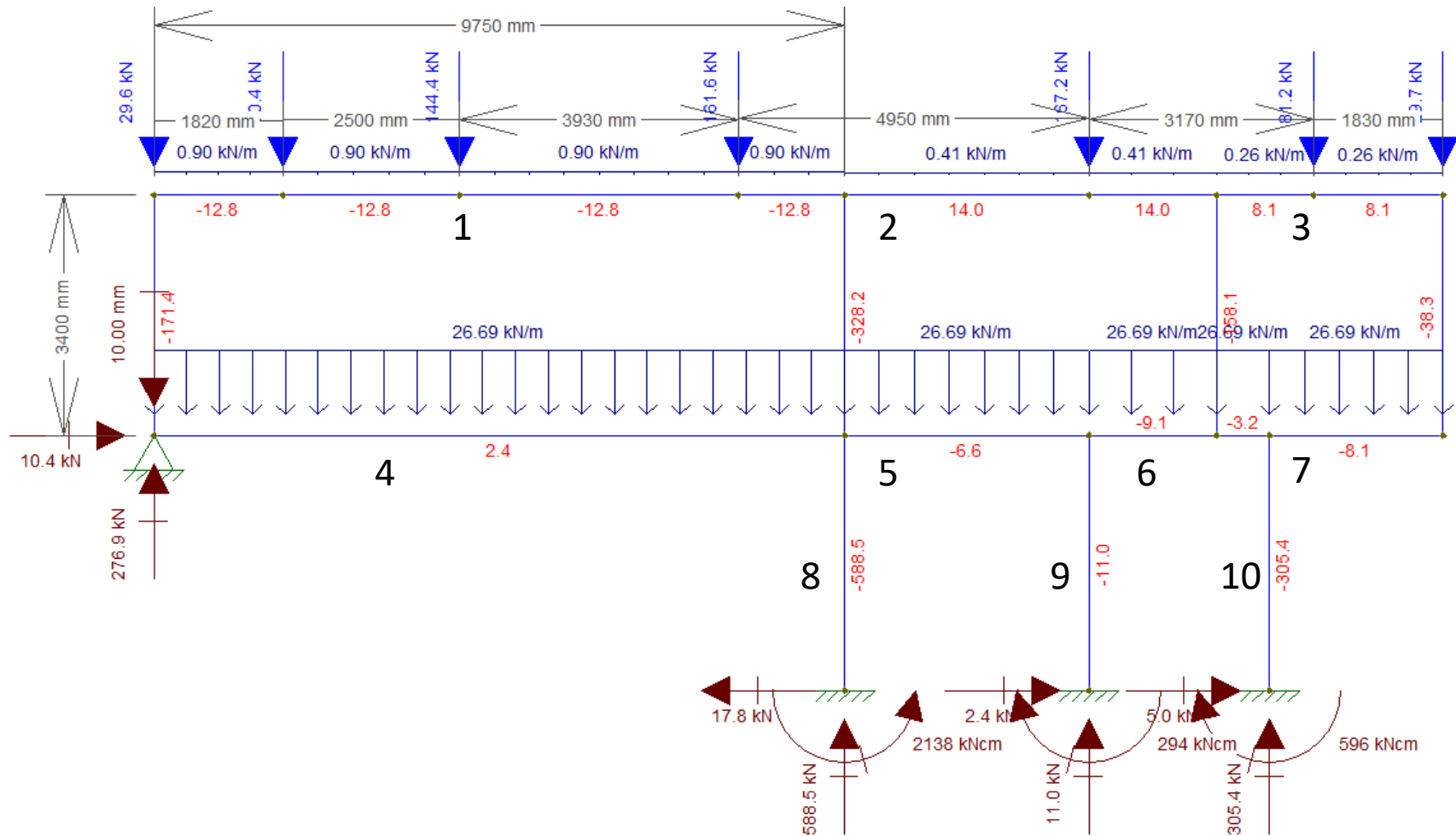
Momentos Fletores



CORTANTE



AXIAL



Trecho 1

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	9750		
Ly (mm)	100		
N(kN)	-12,8		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	243,4		
Mx(kN.cm)	40602		
My(kN.cm)	0		
lx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,86		
Nex(kN)	8506,8	r0(cm)	21,3
Ney(kN)	3267579,3	Nez(kN)	4726606,43
A0	0,57		
χ	0,875		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
Aalma	55,80	Aalma	55,80
Ap	91,65	Ap	27,30
Ar	138,94	Ar	34,13
Mr	52629,75	Mr	4033,74
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	9,50	λmesa	9,50
Ap	9,26	Ap	9,26
Ar	24,18	Ar	24,18
Mr	36840,83	Mr	3767,40
Semi-Compacta		Semi-Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	60579	Mpl(kN.cm)	8439

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	60579	FLA	NA
FLM	54735	FLM	7605
1,5"W*Fy	71768	1,5"W*Fy	7339

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	9,50	λAlma	55,80
Ap	26,81	Ap	59,96
Aw	45,13	Aw	47,16
Vrdx (kN)	849,19	Vrdy	887,47
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,38	B1	0,0538
Ap	42,90	Mcr	83739759,93
Ar	121,85	Mrd	55071,41
Mr	36840,83	Mpl	60578,55
Compacta			

Resultado: 74,5%					
W 530 x 72,0					
d(mm)	524	Wx(cm³)	1525,5	rx(cm)	20,89
bf(mm)	207	Wy(cm³)	156	ry(cm)	4,2
d'(mm)	478	Zx(cm³)	1755,9	Area(cm²)	91,6
tw(mm)	9	Zy(cm³)	244,6	ho/tw	53,1
tf(mm)	10,9	ix(cm4)	39969	b/tf	9,5
h(mm)	502,2	Iy(cm4)	1615	Peso (kg/m)	72,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	23,3%
200	47	OK	23,3%	λx
200	2	OK	1,2%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
2161	12,8	OK	0,6%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
54735	40602	OK	74,2%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
7339	0	N.A	0,0%	1,1
bef	35,5			
Iy	1613,5			
Wef	116,9			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
849	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
887	243,4	OK	27,4%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,006

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	74,5%

Trecho 2

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	5250		
Ly (mm)	100		
N(kN)	14		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	-84,5		
Mx(kN.cm)	20202		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,87		
Nex(kN)	6135,3	r0(cm)	14,3
Ney(kN)	588771,3	Nez(kN)	828687,12
A0	0,45		
χ	0,917		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
Aalma	57,24	Aalma	57,24
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	16525,50	Mr	1183,98
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
Amesa	7,47	Amesa	7,47
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	11567,85	Mr	1108,49
Compacta		Compacta	

Momento Plástico «Z.Iy X-X		Momento Plástico «Z.Iy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	18892	Mpl(kN.cm)	2484

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	18892	FLA	NA
FLM	18892	FLM	2484
1,5*W*Fy	22535	1,5*W*Fy	2159

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
AMesa	7,47	AMesa	57,24
λp	26,81	λp	59,96
Aw	21,59	Aw	20,24
Vrdx (kN)	406,28	Vrdy	380,92
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	3,80	B1	0,0617
λp	42,90	Mcr	10011948,49
λr	122,70	Mrd	17174,73
Mr	11567,85	Mpl	18892,20
Compacta			

Resultado:

118,2%

W 360 x 32,9						
d(mm)	349	Wx(cm³)	479	rx(cm)		14,09
bf(mm)	127	Wy(cm³)	45,9	ry(cm)		2,63
d'(mm)	308	Zx(cm³)	547,6	Area(cm²)		42,1
tw(mm)	5,8	Zy(cm³)	72	ho/tw		53,1
tf(mm)	8,5	Ix(cm⁴)	8358	b/tf		7,5
h(mm)	332	Iy(cm⁴)	291	Peso (kg/m)		32,9
				Limite:	36,3	Esbelta
					13,7	25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil			
Limite	Real	Status	%
300	37	OK	12,4%
300	4	OK	1,3%

2. Resistência à tração			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
1320	14	OK	1,1%

3. Resistência à Compressão			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
N.A	0	N.A	0,0%

4. Resistência à Flexão eixo X-X			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
17175	20202	NOK	117,6%

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
2159	0	N.A	0,0%

6. Resistência ao esforço cortante eixo X			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
406	0	N.A	0,0%

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
381	-84,5	N.A	0,0%

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,011

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	NOK	118,2%

PEÇA REPROVADA

NESSAS CONDIÇÕES
DEVERIA SER
SUBSTITUÍDA POR UM
W360X39 ou 410X38,8.
isso ocorreu devido à
consideração do apoio da
caixa d'água diretamente
sobre o eixo 6

Trecho 3

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3200
Ly (mm)	100
N(kN)	8,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	74
Mx(kN.cm)	7331
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	7460,8	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,33		
χ	0,957		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	10071	Mpl(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	NA
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	8,86	λλalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	MRd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado:

80,6%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	lx(cm4)	3776	b/tf	8,9
h(mm)	291,6	ly(cm4)	98	Peso (kg/m)	21,0
Limite: 36,3 Esbelta					
Limite: 13,7 25,1 Compact					

1. Verificação da Esbeltez do perfil			
Limite	Real	Status	%
300	27	OK	9,1%
300	5	OK	1,8%

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
853	8,1	OK	0,9%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
NA	0	NA	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Nsd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	7331	OK	80,1%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Nsd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
917	0	NA	0,0%	1,1

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	NA	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	74	OK	25,4%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,009

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N,Mx,My	100%	OK	80,6%

Trecho 4

Esforços e Distâncias		
Lx (mm)	9750	
Ly (mm)	100	
N(kN)	1,2	
Vx(kN)	0	
Vy(kN)	154,8	
Mx(kN.cm)	13079	
My(kN.cm)	0	
kx	1	
ky	1	kz 1
d (mm)	0	Cb 1
Lb (mm)	100	

Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,95		
Nex(kN)	5252,4	r0(cm)	17,4
Ney(kN)	2790087,8	Nez(kN)	3609871,44
λ0	0,73		
χ	0,798		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	43,32	λalma	43,32
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	41531,10	Mr	3984,87
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,22	λmesa	6,22
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	29071,77	Mr	3721,52
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	47013	Mpl(kN.cm)	8246

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	47013	FLA	NA
FLM	47013	FLM	8246
1,5"W*Fy	56633	1,5"W*Fy	7250

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	6,22	λAlma	43,32
λp	26,81	λp	59,96
Aw	51,55	Aw	36,08
Vrdx (kN)	970,11	Vrdy	678,96
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,50	B1	0,0295
λp	42,90	Mcr	55147113,11
λr	128,23	MRd	42739,23
Mr	29071,77	Mpl	47013,15
Compacta			

Resultado:

30,6%

W 410 x 67,0					
d(mm)	410	Wx(cm³)	1203,8	rx(cm)	16,91
b(mm)	179	Wy(cm³)	154,1	ry(cm)	4
d'(mm)	357	Zx(cm³)	1362,7	Area(cm²)	86,3
tw(mm)	8,8	Zy(cm³)	239	ho/tw	40,6
tf(mm)	14,4	Ix(cm4)	24678	b/tf	6,2
h(mm)	381,2	Iy(cm4)	1379	Peso (kg/m)	67,0

Limite: 36,3 Esbelta

Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	19,2%
300	58	OK	19,2%	λx
300	3	OK	0,8%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
2707	1,2	OK	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
42739	13079	OK	30,6%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
7250	0	N.A	0,0%	1,1

bef 32,8
ly 1378,3
Wef 115,5

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
970	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
679	154,8	OK	22,8%	1,1

8. Resistência ao esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	30,6%

Trecho 4, 5 e 6

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	9750		
Ly (mm)	100		
N(kN)	2,4		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	154,8		
Mx(kN.cm)	26158		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		

Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,95		
Nex(kN)	5252,4	r0(cm)	17,4
Ney(kN)	2790087,8	Nez(kN)	3609871,44
λ0	0,73		
χ	0,798		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	43,32	λalma	43,32
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	41531,10	Mr	3984,87
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,22	λmesa	6,22
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	29071,77	Mr	3721,52
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	47013	Mpl(kN.cm)	8246

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	47013	FLA	NA
FLM	47013	FLM	8246
1,5"W.Fy	56633	1,5"W.Fy	7250

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	6,22	λAlma	43,32
λp	26,81	λp	59,96
Aw	51,55	Aw	36,08
Vrdx (kN)	970,11	Vrdy	678,96
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,50	B1	0,0295
λp	42,90	Mcr	55147113,11
λr	128,23	Mrd	42739,23
Mr	29071,77	Mpl	47013,15
Compacta			

Resultado:

61,2%

W 410 x 67,0					
d(mm)	410	Wx(cm³)	1203,8	rx(cm)	16,91
bf(mm)	179	Wy(cm³)	154,1	ry(cm)	4
d'(mm)	357	Zx(cm³)	1362,7	Área(cm²)	86,3
tw(mm)	8,8	Zy(cm³)	239	ho/tw	40,6
tf(mm)	14,4	Ix(cm4)	24678	b/tf	6,2
h(mm)	381,2	Iy(cm4)	1379	Peso (kg/m)	67,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%		19,2%
300	58	OK	19,2%	λx	
300	3	OK	0,8%	λy	

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
2707	2,4	OK	0,1%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

Não há compressão solicitante

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
42739	26158	OK	61,2%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	32,8
7250	0	N.A	0,0%	1,1	ly	1378,3
					Wef	115,5

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
970	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
679	154,8	OK	22,8%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,001

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	61,2%

Pilar 7

Resultado: 60,6%

HP 200 x 53,0 (H)					
d(mm)	204	W _x (cm³)	488	r _x (cm)	8,55
b _f (mm)	207	W _y (cm³)	161,7	r _y (cm)	4,96
d _t (mm)	161	Z _x (cm³)	551,3	Area(cm²)	68,1
t _w (mm)	11,3	Z _y (cm³)	248,6	h _o /t _w	14,2
t _f (mm)	11,3	k _x (cm4)	4977	b/t _f	9,2
h _i (mm)	181,4	I _y (cm4)	1673	Peso (kg/m)	53,0

Limite: 36,3 Compact
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	29	OK	14,7%	λ _x
200	51	OK	25,4%	λ _y

2. Resistência à tração

N _{rd} (kN)	N _{sd} (kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

N _{rd} (kN)	N _{sd} (kN)	Status	%	Coef. S
1754	588,5	OK	33,5%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

M _{rd} (kN.cm)	M _{sd} (kN.cm)	Status	%	Coef. S
15771	4270	OK	27,1%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

M _{rd} (kN.cm)	M _{sd} (kN.cm)	Status	%	Coef. S	b _{ef}	22,1
7607	0	N.A	0,0%	1,1	l _y	1673,1
					W _{ef}	121,2

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

V _{rd} (kN)	V _{sd} (kN)	Status	%	Coef. S
880	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

V _{rd} (kN)	V _{sd} (kN)	Status	%	Coef. S
434	17,8	OK	4,1%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

N_{sd}/N_{rd} 0,335

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.M _x .M _y	100%	OK	60,6%

Esforços e Distâncias

L _x (mm)	3600		
L _y (mm)	3600		
N(kN)	-588,5		
V _x (kN)	0		
V _y (kN)	17,8		
M _x (kN.cm)	4270		
M _y (kN.cm)	0		
k _x	0,7		
k _y	0,7	k _z	1
d (mm)	0	C _b	1
L _b (mm)	3600		

Material

ASTM A572GR50	
F _y (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de N_{Rd}

Q	1,00		
N _{ex} (kN)	15857,0	r ₀ (cm)	9,9
N _{ey} (kN)	5330,3	N _{ez} (kN)	4994,25
λ ₀	0,69		
χ	0,821		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λ _{alma}	16,05	λ _{alma}	16,05
λ _p	91,65	λ _p	27,30
λ _r	138,94	λ _r	34,13
M _r	16836,00	M _r	4182,82
Compacta		Compacta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λ _{mesa}	9,16	λ _{mesa}	9,16
λ _p	9,26	λ _p	9,26
λ _r	24,18	λ _r	24,18
M _r	11785,20	M _r	3905,06
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.f _y X-X		Momento Plástico =Z.f _y Y-Y	
M _{pl} (kN.cm)	19020	M _{pl} (kN.cm)	8577

M _{Rd} X-X		M _{Rd} Y-Y	
FLA	19020	FLA	NA
FLM	19020	FLM	8577
1,5"W _{Fy}	22958	1,5"W _{Fy}	7607

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λ _{mesa}	9,16	λ _{alma}	16,05
λ _p	22,43	λ _p	59,96
λ _w	46,78	λ _w	23,05
V _{rdx} (kN)	880,35	V _{rdy}	433,80
k _v	0,7	k _v	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ _{lb}	72,58	B1	0,0180
λ _p	42,90	M _{cr}	35921,74
λ _r	171,32	M _{rd}	15770,80
M _r	11785,20	M _{pl}	19019,85
Semi-Compacta			

Pilares 8 e 9

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3600
Ly (mm)	3600
N(kN)	-305,4
Vx(kN)	0
Vy(kN)	5
Mx(kN.cm)	1187
My(kN.cm)	0
kx	0,7
ky	0,7
d (mm)	0
Lb (mm)	3600
Material	
ASTMA572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	1,00		
Nex(kN)	14474,2	r0(cm)	10,2
Ney(kN)	4890,6	Nez(kN)	3757,42
λ0	0,73		
χ	0,798		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	25,14	λalma	25,14
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	15442,20	Mr	3911,39
Compacta		Compacta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	9,23	λmesa	9,23
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	10809,54	Mr	3651,48
Compacta		Compacta	

Momento Plástico ≈Z.fy X-X		Momento Plástico ≈Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	17088	Mpl(kN.cm)	7918

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	17088	FLA	NA
FLM	17088	FLM	7918
1,5*W*Fy	21058	1,5*W*Fy	7113

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	9,23	λAlma	25,14
λp	22,43	λp	59,96
Aw	44,66	Aw	14,62
Vrdx (kN)	840,42	Vrdy	275,05
kv	0,7	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	70,31	B1	0,0240
λp	42,90	Mcr	30740,46
λr	150,26	Mrd	14077,24
Mr	10809,54	Mpl	17087,85
Semi-Compacta			

Resultado: 29,2%			
W 200 x 46,1 (H)			
d(mm)	203	Wx(cm³)	447,6
bf(mm)	203	Wy(cm³)	151,2
d'(mm)	161	Zx(cm³)	495,3
tw(mm)	7,2	Zy(cm³)	229,5
tf(mm)	11	ho/tw	22,4
h(mm)	181	lx(cm4)	4543
		b/tf	9,2
		ly(cm4)	1535
		Peso (kg/m)	46,1

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	
200	29	OK	14,3%	λx
200	49	OK	24,6%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1467	305,4	OK	20,8%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
14077	1187	OK	8,4%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
7113	0	N.A	0,0%	1,1
bef	21,2			
ly	1534,3			
Wef	113,4			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
840	0	N.A	0,0%	1,1

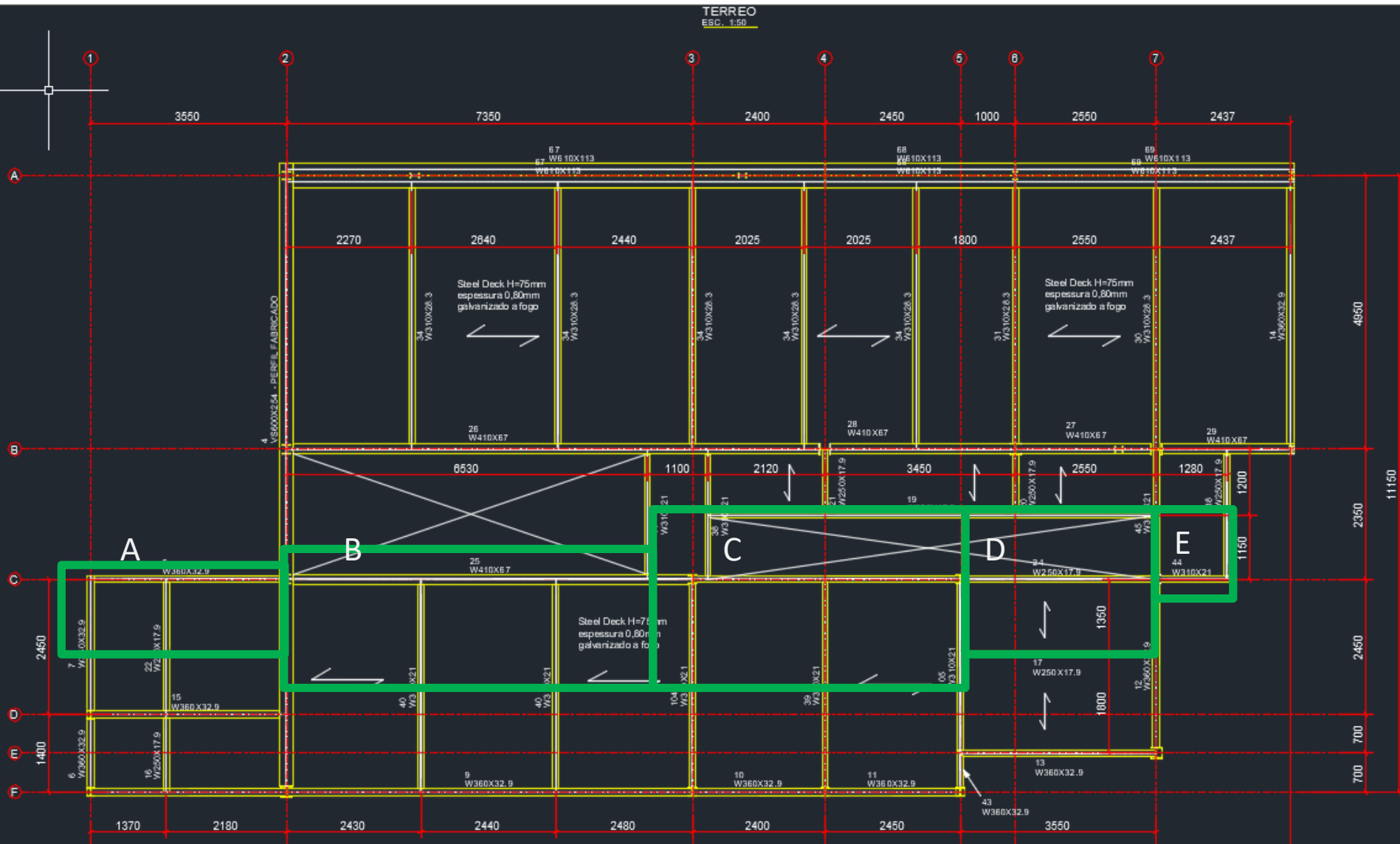
7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
275	5	OK	1,8%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,208

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	29,2%

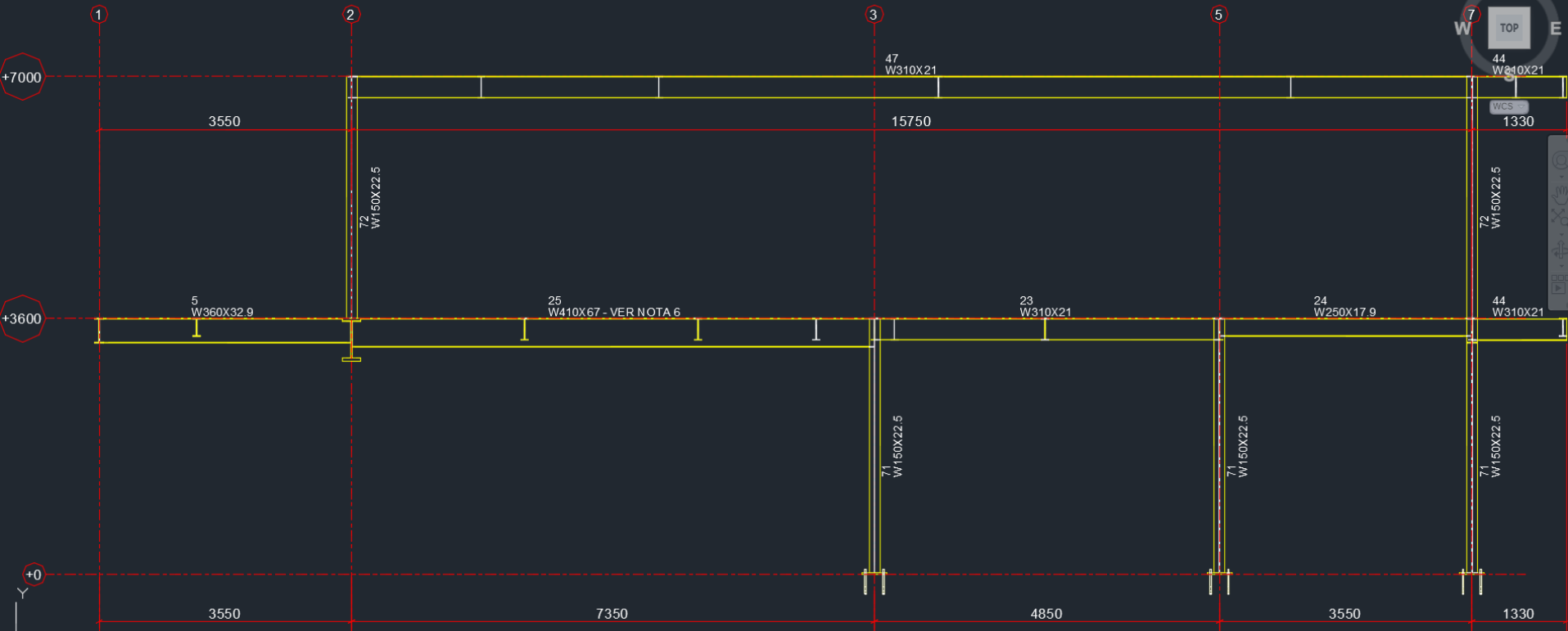
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

[-][Top][2D Wireframe]

EIXO C
ESC. 1:50



Região do
jardim
suspense



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Tabela 10 (continuação)

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Hospitais As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Dormitórios, enfermaria, sala de recuperação, sanitários	2	—
	Sala de raios X, sala de cirurgia	3 ^a	—
	Laboratório	3 ^a	—
	Corredores	3	—
	Sala de refeições, café, restaurante	3 ^a	—
	Depósitos	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 5 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^{a,p}	—
	Salas administrativas	2,5	—
Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)			
Hotéis	Dormitórios	1,5	—
	Sanitários dentro de unidades autônomas	1,5	—
	Demais sanitários, vestiários	2	—
	Salão de esportes, academia	5 ^a	—
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	—
	Áreas de uso comum	3 ^a	—
	Corredores de unidades autônomas	1,5	—
	Corredores de uso comum	3	—
	Restaurante	3 ^a	—
	Sala de assembleia com assentos fixos	4 ^a	—
	Sala de assembleia com assentos móveis	5 ^a	—
	Cozinhas	3 ^a	—
	Depósitos	5 ^a	—
	Salas administrativas	2,5	—
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
	Lavanderias (ver item nesta Tabela)		
Instituições penais ^a	Celas	3	—
	Corredores	3	—
	Sanitários	2	—
	Salas administrativas	2,5	—
Jardins ^{a,u}	Com possibilidade de acesso de pessoas	3	—
	Sem possibilidade de acesso de pessoas (somente acesso de manutenção)	1	—

Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$\text{Plaje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga distribuída de paredes: } 1,1 \text{ kN/m}^2 \times 0,5\text{m} = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga de Jardim Suspenso: } 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Cargas na viga superior: } (2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,50) \times 1,2 + 0,21 = 4,18$$

Cargas na viga inferior:

$$\text{Trecho A: } (2,27 + 0,21 + 0,11 + 3) \times 2,45/2 + 0,55 + 0,329 = 7,72 \text{ kN/m}$$

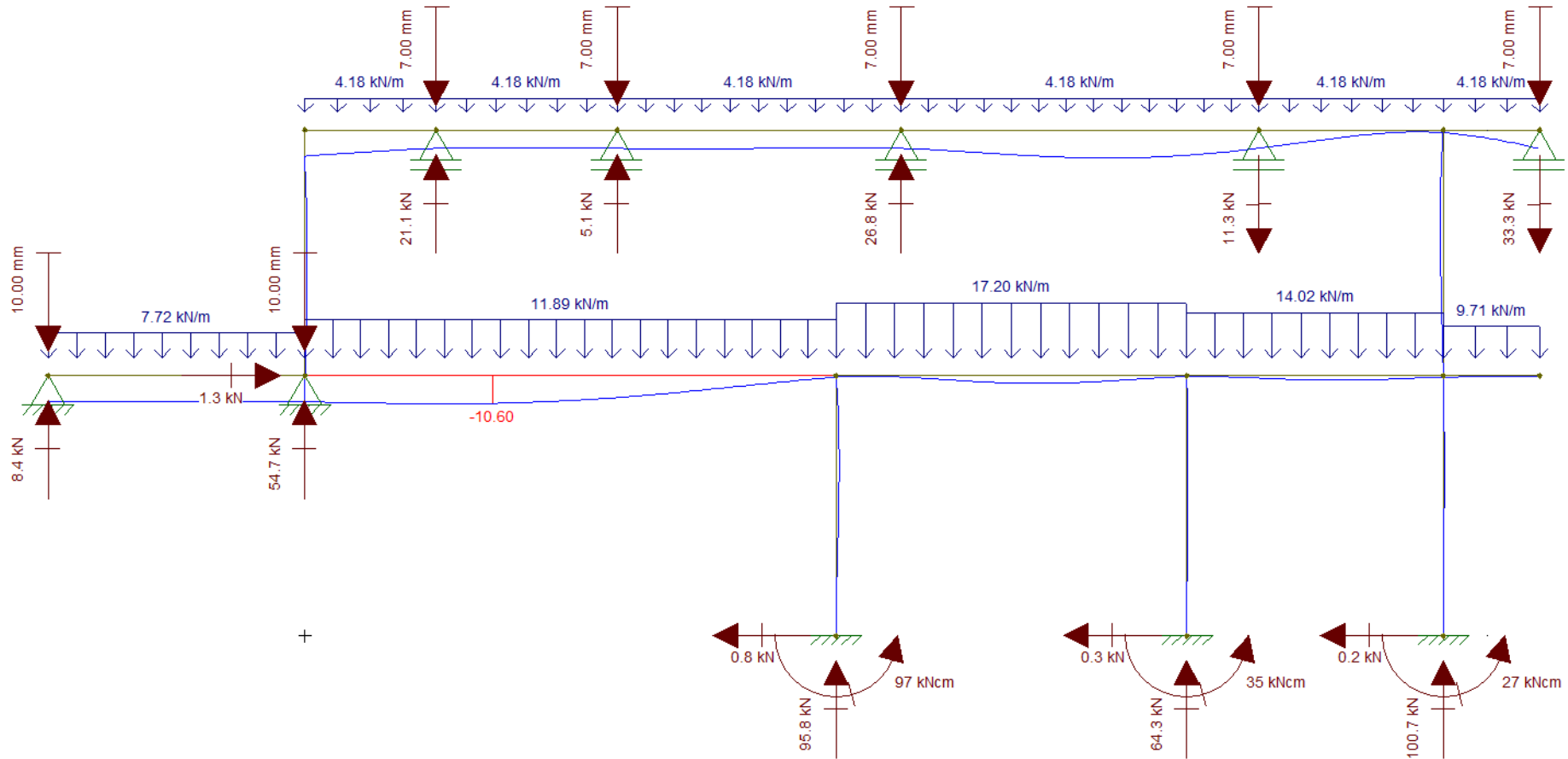
$$\text{Trecho B: } (2,27 + 0,21 + 0,11 + 3) \times 1,9 + 0,176 \times 3,4 + 0,67 = 11,89 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trecho C: } (2,27 + 0,21 + 0,11 + 3) \times 1,9 + (2,27 + 0,42 + 0,11 + 0,5 + 1,5) \times 1,2 + 0,176 \times 3,4 + 0,21 = 17,20 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trecho D: } (2,27 + 0,21 + 0,11 + 3) \times 1,35 + (2,27 + 0,42 + 0,11 + 0,5 + 1,5) \times 1,2 + 0,176 \times 3,4 + 0,18 = 14,02 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trecho E: } (2,27 + 0,21 + 0,11 + 3) \times 1,35 + (2,27 + 0,42 + 0,11 + 0,5 + 1,5) \times 1,2 + 1,1 \times 3,4 + 0,21 = 9,71 \text{ kN/m}$$

Verificação ELS EIXO C



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$\text{Plaje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga distribuída de paredes: } 1,1 \text{ kN/m}^2 \times 0,5\text{m} = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga de Jardim Suspenso: } 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Cargas na viga superior: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,42 + 1,25 \times 0,12 + 1,5 \times 0,50) \times 1,2 + 1,25 \times 0,21 = 5,86 \text{ kN/m}$$

Cargas na viga inferior:

$$\text{Trecho A: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,11 + 1,5 \times 3) \times 2,45/2 + 1,4 \times 0,55 + 1,25 \times 0,329 = 11,11 \text{ kN/m}$$

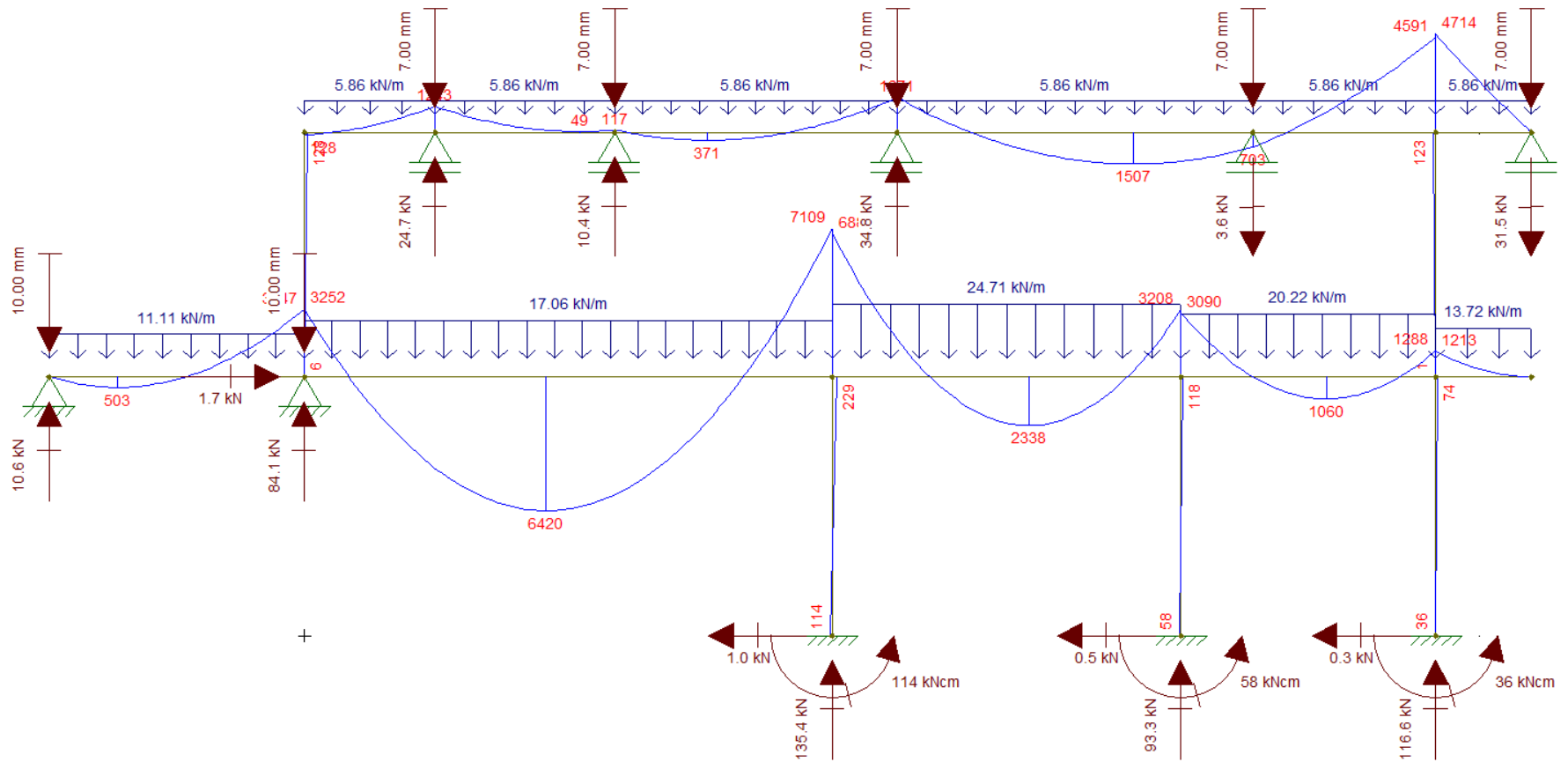
$$\text{Trecho B: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,11 + 1,5 \times 3) \times 1,9 + 1,4 \times 0,176 \times 3,4 + 1,25 \times 0,67 = 17,06 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trecho C: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,11 + 1,5 \times 3) \times 1,9 + (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,42 + 1,25 \times 0,11 + 1,4 \times 0,5 + 1,5 \times 1,5) \times 1,2 + 1,4 \times 0,176 \times 3,4 + 1,25 \times 0,21 = 24,71 \text{ kN/m}$$

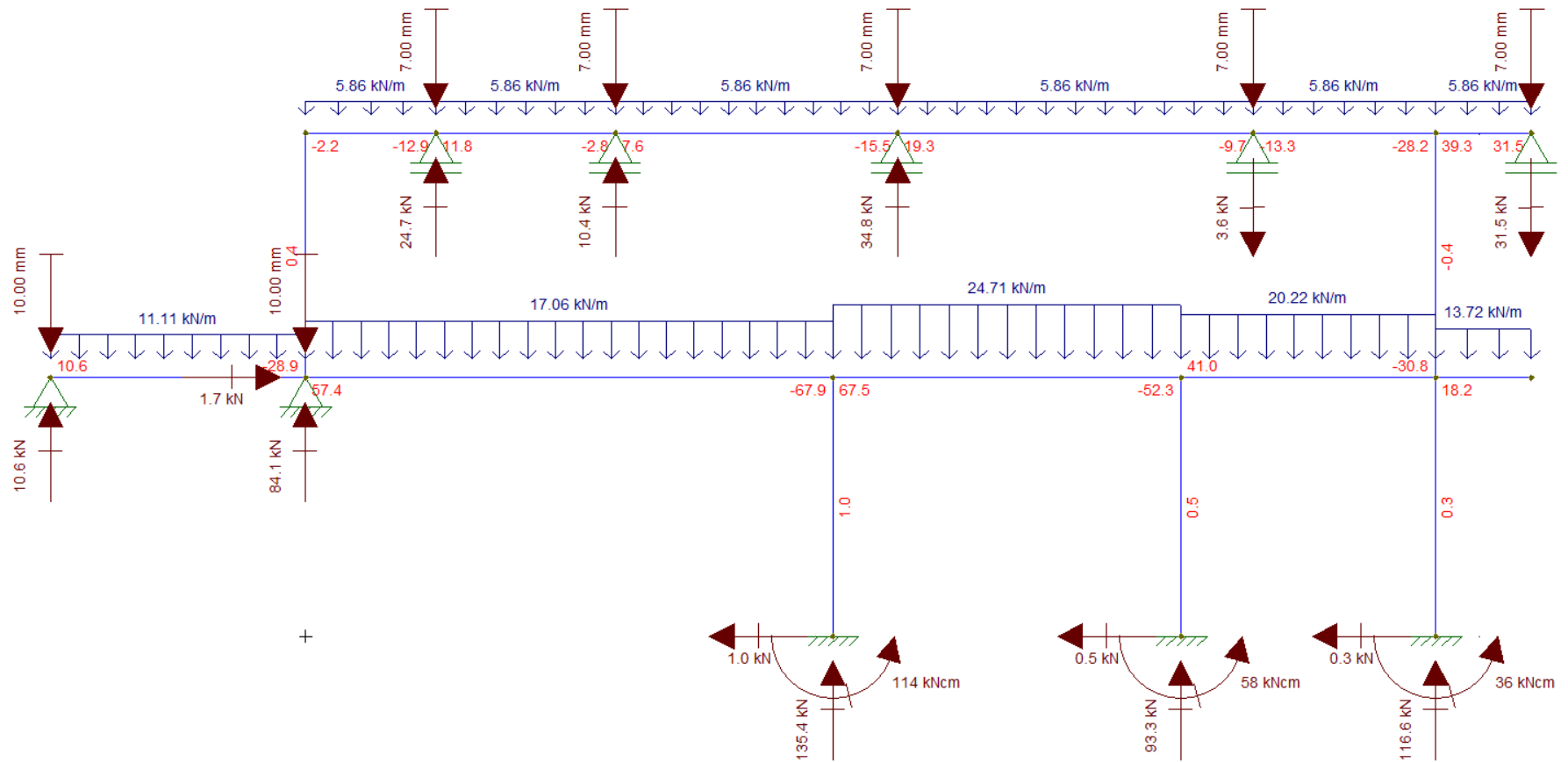
$$\text{Trecho D: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,11 + 1,5 \times 3) \times 1,35 + (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,42 + 1,25 \times 0,11 + 1,4 \times 0,5 + 1,5 \times 1,5) \times 1,2 + 1,4 \times 0,176 \times 3,4 + 1,25 \times 0,18 = 20,22 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trecho E: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,11 + 1,5 \times 3) \times 1,35 + (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,42 + 1,25 \times 0,11 + 1,4 \times 0,5 + 1,5 \times 1,5) \times 1,2 + 1,4 \times 1,1 \times 3,4 + 1,25 \times 0,21 = 13,72 \text{ kN/m}$$

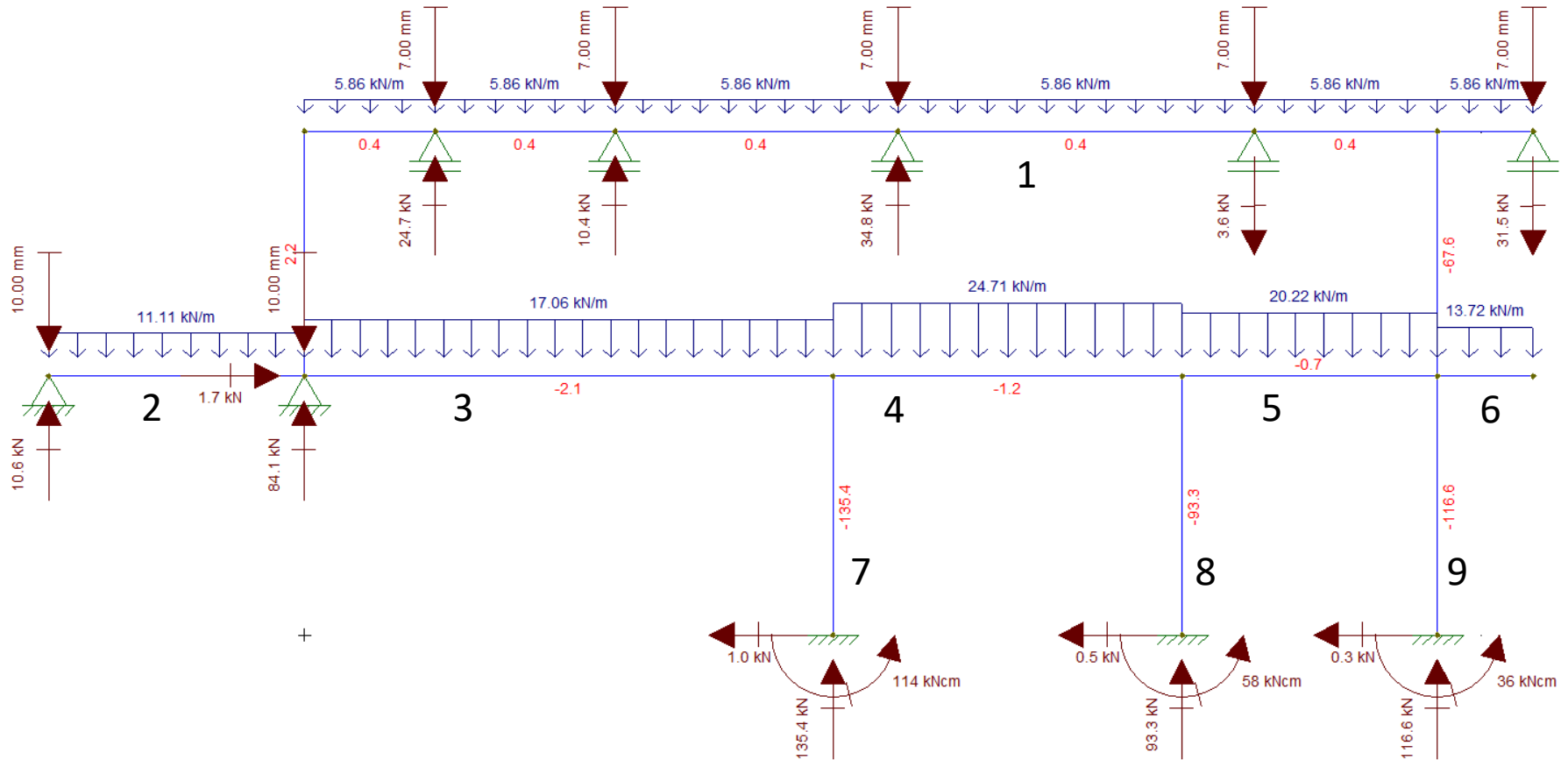
Momento Fletor



CORTANTE



AXIAIS



VIGA SUPERIOR

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	4950
Ly (mm)	100
N(kN)	0,4
Vx(kN)	0
Vy(kN)	19,3
Mx(kN.cm)	4591
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	3118,0	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,50		
χ	0,900		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.Iy X-X		Momento Plástico =Z.Iy Y-Y	
Mp(kN.cm)	10071	Mp(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	NA
FLM	10071	FLM	1083
1,5"W*Fy	11724	1,5"W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	8,86	λAlma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 50,2%

W 310 x 21,0			
d(mm)	303	Wx(cm²)	249,2
bf(mm)	101	Wy(cm²)	19,5
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9
tw(mm)	5,1	Zy(cm³)	31,4
tf(mm)	5,7	ix(cm4)	3776
h(mm)	291,6	Iy(cm4)	98
		Peso (kg/m)	21,0

1. Verificação da Esbeltez do perfil			
Limite	Real	Status	%
300	42	OK	14,0%
300	5	OK	1,8%

2. Resistência à tração			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
853	0,4	OK	0,0%

3. Resistência à Compressão			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
N.A	0	N.A	0,0%

4. Resistência à Flexão eixo X-X			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
9155	4591	OK	50,1%

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
917	0	N.A	0,0%

6. Resistência ao esforço cortante eixo X			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
217	0	N.A	0,0%

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
291	19,3	OK	6,6%

8. Resistência ao esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	50,2%

TRECHO 2

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3550
Ly (mm)	100
N(kN)	0
Vx(kN)	0
Vy(kN)	28,9
Mx(kN.cm)	3247
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,87		
Nex(kN)	13418,4	r0(cm)	14,3
Ney(kN)	588771,3	Nez(kN)	828687,12
A0	0,31		
χ	0,961		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,24	λalma	57,24
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	16525,50	Mr	1183,98
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	7,47	λmesa	7,47
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	11567,85	Mr	1108,49
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	18892	Mpl(kN.cm)	2484

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	18892	FLA	NA
FLM	18892	FLM	2484
1,5"W*Fy	22535	1,5"W*Fy	2159

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	7,47	λAlma	57,24
λp	26,81	λp	59,96
Aw	21,59	Aw	20,24
Vrdx (kN)	406,28	Vrdy	380,92
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	3,80	B1	0,0617
λp	42,90	Mcr	10011948,49
λr	122,70	Mrd	17174,73
Mr	11567,85	Mpl	18892,20
Compacta			

Resultado: 18,9%

W 360 x 32,9			
d(mm)	349	Wx(cm³)	479
bf(mm)	127	Wy(cm³)	45,9
d'(mm)	308	Zx(cm³)	547,6
tw(mm)	5,8	Zy(cm³)	72
tf(mm)	8,5	lx(cm4)	8358
h(mm)	332	ly(cm4)	291

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil			
Limite	Real	Status	%
N.A	25	OK	0,0%
N.A	4	OK	0,0%

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1320	0	OK	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1104	0	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
17175	3247	OK	18,9%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
2159	0	N.A	0,0%	1,1

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
406	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
381	28,9	OK	7,6%	1,1

8. Resistência ao esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	18,9%

TRECHO 3

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	7350		
Ly (mm)	100		
N(kN)	-2,1		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	67,9		
Mx(kN.cm)	7109		
My(kN.cm)	0		
ix	1		
iy	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	100		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,95		
Nex(kN)	9242,5	r0(cm)	17,4
Ney(kN)	2790087,8	Nez(kN)	3609871,44
λ0	0,55		
χ	0,880		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	43,32	λalma	43,32
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	41531,10	Mr	3984,87
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	6,22	λmesa	6,22
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	29071,77	Mr	3721,52
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.Iy X-X		Momento Plástico =Z.Iy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	47013	Mpl(kN.cm)	8246

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	47013	FLA	NA
FLM	47013	FLM	8246
1,5*W*Fy	56633	1,5*W*Fy	7250

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	6,22	λAlma	43,32
λp	26,81	λp	59,96
Aw	51,55	Aw	36,08
Vrdx (kN)	970,11	Vrdy	678,96
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	2,50	B1	0,0295
λp	42,90	Mcr	55147113,11
λr	128,23	MRd	42739,23
Mr	29071,77	Mpl	47013,15
Compacta			

Resultado:

21,7%

W 410 x 67,0					
d(mm)	410	Wx(cm³)	1203,8	rx(cm)	16,91
bf(mm)	179	Wy(cm³)	154,1	ry(cm)	4
d'(mm)	357	Zx(cm³)	1362,7	Area(cm²)	86,3
tw(mm)	8,8	Zy(cm³)	239	ho/tw	40,6
tfl(mm)	14,4	Ix(cm⁴)	24678	b/tf	6,2
h(mm)	381,2	Iy(cm⁴)	1379	Peso (kg/m)	67,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	43	OK	21,7%	λx
200	3	OK	1,3%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
2262	2,1	OK	0,1%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
42739	7109	OK	16,6%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	32,8
7250	0	N.A	0,0%	1,1	Iy	1378,3
					Wef	115,5

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
970	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
679	67,9	OK	10,0%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,001

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	16,7%

TRECHO 4

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	4850
Ly (mm)	100
N(kN)	-1,2
Vx(kN)	0
Vy(kN)	67
Mx(kN.cm)	6880
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTMA572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	3247,9	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,49		
χ	0,903		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mp(kN.cm)	10071	Mp(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	NA
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
λw	11,51	λw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 75,2%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	Wx(cm³)	249,2	rx(cm)	11,77
bf(mm)	101	Wy(cm³)	19,5	ry(cm)	1,9
d'(mm)	272	Zx(cm³)	291,9	Area(cm²)	27,2
tw(mm)	5.1	Zy(cm³)	31.4	ho/tw	53.3
tf(mm)	5.7	Ix(cm⁴)	3776	b/tf	8.9
h(mm)	291.6	Iy(cm⁴)	98	Peso (kg/m)	21.0
				Limite:	36,3 Esbelta
				Limite:	13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	41	OK	20,6%	Ax
200	5	OK	2,6%	Ay

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
647	1,2	OK	0,2%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	6880	OK	75,1%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	Wef	Wpl
917	0	N.A	0,0%	1,1	14,6	20,2

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	67	OK	23,0%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,002

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	75,2%

TRECHO 5

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3550
Ly (mm)	100
N(kN)	-0,7
Vx(kN)	0
Vy(kN)	41
Mx(kN.cm)	3090
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,90		
Nex(kN)	3678,1	r0(cm)	10,2
Ney(kN)	184117,5	Nez(kN)	269568,61
Δ0	0,44		
χ	0,922		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	50,08	λalma	50,08
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	6299,70	Mr	467,18
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	9,53	λmesa	9,53
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	4409,79	Mr	437,12
Semi-Compacta		Semi-Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	7280	Mpl(kN.cm)	994

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	7280	FLA	NA
FLM	6571	FLM	894
1,5*W*Fy	8591	1,5*W*Fy	852

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	9,53	λalma	50,08
λp	26,81	λp	59,96
Aw	10,71	Aw	12,05
Vrdx (kN)	201,47	Vrdy	226,72
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,03	B1	0,0847
λp	42,90	Mcrr	2262794,89
λr	124,94	Mrd	6617,73
Mr	4409,79	Mpl	7279,50
Compacta			

Resultado: 47,1%

W 250 x 17,9					
d(mm)	251	Wx(cm³)	182,6	rx(cm)	9,96
bf(mm)	101	Wy(cm³)	18,1	ry(cm)	1,99
d'(mm)	220	Zx(cm³)	211	Area(cm²)	23,1
tw(mm)	4,8	Zy(cm³)	28,8	ho/tw	45,8
tf(mm)	5,3	lx(cm⁴)	2291	b/tf	9,5
h(mm)	240,4	ly(cm⁴)	91	Peso (kg/m)	17,9

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	36	OK	17,8%	λx
200	5	OK	2,5%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
601	0,7	OK	0,1%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
6571	3090	OK	47,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	18,4
852	0	N.A	0,0%	1,1	ly	91,2
					Wef	13,5

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
201	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
227	41	OK	18,1%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,001

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	47,1%

TRECHO 6

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	1330
Ly (mm)	100
N(kN)	-0,7
Vx(kN)	0
Vy(kN)	18,2
Mx(kN.cm)	1213
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	100
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,84		
Nex(kN)	43189,9	r0(cm)	11,9
Ney(kN)	198280,4	Nez(kN)	308031,13
λ0	0,14		
χ	0,992		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.Iy X-X		Momento Plástico =Z.Iy Y-Y	
Mp(kN.cm)	10071	Mp(kN.cm)	1083

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	10071	FLA	NA
FLM	10071	FLM	1083
1,5"W" Fy	11724	1,5"W" Fy	917

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	8,86	λalma	57,18
λp	26,81	λp	59,96
Aw	11,51	Aw	15,45
Vrdx (kN)	216,67	Vrdy	290,80
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	5,26	B1	0,0898
λp	42,90	Mcr	2946475,46
λr	125,28	Mrd	9155,05
Mr	6018,18	Mpl	10070,55
Compacta			

Resultado: 13,3%

W 310 x 21,0					
d(mm)	303	I _x (cm ³)	249,2	r _x (cm)	11,77
b _f (mm)	101	I _y (cm ³)	19,5	r _y (cm)	1,9
d'(mm)	272	Z _x (cm ³)	291,9	Area(cm ²)	27,2
tw(mm)	5,1	Z _y (cm ³)	31,4	ho/tw	53,3
tf(mm)	5,7	I _x (cm ⁴)	3776	b/t _f	8,9
h(mm)	291,6	I _y (cm ⁴)	98	Peso (kg/m)	21,0

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	11	OK	5,6%	λx
200	5	OK	2,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
711	0,7	OK	0,1%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
9155	1213	OK	13,2%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	20,2
917	0	N.A	0,0%	1,1	ly	98,1
					Wef	14,6

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
217	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
291	18,2	OK	6,3%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,001

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	13,3%

Pilares 7,8 e 9

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	3600		
Ly (mm)	3600		
N(kN)	-135,4		
Vx(kN)	1		
Vy(kN)	0		
Mx(kN.cm)	0		
My(kN.cm)	229		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	3600		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	1,00		
Nex(kN)	1918,7	r0(cm)	7,5
Ney(kN)	604,2	Nez(kN)	1228,83
λ0	1,29		
χ	0,500		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	23,93	λalma	23,93
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	5578,65	Mr	1316,09
Compacta		Compacta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	11,52	λmesa	11,52
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	3905,06	Mr	1229,24
Semi-Compacta		Semi-Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	6196	Mpl(kN.cm)	2688

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	6196	FLA	NA
FLM	5318	FLM	2243
1,5"W*Fy	7607	1,5"W*Fy	2395

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λMesa	11,52	λAlma	23,93
λp	26,81	λp	59,96
Aw	20,06	Aw	8,82
Vrdx (kN)	377,57	Vrdy	165,90
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	98,63	B1	0,0401
λp	42,90	Mcr	6473,21
λr	142,75	Mrd	4470,43
Mr	3905,06	Mpl	6196,20
Semi-Compacta			

Resultado: 49,3%

W 150 x 22,5 (H)			
d(mm)	152 Wx(cm³)	161,7 rx(cm)	6,51
bf(mm)	152 Wy(cm³)	50,9 ry(cm)	3,65
d'(mm)	119 Zx(cm³)	179,6 Area(cm²)	29
tw(mm)	5,8 Zy(cm³)	77,9 ho/tw	20,5
tf(mm)	6,6 lx(cm4)	1229 b/tf	11,5
h(mm)	138,8 ly(cm4)	387 Peso (kg/m)	22,5

Limite: 36,3 Compact
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil			
Limite	Real	Status	%
200	55	OK	27,6%
200	99	OK	49,3%

2. Resistência à tração			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
N.A	0	N.A	0,0%

3. Resistência à Compressão			
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%
455	135,4	OK	29,8%

4. Resistência à Flexão eixo X-X			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
4470	0	N.A	0,0%

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y			
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%
2243	229	OK	10,2%

6. Resistência ao esforço cortante eixo X			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
378	1	OK	0,3%

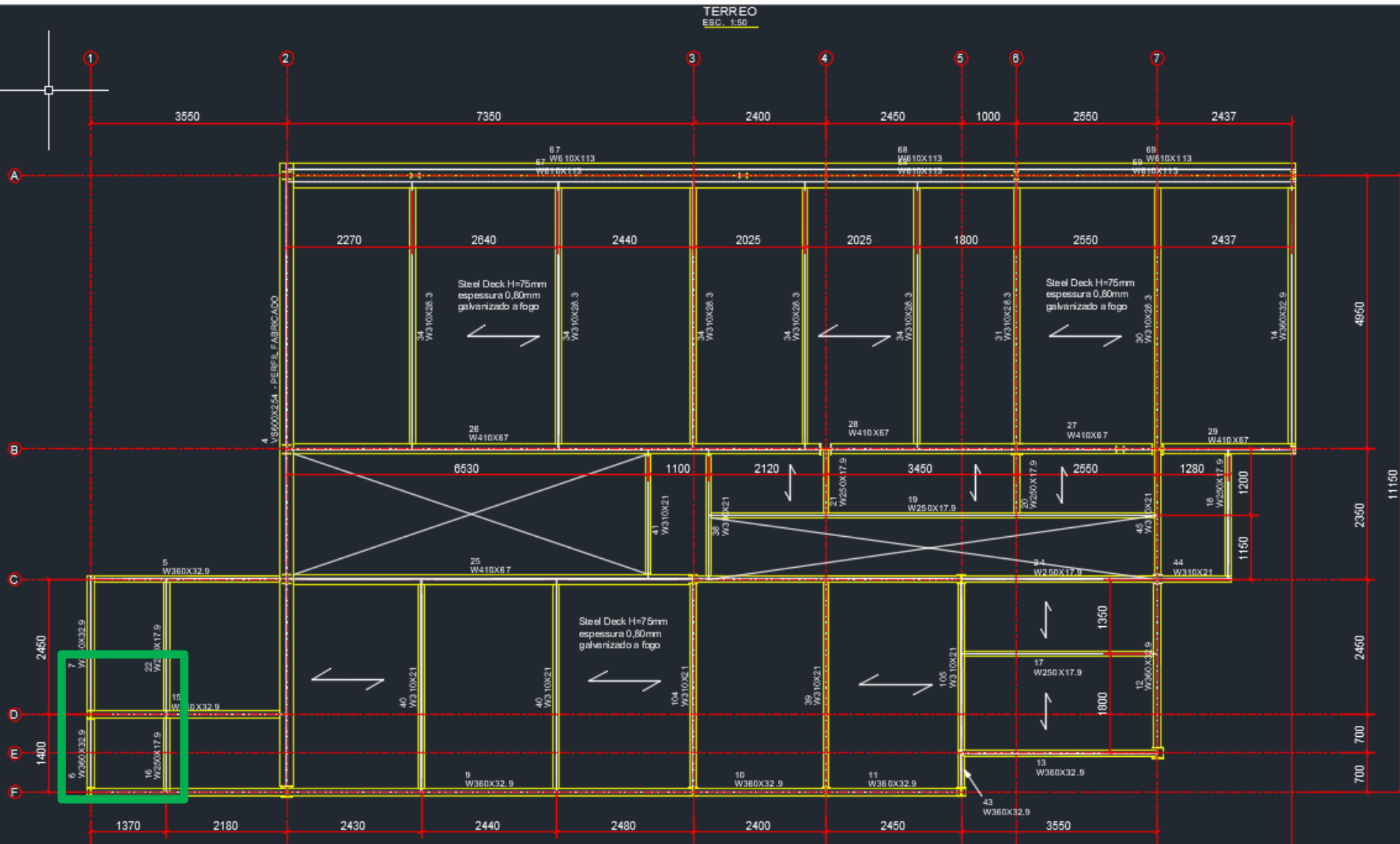
7. Resistência ao esforço cortante eixo Y			
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%
166	0	N.A	0,0%

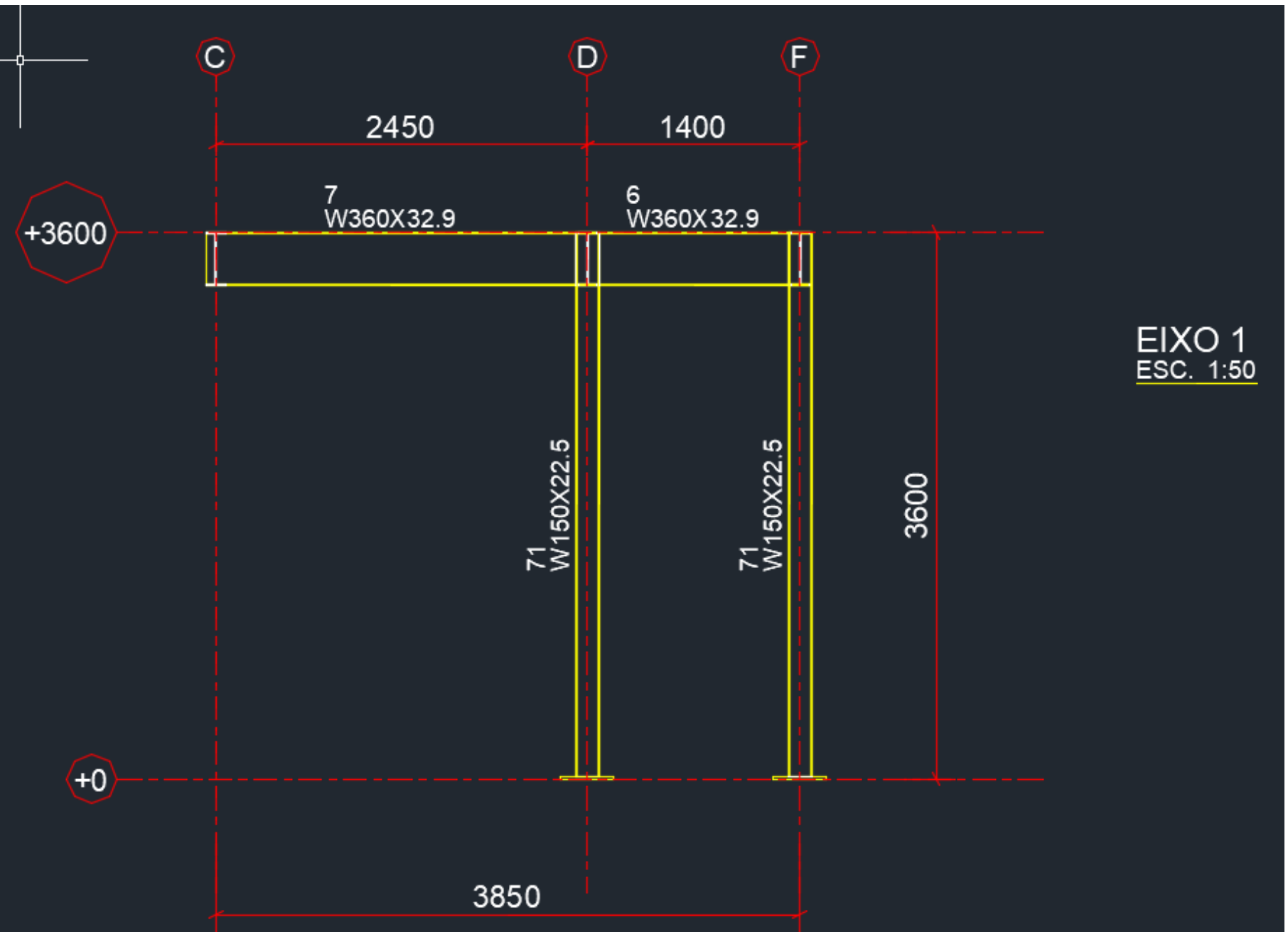
8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,298

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	38,8%

TERREO
ESC. 1:50





Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$\text{Plaje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga distribuída de paredes: } 1,1 \text{ kN/m}^2 \times 0,5\text{m} = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga de Jardim Suspenso: } 3 \text{ kN/m}^2$$

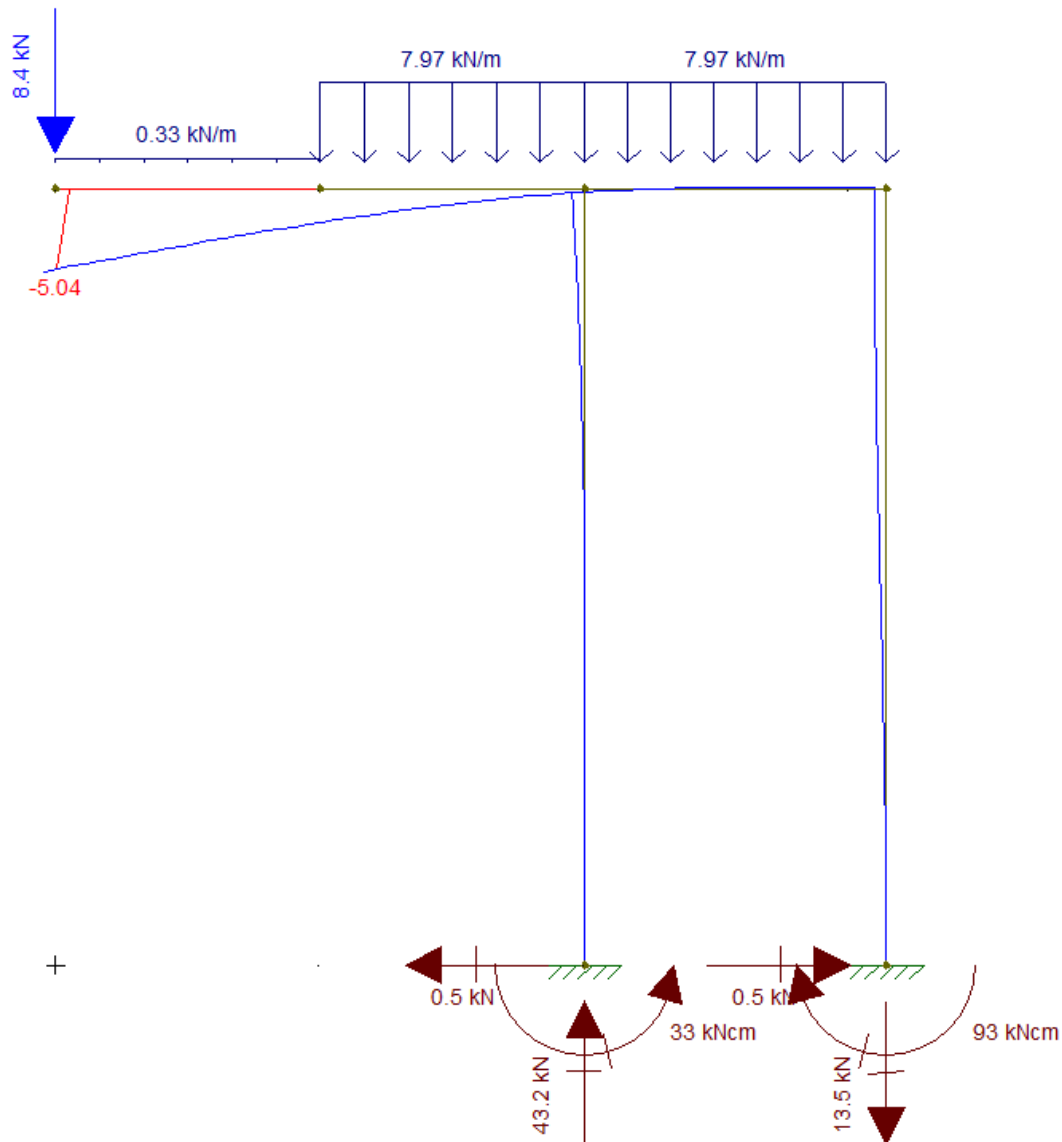
$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Cargas na viga: } (2,27 + 0,21 + 0,11 + 3) \times 1,27 + 0,55 + 0,329 = 7,97 \text{ kN/m}$$

Verificação ELS



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$\text{Plaje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga distribuída de paredes: } 1,1 \text{ kN/m}^2 \times 0,5\text{m} = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga de Jardim Suspenso: } 3 \text{ kN/m}^2$$

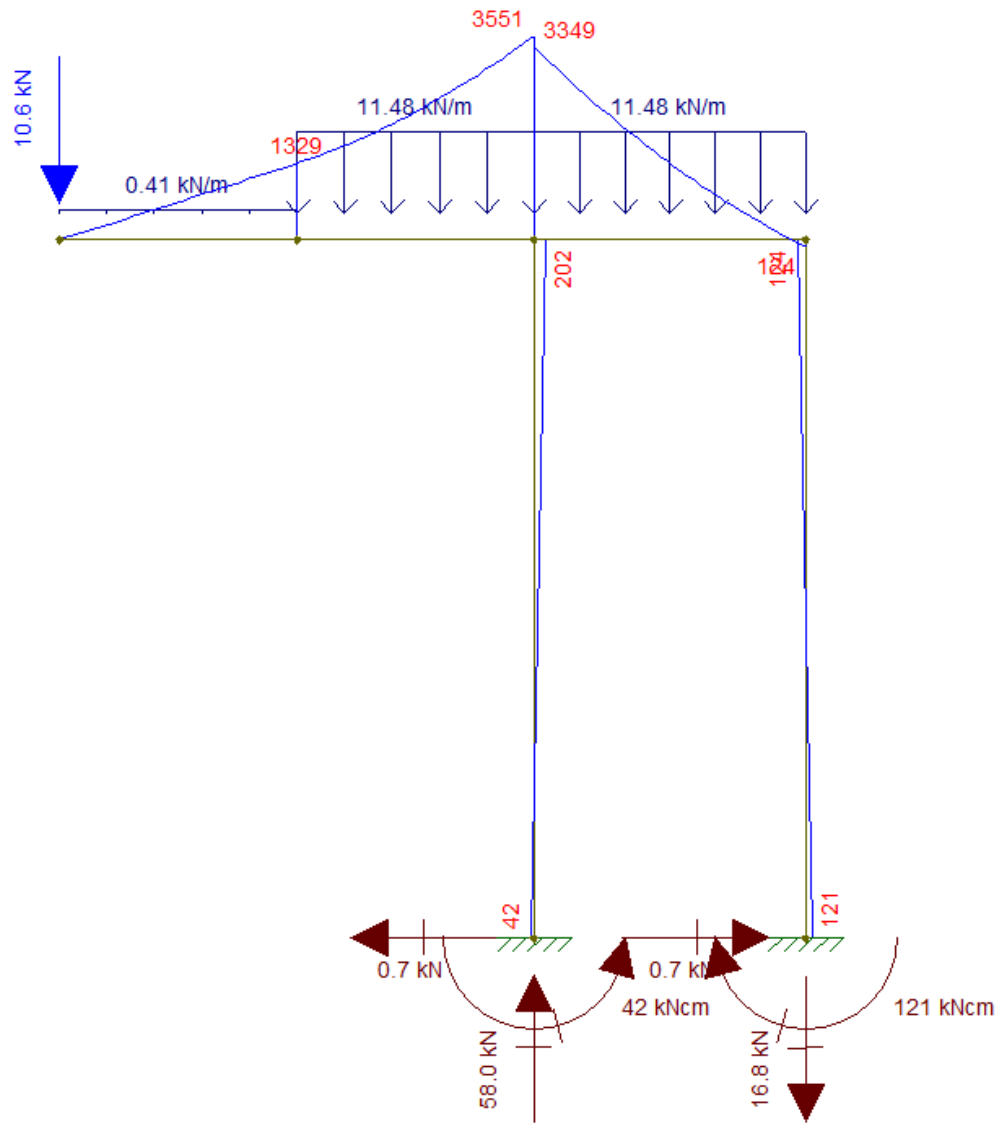
$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

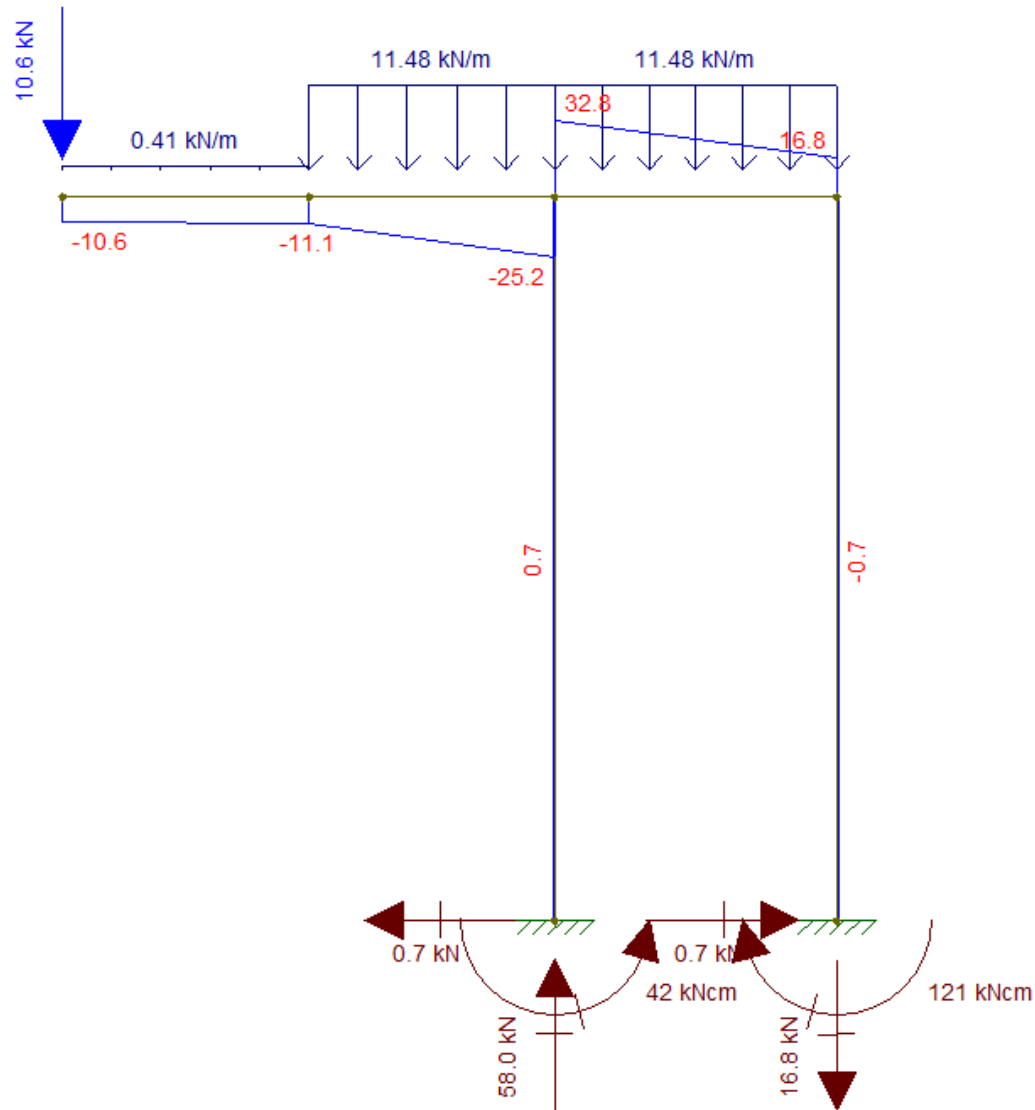
$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Cargas na viga: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,11 + 1,5 \times 3) \times 1,27 + 1,4 \times 0,55 + 1,25 \times 0,329 = 11,48 \text{ kN/m}$$

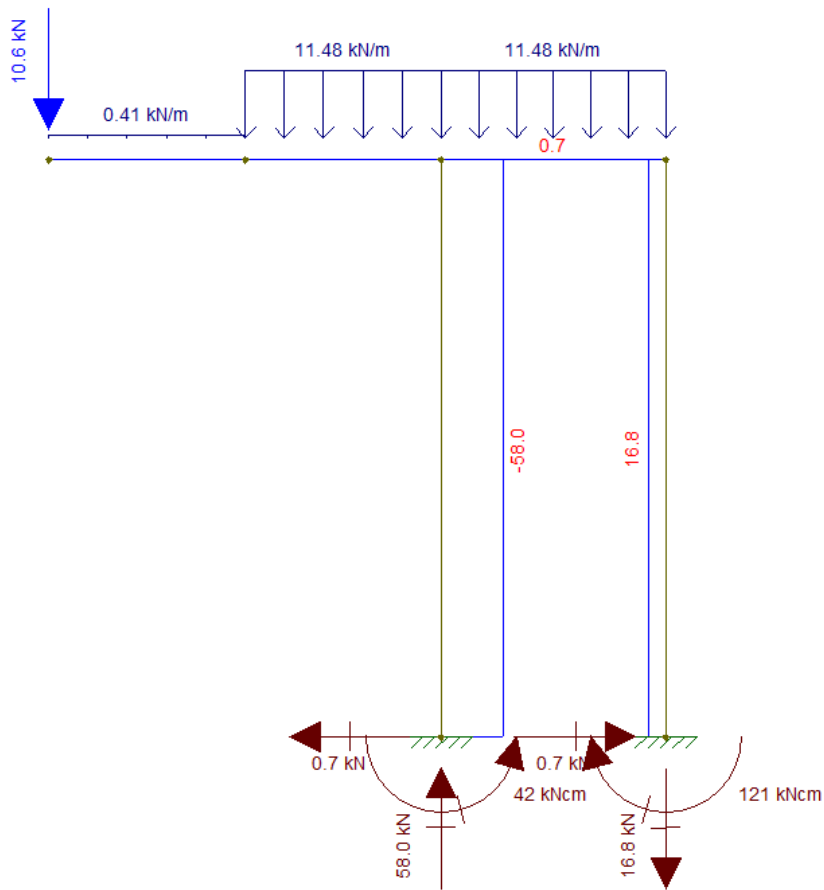
Momento Fletor



Cortantes



Axial



Viga

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	2450		
Ly (mm)	1		
N(kN)	0		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	25,2		
Mx(kN.cm)	3551		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	1		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,87		
Nex(kN)	28172,4	r0(cm)	14,3
Ney(kN)	#####	Nez(kN)	#####
λ0	0,21		
χ	0,981		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	57,24	λalma	57,24
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	16525,50	Mr	1183,98
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	7,47	λmesa	7,47
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	11567,85	Mr	1108,49
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	18892	Mpl(kN.cm)	2484

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	18892	FLA	NA
FLM	18892	FLM	2484
1,5*W*Fy	22535	1,5*W*Fy	2159

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	7,47	λAlma	57,24
λp	26,81	λp	59,96
Aw	21,59	Aw	20,24
Vrdx (kN)	406,28	Vrdy	380,92
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	0,04	B1	0,0617
λp	42,90	Mcr	#####
λr	122,70	Mrd	17174,73
Mr	11567,85	Mpl	18892,20
Compacta			

Resultado: 20,7%

W 360 x 32,9					
d(mm)	349	Wx(cm³)	479	rx(cm)	14,09
b(mm)	127	Wy(cm³)	45,9	ry(cm)	2,63
d(mm)	308	Zx(cm³)	547,6	Área(cm²)	42,1
tw(mm)	5,8	Zy(cm³)	72	ho/tw	53,1
tf(mm)	8,5	Ix(cm⁴)	8358	b/tf	7,5
h(mm)	332	Iy(cm⁴)	291	Peso (kg/m)	32,9

Limite: 36,3 Esbelta
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	0,0%
N.A	17	OK	0,0%	λx
N.A	0	OK	0,0%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1320	0	OK	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1127	0	OK	0,0%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
17175	3551	OK	20,7%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
2159	0	N.A	0,0%	1,1
bef	22,9			
ly	290,6			
wef	34,3			

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
406	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
381	25,2	OK	6,6%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,000

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	20,7%

Pilares

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	3600		
Ly (mm)	3600		
N(kN)	-58		
Vx(kN)	0		
Vy(kN)	0,7		
Mx(kN.cm)	202		
My(kN.cm)	0		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	3600		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	1,00		
Nex(kN)	1918,7	r0(cm)	7,5
Ney(kN)	604,2	Nez(kN)	1228,83
λ0	1,29		
χ	0,500		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	23,93	λalma	23,93
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	5578,65	Mr	1316,09
Compacta		Compacta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	11,52	λmesa	11,52
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	3905,06	Mr	1229,24
Semi-Compacta		Semi-Compacta	

Momento Plástico =Z.Iy X-X		Momento Plástico =Z.Iy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	6196	Mpl(kN.cm)	2688

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	6196	FLA	NA
FLM	5318	FLM	2243
1,5*W*Fy	7607	1,5*W*Fy	2395

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	11,52	λalma	23,93
λp	26,81	λp	59,96
λw	20,06	λw	8,82
Vrdx (kN)	377,57	Vrdy	165,90
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	98,63	B1	0,0401
λp	42,90	Mcr	6473,21
λr	142,75	Mrd	4470,43
Mr	3905,06	Mpl	6196,20
Semi-Compacta			

Resultado:

49,3%

W 150 x 22,5 (H)			
d(mm)	152	Wx(cm³)	161,7
bf(mm)	152	Wy(cm³)	50,9
d(mm)	119	Zx(cm³)	179,6
tw(mm)	5,8	Zy(cm³)	77,9
tf(mm)	6,6	bx(cm⁴)	1229
h(mm)	138,8	ly(cm⁴)	387
		Peso (kg/m)	22,5

Limite: 36,3 Compact:
Limite: 13,7 25,1 Compact:

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	55	OK	27,6%	λx
200	99	OK	49,3%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
455	58	OK	12,8%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
4470	202	OK	4,5%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	Wef	Wpl
2243	0	N.A	0,0%	1,1	386,6	38,1

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
378	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

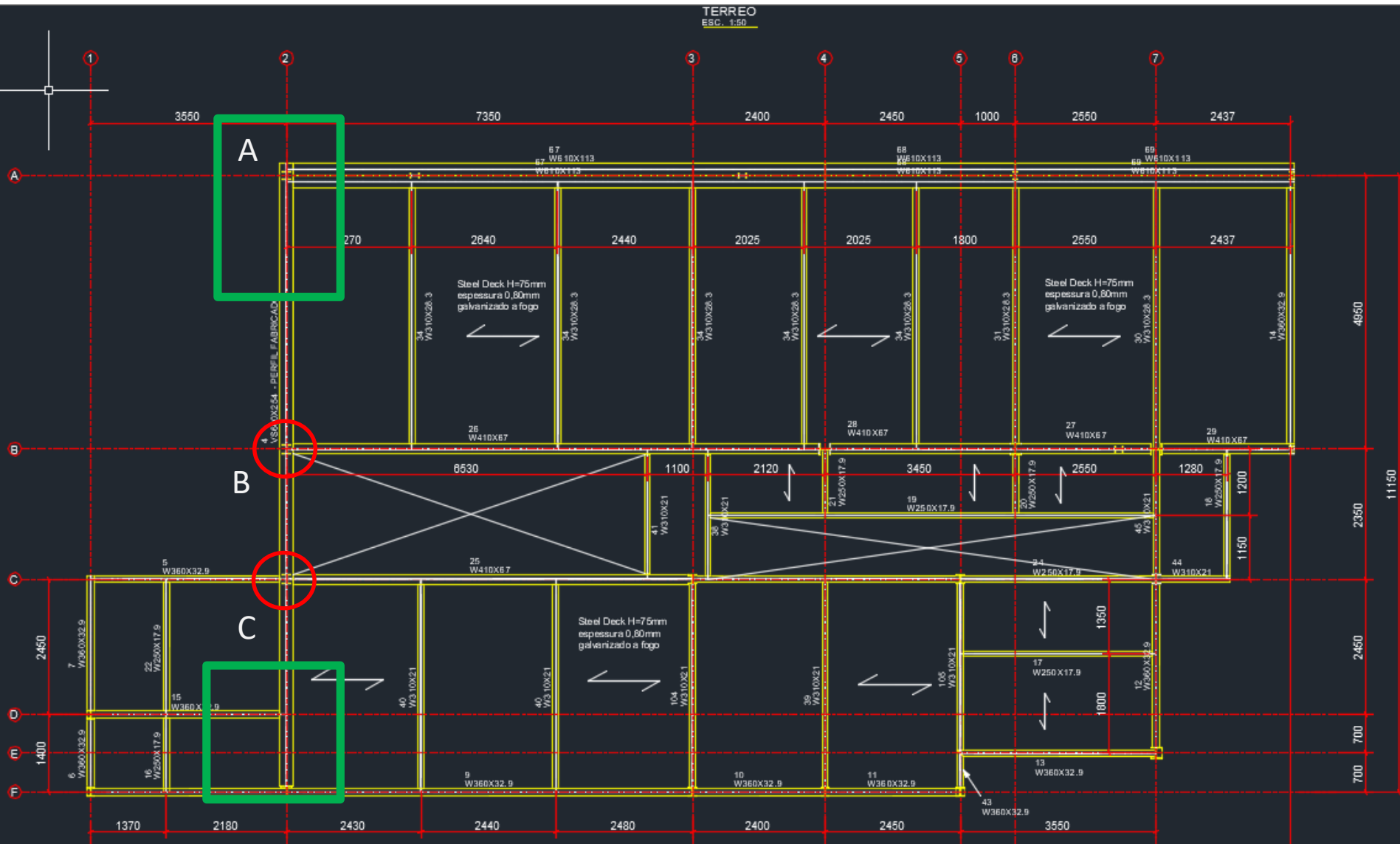
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
166	0,7	OK	0,4%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

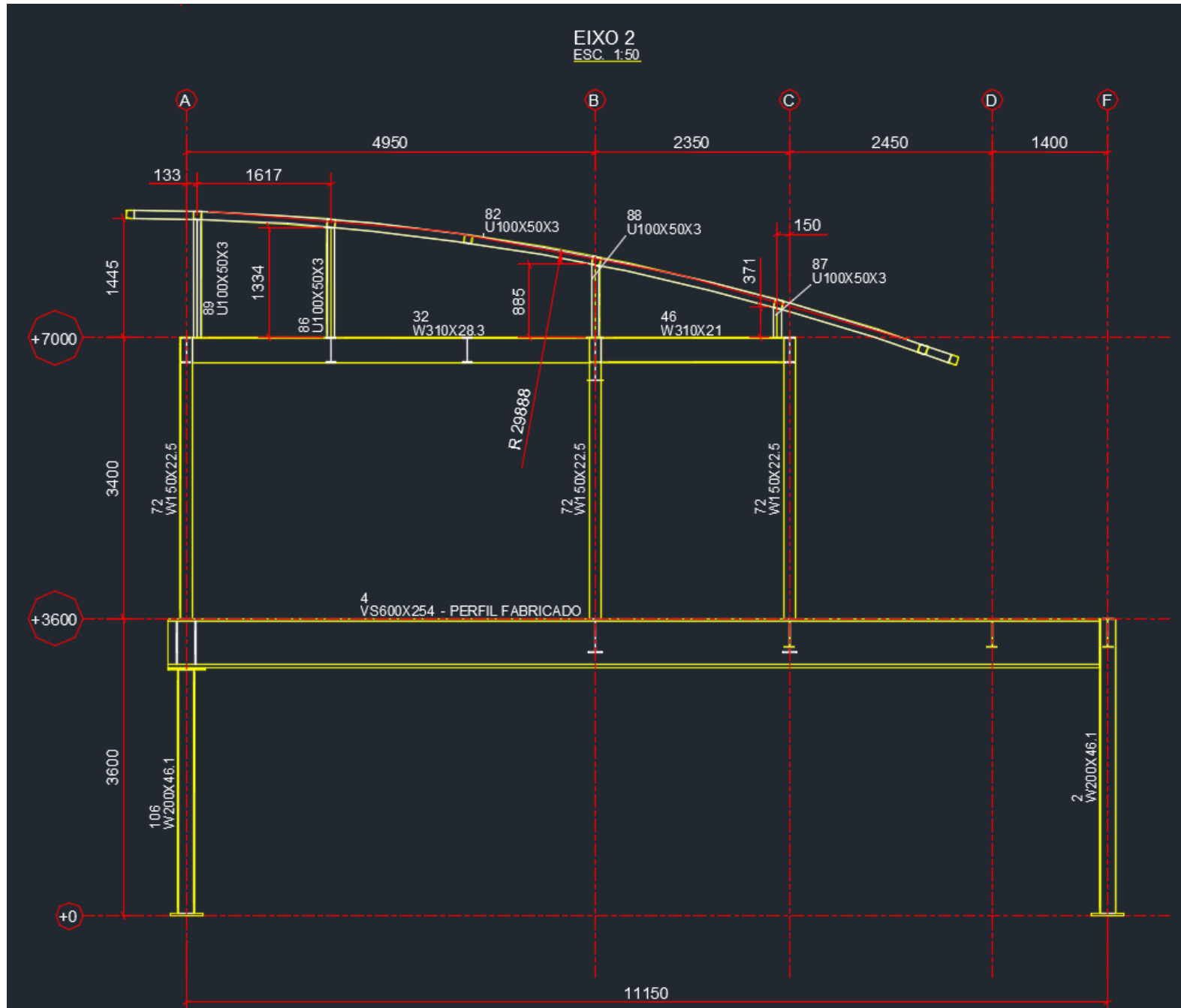
Nsd/Nrd 0,128

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	10,9%

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$\text{Laje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga distribuída de paredes: } 1,1 \text{ kN/m}^2 \times 0,5\text{m} = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga de Jardim Suspenso: } 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

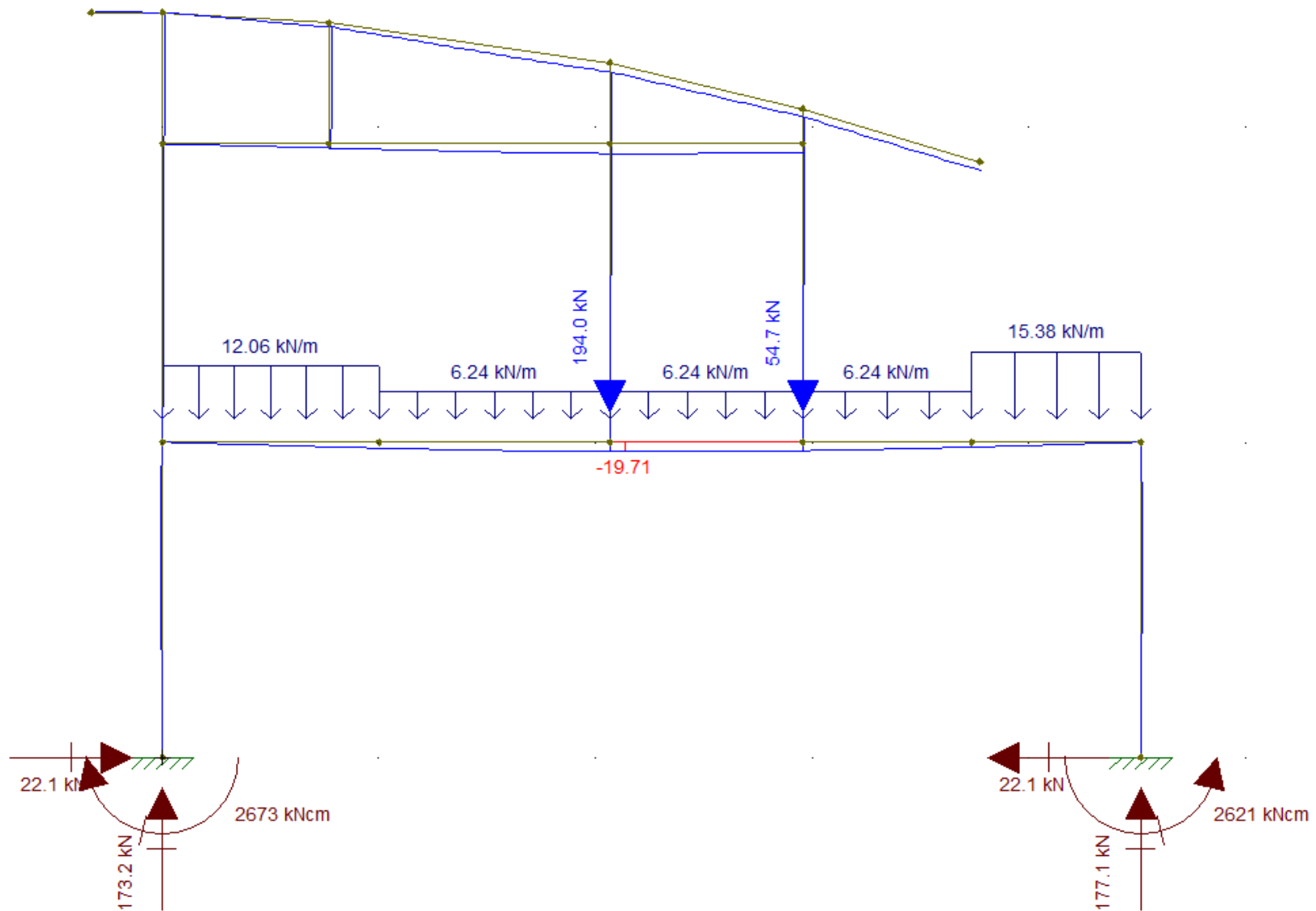
$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{trecho A: } (2,27 + 0,42 + 0,12 + 0,50 + 1,5) \times 1,21 + 2,5 + 1,1 \times 3,4 = 12,06$$

$$\text{trecho B: } (2,27 + 0,21 + 0,12 + 3) \times 2,30 + 2,5 = 15,38$$

Definição das Cargas



Definição das Cargas

Definição das Cargas:

$$\text{Plaje} = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{P.Contrapiso+PISO} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso próprio das vigas do 1º pavimento} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso Próprio das vigas da laje} = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga distribuída de paredes: } 1,1 \text{ kN/m}^2 \times 0,5\text{m} = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecarga Forro: } = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga de Jardim Suspenso: } 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga para residências} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

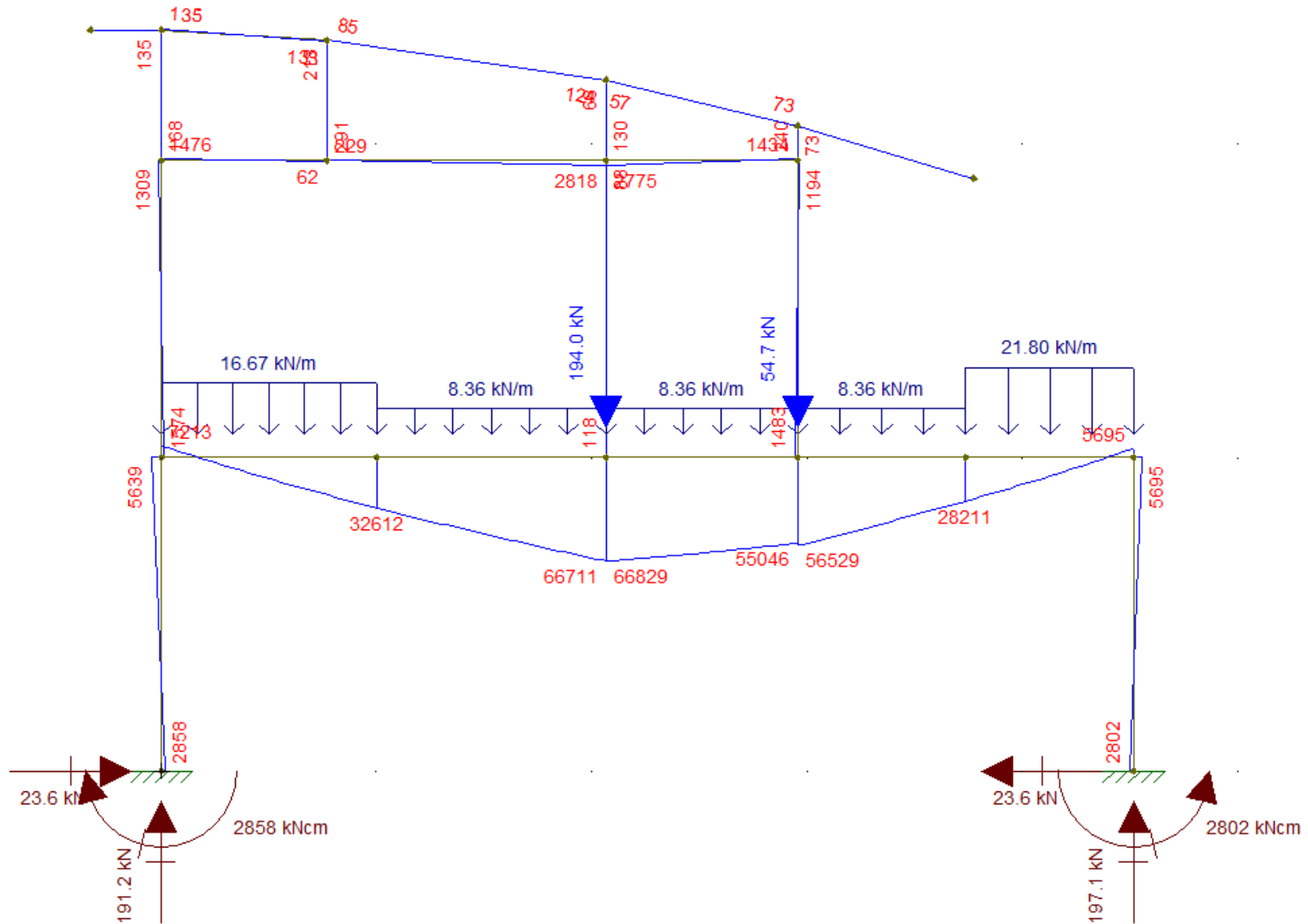
$$\text{Carga de Vidro Laminado 8mm} = 22 \text{ kN/m}^3 \times 0,008 = 0,176 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso estimado de DryWall} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

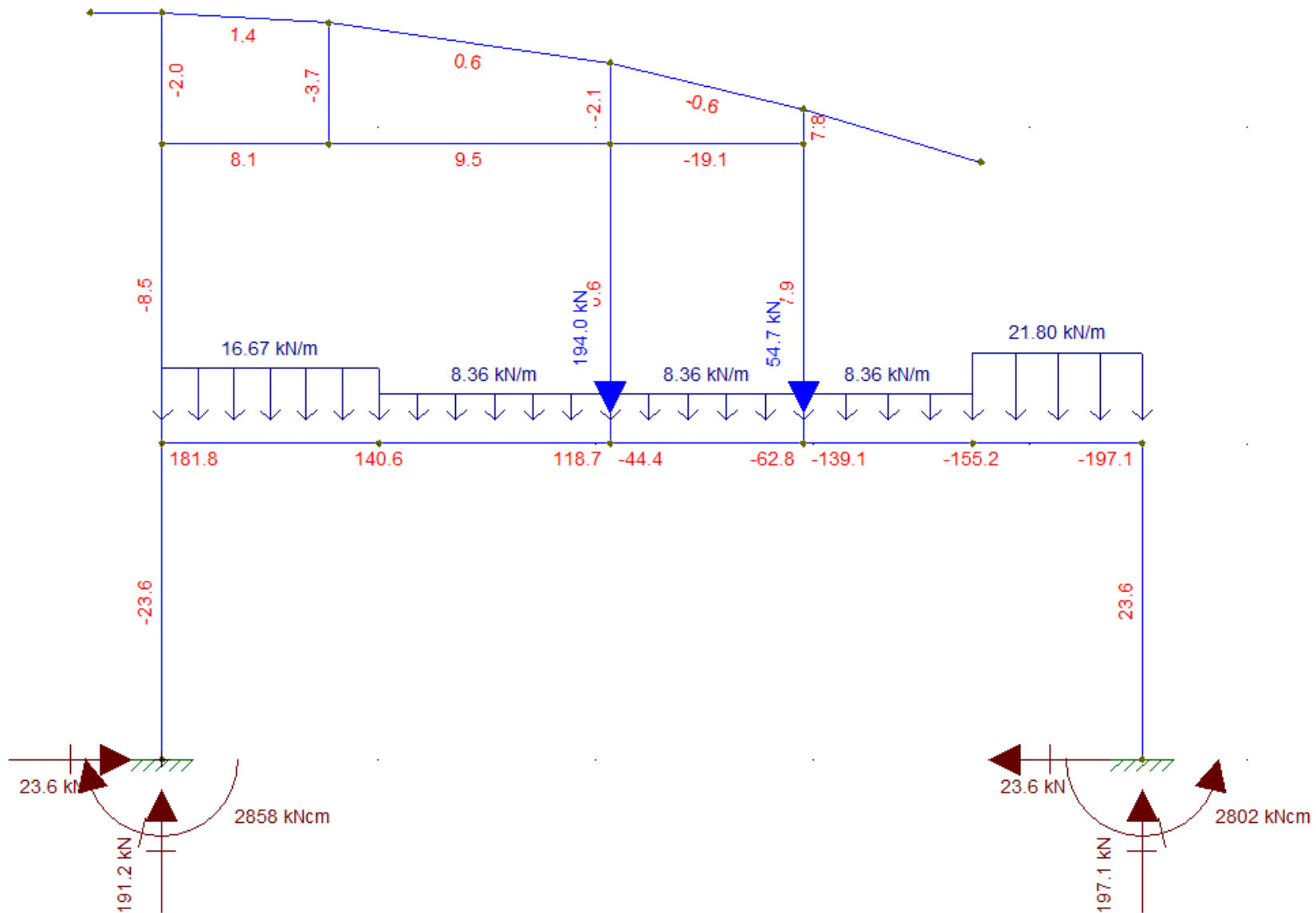
$$\text{trecho A: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,42 + 1,25 \times 0,12 + 1,4 \times 0,50 + 1,5 \times 1,5) \times 1,21 + 1,25 \times 2,5 + 1,4 \times 1,1 \times 3,4 = 16,67$$

$$\text{trecho B: } (1,4 \times 2,27 + 1,4 \times 0,21 + 1,25 \times 0,12 + 1,5 \times 3) \times 2,30 + 1,25 \times 2,5 = 21,80$$

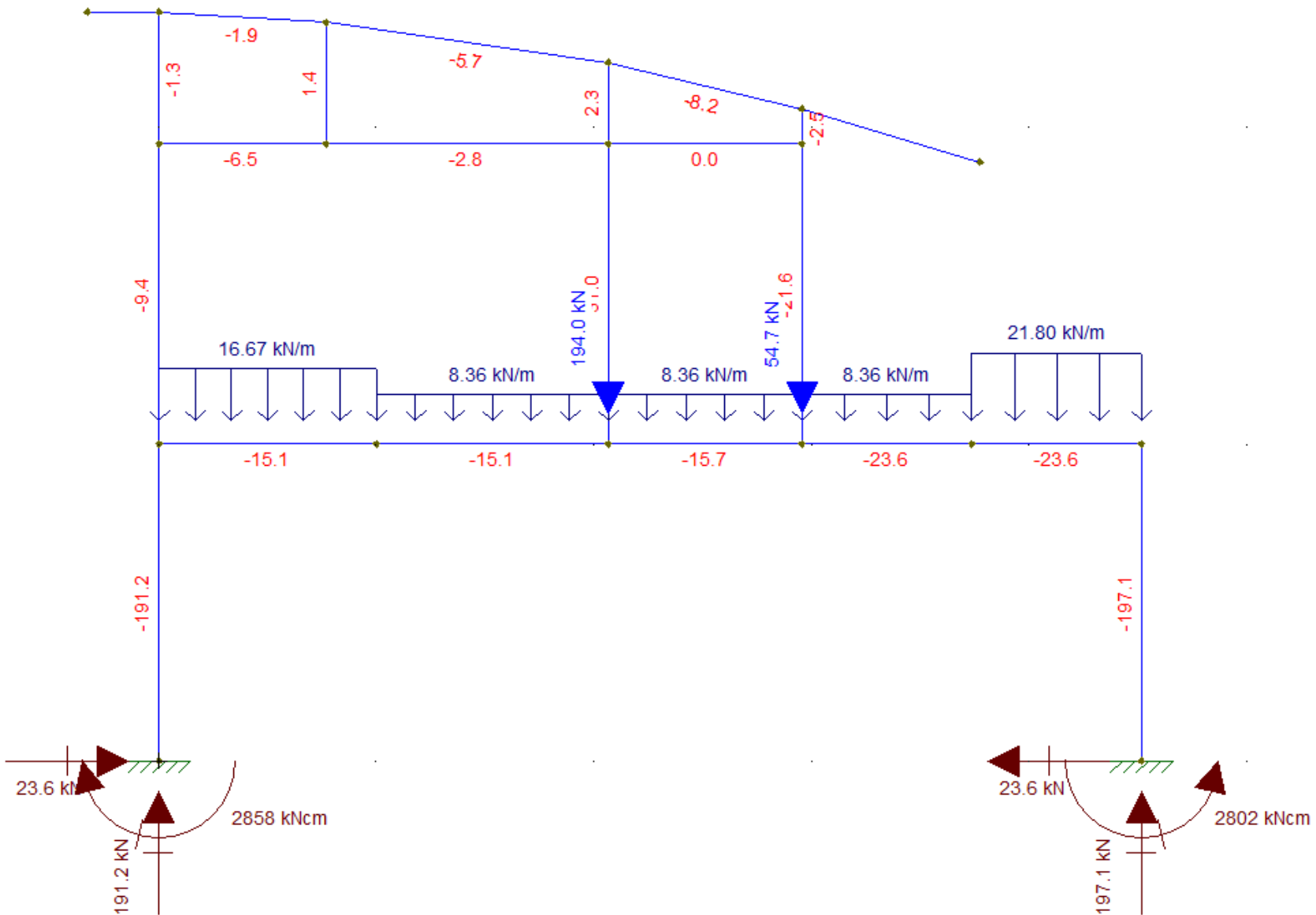
Momentos Fletores



Cortante



Axial



Cálculo da Viga Fabricada

```

Member
Attributes

Length = 2630 mm

Material: ACo
Type: Isotropic
E      = 205000 MPa
Poisson = 0.30
gamma  = 77.0 kN/m³
alpha  = 0.000012 /°C

Section: Viga Fabricada
Type: I shape
Normal orientation
d      = 600.00 mm
b      = 250.00 mm
tw     = 25.00 mm
tf     = 38.00 mm
A      = 321.00 cm²
As     = 150.00 cm²
I      = 180229.08 cm⁴
depth = 600.00 mm
yc     = 300.00 mm

Flexible member:
Axial deformation.
No shear deformation.

Load Case:
Load Case 01

End Moments:
None.

Uniform Load: DIST 2
Dir: Global
Qx = 0.00 kN/m
Qy = -8.36 kN/m

Thermal Load:
None.
    
```

$$Z_x = b_f \cdot t_f \cdot (d - t_f) + \frac{t_w \cdot (d - 2t_f)^2}{4} = 2,5 \cdot 3,8 \cdot (60 - 3,8) + \frac{2,5 \cdot (60 - 2 \cdot 3,8)^2}{4} = 2250 \text{ cm}^4$$

Verificação FLM:

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{25}{2 \cdot 3,8} = 3,29 \quad \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 9,26$$

Verificação FLA:

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{60 - 2 \cdot 3,8}{2,5} = 20,96 \quad \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 107,65$$

Resolve-se a flexão pela Equação A:

$$M_{Rd} = \frac{Z_x \cdot F_y}{1,1} = \frac{2250 \cdot 34,5}{1,1} = 70568,18 \text{ kN.cm (94\%)}$$

IMPORTANTE: O MATERIAL DEVE SER ASTM A572GR50

Cálculo da Viga Fabricada

```

Member
Attributes

Length = 2630 mm

Material: ACo
Type: Isotropic
E      = 205000 MPa
Poisson = 0.30
gamma  = 77.0 kN/m³
alpha  = 0.000012 /°C

Section: Viga Fabricada
Type: I shape
Normal orientation
d      = 600.00 mm
b      = 250.00 mm
tw     = 25.00 mm
tf     = 38.00 mm
A      = 321.00 cm²
As     = 150.00 cm²
I      = 180229.08 cm⁴
depth = 600.00 mm
yc     = 300.00 mm

Flexible member:
Axial deformation.
No shear deformation.

Load Case:
Load Case 01

End Moments:
None.

Uniform Load: DIST 2
Dir: Global
Qx = 0.00 kN/m
Qy = -8.36 kN/m

Thermal Load:
None.

```

verificação da compressão:

Como há contenção lateral contínua, será verificado somente a flambagem Local e flambagem global em torno de X-X

Verificação Qs:

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{25}{2 \cdot 3,8} = 3,29 \quad \lambda_p = 0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0,56 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 13,64$$

Verificação Qa:

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{60 - 2 \cdot 3,8}{2,5} = 20,96 \quad \lambda_p = 1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1,49 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 42,65$$

Cálculo de Ne

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(k_x \cdot L_x)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 20500 \cdot 180229}{(1 \cdot 1115,0)^2} = 29331,1 \text{ kN}$$

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot F_y}{N_e}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 321 \cdot 34,5}{29331,1}} = 0,614$$

IMPORTANTE: O MATERIAL DEVE SER ASTM A572GR50

Cálculo da Viga Fabricada

```

Member
Attributes

Length = 2630 mm

Material: ACo
Type: Isotropic
E      = 205000 MPa
Poisson = 0.30
gamma  = 77.0 kN/m³
alpha  = 0.000012 /°C

Section: Viga Fabricada
Type: I shape
Normal orientation
d      = 600.00 mm
b      = 250.00 mm
tw     = 25.00 mm
tf     = 38.00 mm
A      = 321.00 cm²
As     = 150.00 cm²
I      = 180229.08 cm⁴
depth = 600.00 mm
yc     = 300.00 mm

Flexible member:
Axial deformation.
No shear deformation.

Load Case:
Load Case 01

End Moments:
None.

Uniform Load: DIST 2
Dir: Global
Qx = 0.00 kN/m
Qy = -8.36 kN/m

Thermal Load:
None.
    
```

Verificação da compressão:

$$\chi = 0,658^{\lambda_0^2} = 0,658^{0,614^2} = 0,8540$$

$$N_{Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot F_y}{1,1} = \frac{0,854 \cdot 1 \cdot 321 \cdot 34,5}{1,1} = 8597,83 \text{ kN}$$

Cálculo dos esforços combinados

$$N_{sd}/N_{Rd} = \frac{23,6}{8597,83} = 0,002744$$

$$\frac{N_{sd}}{2N_{Rd}} + \left(\frac{M_{x,sd}}{M_{x,Rd}} \right) = \frac{23,6}{2 \cdot 8597,83} + \frac{66829}{70568} = 0,948$$

IMPORTANTE: O MATERIAL DEVE SER ASTM A572GR50

Cálculo da Viga Fabricada

```

Member
Attributes

Length = 2630 mm

Material: ACo
Type: Isotropic
E      = 205000 MPa
Poisson = 0.30
gamma  = 77.0 kN/m³
alpha  = 0.000012 /°C

Section: Viga Fabricada
Type: I shape
Normal orientation
d      = 600.00 mm
b      = 250.00 mm
tw     = 25.00 mm
tf     = 38.00 mm
A      = 321.00 cm²
As     = 150.00 cm²
I      = 180229.08 cm⁴
depth = 600.00 mm
yc     = 300.00 mm

Flexible member:
Axial deformation.
No shear deformation.

Load Case:
Load Case 01

End Moments:
None.

Uniform Load: DIST 2
Dir: Global
Qx = 0.00 kN/m
Qy = -8.36 kN/m

Thermal Load:
None.
    
```

verificação da Cortante

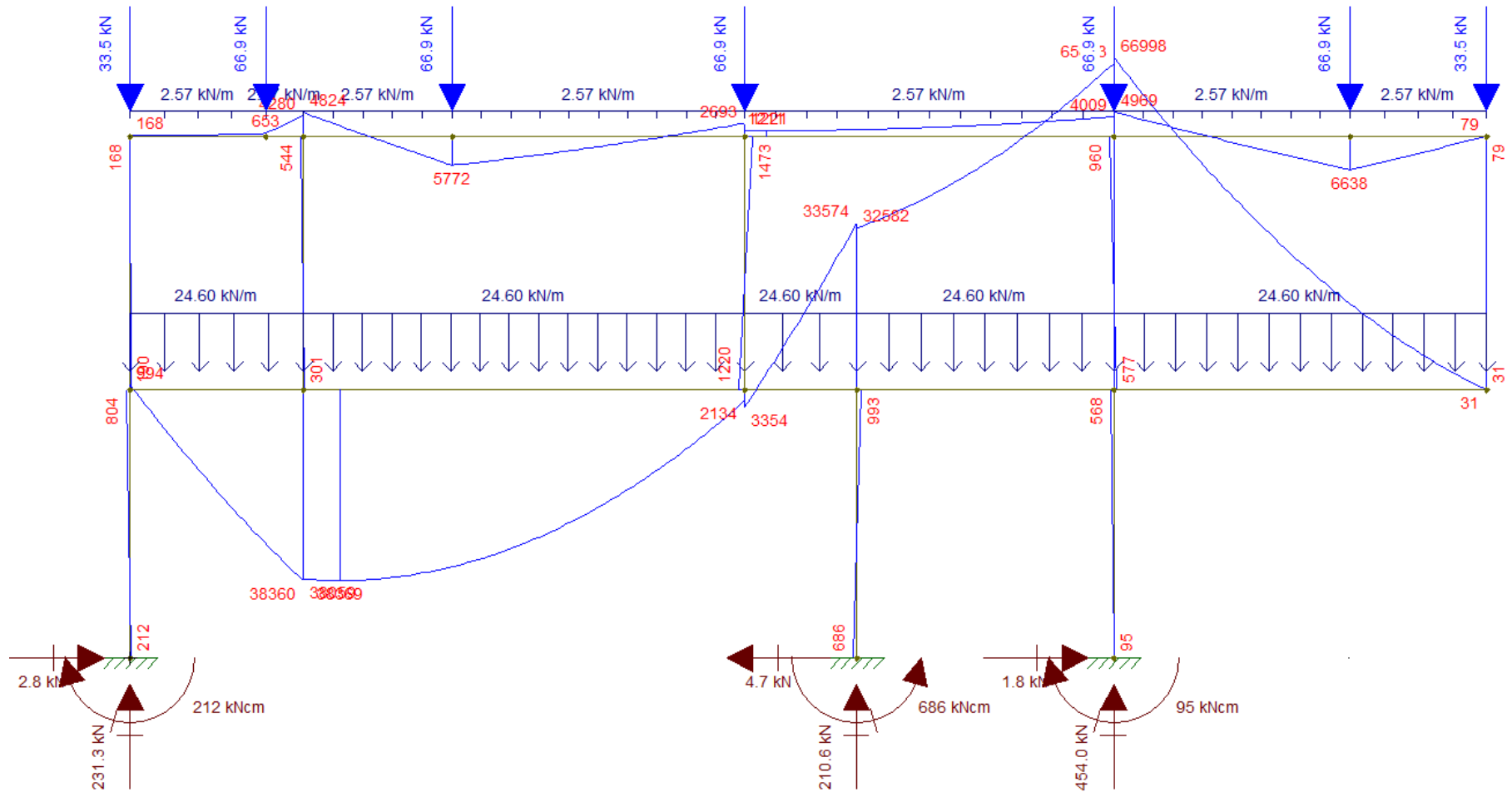
$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{60 - 2.3,8}{2,5} = 20,96$$

$$\lambda_p = 1,10 \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{F_y}} = 1,10 \sqrt{\frac{5 \cdot 20500}{34,5}} = 58,40$$

$$V_{Rd} = 0,60 \cdot A_w \cdot \frac{F_y}{1,1} = 0,60 \cdot 60 \cdot 25 \cdot \frac{34,5}{1,1} = 28227 \text{ kN} > 180 \text{ kN}$$

IMPORTANTE: O MATERIAL DEVE SER ASTM A572GR50

Momentos Fletores EIXO A

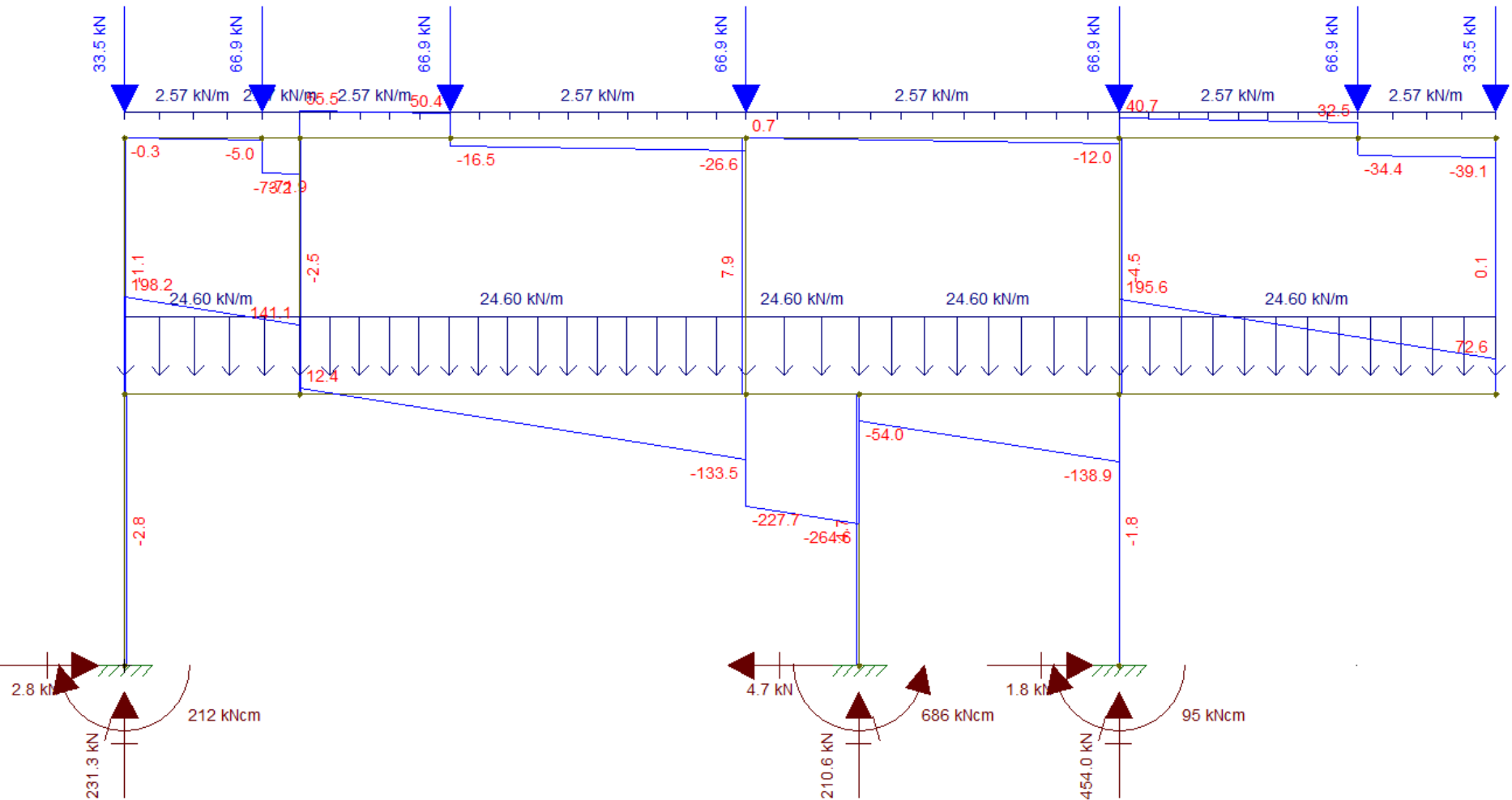


Carga na Viga Superior: $1,4 \times 1,1 \times 1,5 + 1,25 \times 0,21 = 2,57 \text{ kN/m}$

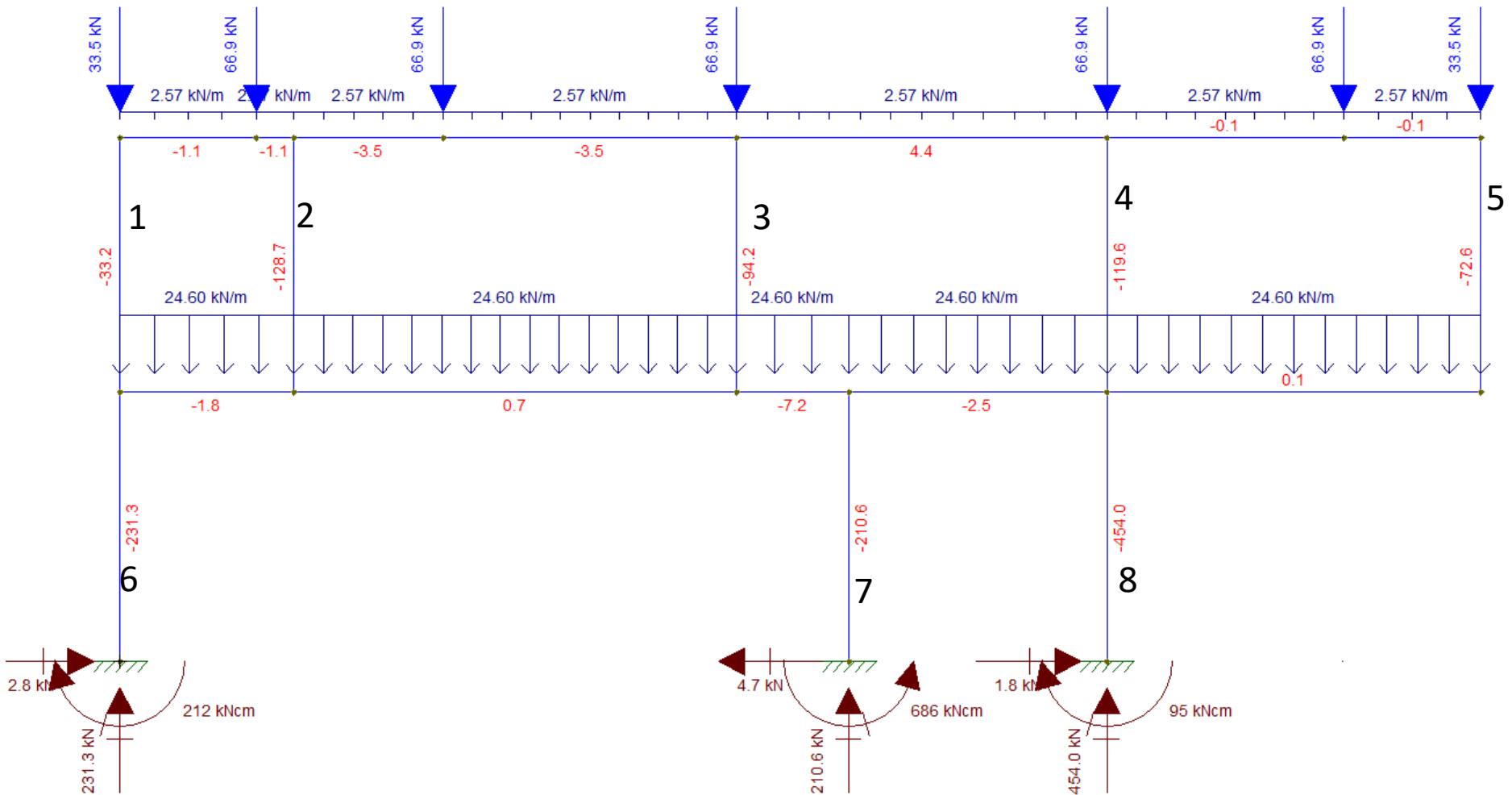
Carga na Viga Inferior: $[1,4 \times (2,27 + 0,42 + 0,11 + 0,5) + (1,5 \times 1,5)] \times 4,95/2 + 1,4 \times 1,1 \times 3,09 + 1,25 \times 1,13 \times 2 = 24,6 \text{ kN/m}$

Cargas pontuais do telhado já definidas anteriormente

Esforço Cortante EIXO A



Esforço AXIAL EIXO A



Pilar 1

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	3400		
Ly (mm)	3400		
N(kN)	-42,6		
Vx(kN)	1,1		
Vy(kN)	8,5		
Mx(kN.cm)	168		
My(kN.cm)	1309		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1
Lb (mm)	3400		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		
Dados para Cálculo de Nrd			
Q	1,00		
Nex(kN)	2151,0	r0(cm)	7,5
Ney(kN)	677,3	Nez(kN)	1298,14
λ0	1,22		
χ	0,539		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	23,93	λalma	23,93
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	5578,65	Mr	1316,09
Compacta		Compacta	
Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	11,52	λmesa	11,52
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	3905,06	Mr	1229,24
Semi-Compacta		Semi-Compacta	
Momento Plástico =Z fy X-X		Momento Plástico =Z fy Y-Y	
Mp(kN.cm)	6196	Mp(kN.cm)	2688
MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	6196	FLA	NA
FLM	5318	FLM	2243
1,5*W*Fy	7607	1,5*W*Fy	2395
Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	11,52	λalma	23,93
λp	26,81	λp	59,96
Aw	20,06	Aw	8,82
Vrdx (kN)	377,57	Vrdy	165,90
kv	1	kv	5
Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	93,15	B1	0,0401
λp	42,90	Mcr	7042,15
λr	142,75	Mrd	4584,73
Mr	3905,06	Mpl	6196,20
Semi-Compacta			

Resultado:

66,4%

W 150 x 22,5 (H)			
d(mm)	152	Wx(cm³)	161,7
bf(mm)	152	Wy(cm³)	50,9
d(mm)	119	Zx(cm³)	179,6
tw(mm)	5,8	Zy(cm³)	77,9
tf(mm)	6,6	Ix(cm⁴)	1229
h(mm)	138,8	Iy(cm⁴)	387
		Peso (kg/m)	22,5

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	52	OK	26,1%	λx
200	93	OK	46,6%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
490	42,6	OK	8,7%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
4585	168	OK	3,7%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	
2243	1309	OK	58,4%	1,1	ly	386,6
					Wef	38,1

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
378	1,1	OK	0,3%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
166	8,5	OK	5,1%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,087

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	66,4%

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3400
Ly (mm)	3400
N(kN)	-128,7
Vx(kN)	2,5
Vy(kN)	0
Mx(kN.cm)	1473
My(kN.cm)	543
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	3400
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	1,00		
Nex(kN)	2151,0	r0(cm)	7,5
Ney(kN)	677,3	Nez(kN)	1298,14
λ0	1,22		
χ	0,539		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	23,93	λalma	23,93
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	5578,65	Mr	1316,09
Compacta		Compacta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λmesa	11,52	λmesa	11,52
λp	9,26	λp	9,26
λr	24,18	λr	24,18
Mr	3905,06	Mr	1229,24
Semi-Compacta		Semi-Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	6196	Mpl(kN.cm)	2688

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	6196	FLA	NA
FLM	5318	FLM	2243
1,5*W*Fy	7607	1,5*W*Fy	2395

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λmesa	11,52	λalma	23,93
λp	26,81	λp	59,96
Aw	20,06	Aw	8,82
Vrdx (kN)	377,57	Vrdy	165,90
kv	1	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ(lb)	93,15	B1	0,0401
λp	42,90	Mcr	7042,15
λr	142,75	Mrd	4584,73
Mr	3905,06	Mpl	6196,20
Semi-Compacta			

Resultado: 79,9%

W 150 x 22,5 (H)					
d(mm)	152	Wx(cm³)	161,7	rx(cm)	6,51
bf(mm)	152	Wy(cm³)	50,9	ry(cm)	3,65
d'(mm)	119	Zx(cm³)	179,6	Área(cm²)	29
tw(mm)	5,8	Zy(cm³)	77,9	ho/tw	20,5
tf(mm)	6,6	Ix(cm⁴)	1229	b/tf	11,5
h(mm)	138,8	Iy(cm⁴)	387	Peso (kg/m)	22,5

1. Verificação da Esbeltez do perfil				
Limite	Real	Status	%	
200	52	OK	26,1%	λx
200	93	OK	46,6%	λy

2. Resistência à tração				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão				
Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
490	128,7	OK	26,3%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
4585	1473	OK	32,1%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y				
Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
2243	543	OK	24,2%	1,1

6. Resistência ao esforço cortante eixo X				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
378	2,5	OK	0,7%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y				
Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
166	0	N.A	0,0%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,263

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	79,9%

Pilares 2, 3, 4 e 5

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas Metálicas

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3600
Ly (mm)	3600
N(kN)	-422,5
Vx(kN)	0
Vy(kN)	23,6
Mx(kN.cm)	5639
My(kN.cm)	804
kx	0,7
ky	0,7
d (mm)	0
Lb (mm)	3600
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	1,00		
Nex(kN)	14474,2	r0(cm)	10,2
Ney(kN)	4890,6	Nez(kN)	3757,42
λ_0	0,73		
χ	0,798		

Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λ_{alma}	25,14	λ_{alma}	25,14
λ_p	91,65	λ_p	27,30
λ_r	138,94	λ_r	34,13
Mr	15442,20	Mr	3911,39
Compacta		Compacta	

Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	
λ_{mesa}	9,23	λ_{mesa}	9,23
λ_p	9,26	λ_p	9,26
λ_r	24,18	λ_r	24,18
Mr	10809,54	Mr	3651,48
Compacta		Compacta	

Momento Plástico =Z.fy X-X		Momento Plástico =Z.fy Y-Y	
Mp(kN.cm)	17088	Mp(kN.cm)	7918

MRd X-X		MRd Y-Y	
FLA	17088	FLA	NA
FLM	17088	FLM	7918
1,5*W*Fy	21058	1,5*W*Fy	7113

Esforço Cortante X		Esforço Cortante Y	
λ_{mesa}	9,23	λ_{alma}	25,14
λ_p	22,43	λ_p	59,96
Aw	44,66	Aw	14,62
Vrdx (kN)	840,42	Vrdy	275,05
kv	0,7	kv	5

Esbeltez Limite FLT X-X		Estado Limite FLT	
λ_{lb}	70,31	B1	0,0240
λ_p	42,90	Mcr	51336,56
λ_r	150,26	Mrd	23508,99
Mr	10809,54	Mpl	17087,85
Semi-Compacta			

Resultado:

71,8%

W 200 x 46,1 (H)					
d(mm)	203	W _x (cm ³)	447,6	r _x (cm)	8,81
b _f (mm)	203	W _y (cm ³)	151,2	r _y (cm)	5,12
d'(mm)	161	Z _x (cm ³)	495,3	Area(cm ²)	58,6
tw(mm)	7,2	Z _y (cm ³)	229,5	ho/tw	22,4
tf(mm)	11	i _x (cm ⁴)	4543	b/tf	9,2
h(mm)	181	i _y (cm ⁴)	1535	Peso (kg/m)	46,1

Limite: 36,3 Compact
Limite: 13,7 25,1 Compact

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	29	OK	14,3%	λ_x
200	49	OK	24,6%	λ_y

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
N.A	0	N.A	0,0%	1,1

3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1467	422,5	OK	28,8%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
17088	5639	OK	33,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	21,2
7113	804	OK	11,3%	1,1	ly	1534,3
					Wef	113,4

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
840	0	N.A	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
275	23,6	OK	8,6%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,288

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx.My	100%	OK	71,8%



Fixação do Steel Deck – STUD BOLTS

