

# Projeto de Mezaninos e Escadas

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas*

# ***Tipos usuais de piso para mezaninos***

## ***Painel Wall***



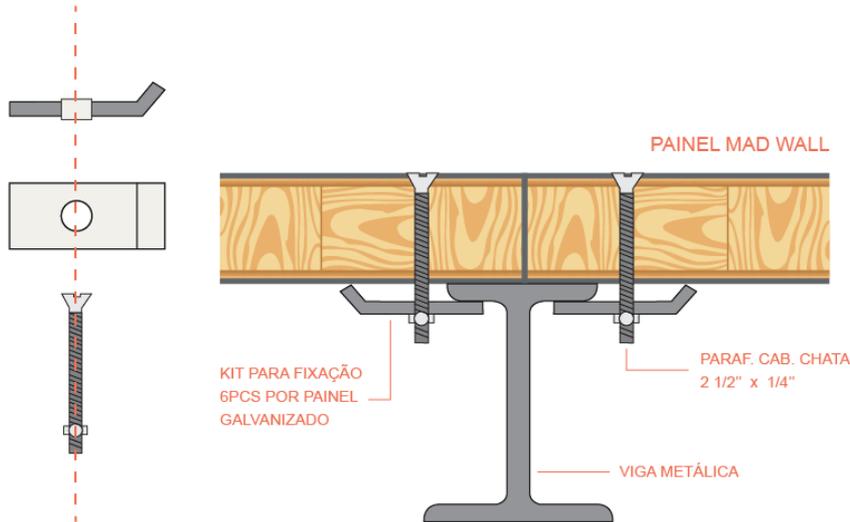
***Medida mais comuns: 1200X2500X40mm***

***Sobrecarga para 300kgf/m<sup>2</sup> e 500kgf/m<sup>2</sup>***

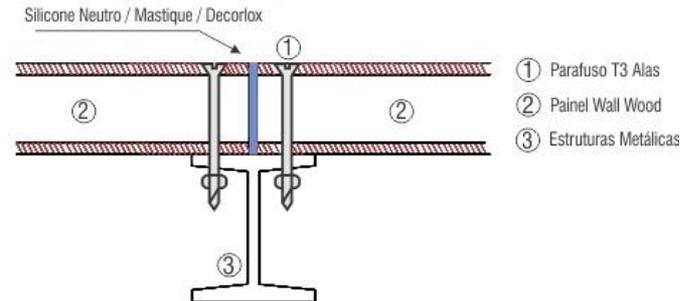
# Tipos usuais de piso para mezaninos

## Painel Wall - Fixação

(KIT DE FIXAÇÃO)

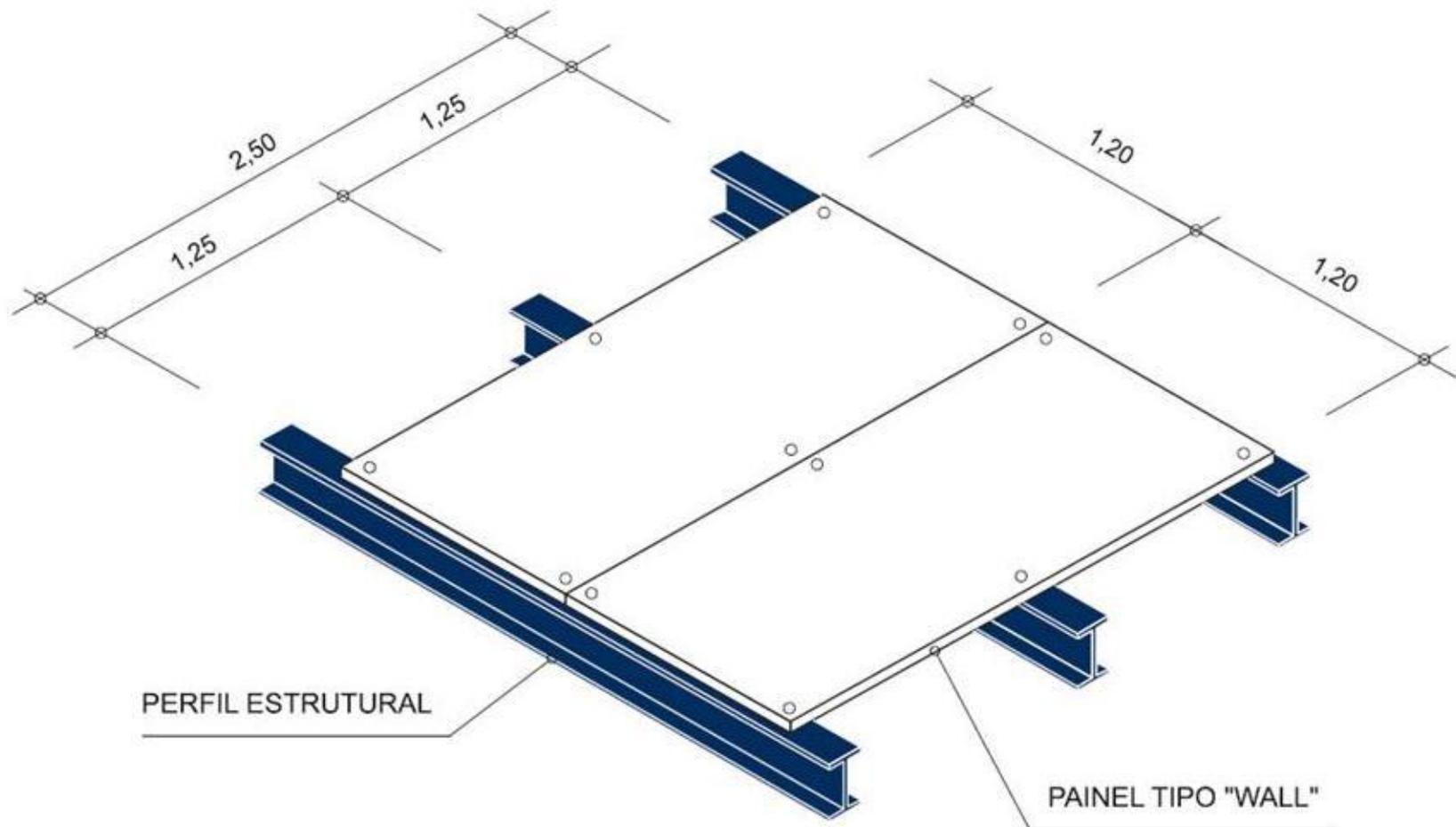


Amostra de Fixação em Perfil Tipo "I"



# Tipos usuais de piso para mezaninos

## Painel Wall - Modulações



# ***Tipos usuais de piso para mezaninos***

## ***Chapa xadrez***

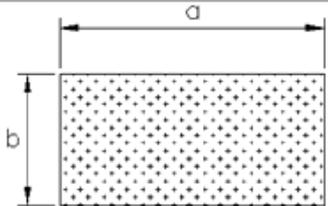


## CHAPA XADREZ

Carga admissível em Kg/m<sup>2</sup> para chapas de piso simplesmente apoiadas nas quatro bordas

$$\frac{A}{L} = \frac{1}{200}$$

Tensão:  $\leq 1400 \text{ Kg/cm}^2$



Obs: Subtrair peso próprio da carga admissível dada na tabela

Exemplo: CH 1/4" com vão 1000 x 1000  
 $608 - 58 = 550$   
 - Sobrecarga Máxima = 550 Kg/m<sup>2</sup>

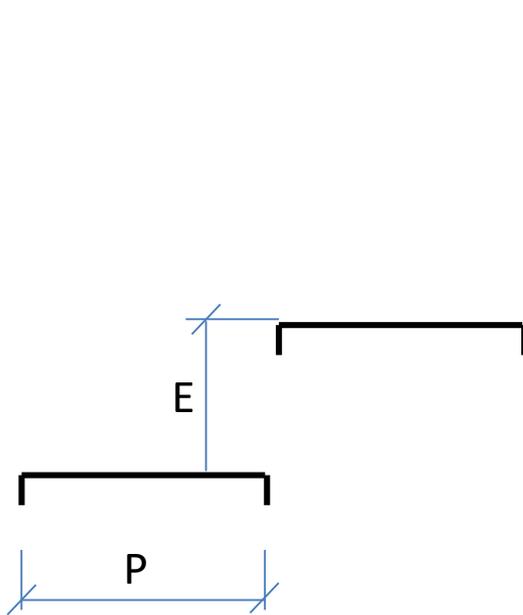
t= 3/16" (42 Kg/m <sup>2</sup> )									
	a / b								
b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5
400	3973	2864	2292	1948	1735	1590	1322	1260	1245
600	1182	853	682	580	517	473	393	375	370
800	499	360	288	244	218	200	166	158	156
1000	255	184	147	126	112	101			
1200	148	107							
1400	93								

t= 1/4" (58,33 Kg/m <sup>2</sup> )									
	a / b								
b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5
400	9460	6820	5456	4637	4130	3785	3147	3000	2965
600	2814	2030	1623	1380	1230	1126	936	893	882
800	1187	856	685	582	518	475	395	377	372
1000	608	438	350	300	266	240	200		
1200	352	254	203	173	154				
1400	222	160	128						
1600	150	107							

t= 5/16" (67,43 Kg/m <sup>2</sup> )									
	a / b								
b	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3	4	5
400	18497	13332	10665	9065	8075	7400	6150	5665	5796
600	5480	3950	3160	2686	2395	2194	1825	1740	1720
800	2315	1670	1335	1134	1010	926	770	734	726
1000	1185	854	683	580	518	474	394	376	370
1200	686	495	396	336	300	275	228	218	215
1400	432	312	250	212	190	173	144	137	136
1600	290	208	167	142	126				

# Projetos de escadas

Regra de Blondel:



$$2E + P \sim 64 \text{ a } 66 \text{ cm}$$

*Pisadas padrão (em geral):*

265mm, 280mm, 300mm

# Projetos de escadas

Exemplo: Em um desnível de 3m, qual o espelho e a pisada ideais?

Se travarmos a pisada em 28cm, por exemplo teremos:

$$2E + P \sim 66cm$$

$$N = \frac{300}{19} = 15,78 \text{ espelhos} \sim 16 \text{ espelhos}$$

$$2 \cdot E + 28 = 66cm$$

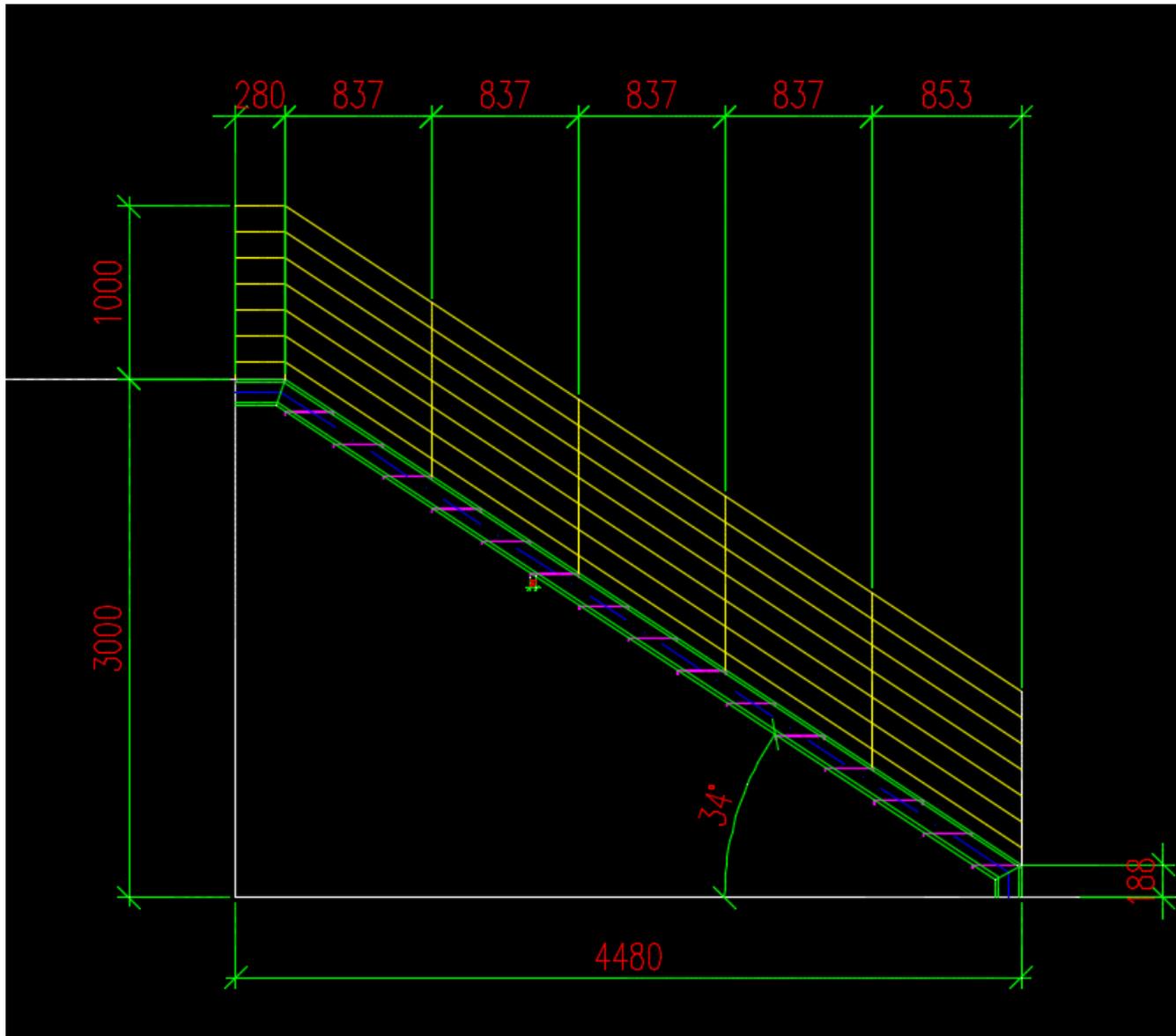
$$E = \frac{300}{16} = 18,75 \text{ cm cada espelho}$$

$$E = \frac{66 - 28}{2}$$

$$2 \cdot 18,75 + 28 = 65,5 \text{ OK}$$

$$E = \frac{66 - 28}{2} = 19cm$$

# Projetos de escadas

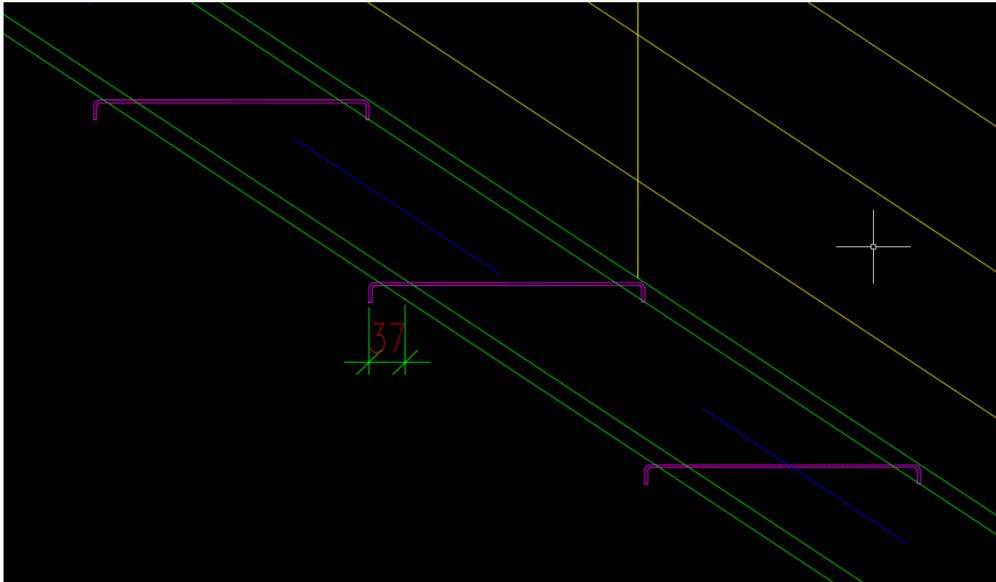


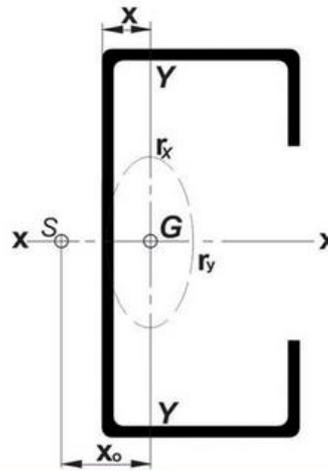
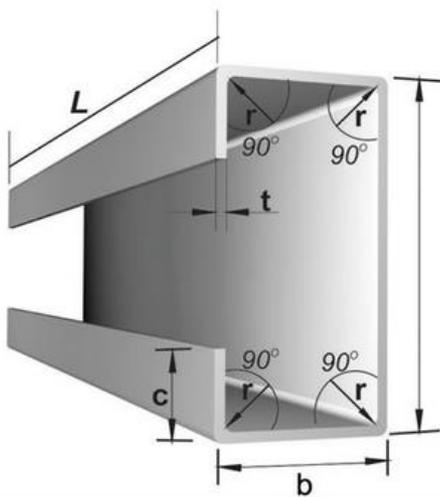
# Cálculo da longarina

Escadas devem suportar, além do peso próprio, a sobrecarga de 300kgf/m<sup>2</sup> (NBR6120)

Não há determinação específica para flechas, porém manteremos a limitação de L/350

Determina-se a altura da longarina (Viga da escada depois de desenhar os degraus para que não fique desproporcional)





## PERFIL U ENRIJECIDO

DIMENSÕES				A	M	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	X	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>	X <sub>0</sub>
a	b	c	t = r	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>	cm
mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>	cm
300	85	25	3.75	18.70	14.68	2420.9	161.4	11.38	2.21	163.8	26.1	2.96	0.876	29196.7	-5.54
			3.35	16.78	13.17	2182.7	145.5	11.41	2.21	149.1	23.7	2.98	0.628	26605.5	-5.57
			3.00	15.09	11.84	1970.4	131.4	11.43	2.21	135.7	21.6	3.00	0.453	24241.4	-5.60
			2.65	13.38	10.50	1754.5	117.0	11.45	2.21	121.8	19.4	3.02	0.313	21785.1	-5.63
			2.25	11.41	8.96	1503.2	100.2	11.48	2.21	105.3	16.7	3.04	0.193	18862.6	-5.67
			2.00	10.17	7.98	1343.8	89.6	11.49	2.21	94.7	15.1	3.05	0.136	16972.4	-5.69
250	85	25	3.75	16.82	13.20	1570.4	125.6	9.66	2.44	155.2	25.6	3.04	0.788	19549.4	-5.99
			3.35	15.10	11.86	1417.2	113.4	9.69	2.44	141.3	23.3	3.06	0.565	17833.2	-6.02
			3.00	13.59	10.66	1280.4	102.4	9.71	2.44	128.6	21.2	3.08	0.408	16263.6	-6.05
			2.65	12.05	9.46	1141.0	91.3	9.73	2.44	115.5	19.1	3.09	0.282	14629.0	-6.08
			2.25	10.29	8.07	978.4	78.3	9.75	2.44	99.8	16.5	3.12	0.174	12679.7	-6.12
			2.00	9.17	7.20	875.1	70.0	9.77	2.44	89.8	14.8	3.13	0.122	11416.4	-6.14
200	75	25	3.75	14.20	11.14	858.0	85.8	7.77	2.34	106.6	20.6	2.74	0.665	9015.7	-5.65
			3.35	12.76	10.02	775.8	77.6	7.80	2.34	97.2	18.8	2.76	0.477	8251.1	-5.68
			3.00	11.49	9.02	702.0	70.2	7.82	2.34	88.6	17.2	2.78	0.345	7546.2	-5.72
			2.65	10.20	8.01	626.6	62.7	7.84	2.34	79.7	15.4	2.80	0.239	6806.8	-5.75
200	75	20	2.25	8.49	6.66	524.8	52.5	7.86	2.21	63.2	11.9	2.73	0.143	5081.3	-5.45
			2.00	7.57	5.94	470.0	47.0	7.88	2.21	56.9	10.7	2.74	0.101	4586.0	-5.47
150	60	20	3.75	10.82	8.49	366.4	48.9	5.82	1.93	50.8	12.5	2.17	0.507	2436.0	-4.56
			3.35	9.74	7.65	333.5	44.3	5.84	1.93	46.6	11.6	2.18	0.364	2245.0	-4.60
			3.00	8.79	6.90	301.9	40.3	5.86	1.93	42.7	10.5	2.21	0.264	2066.0	-4.63
			2.65	7.81	6.13	270.3	36.0	5.88	1.93	38.6	9.5	2.22	0.183	1874.8	-4.66
			2.25	6.69	5.25	233.1	31.1	5.90	1.93	33.6	8.3	2.24	0.113	1641.3	-4.70
			2.00	5.97	4.69	209.2	27.9	5.92	1.93	30.4	7.5	2.26	0.080	1487.0	-4.72
127	50	17	3.35	8.10	6.36	195.1	30.7	4.91	1.60	26.2	7.7	1.80	0.303	899.4	-3.78
			3.00	7.32	5.74	177.6	28.0	4.93	1.60	24.1	7.1	1.82	0.219	832.2	-3.81
			2.65	6.51	5.11	159.5	25.1	4.95	1.60	21.9	6.4	1.83	0.153	759.4	-3.85
			2.25	5.58	4.38	137.9	21.7	4.97	1.61	19.2	5.6	1.85	0.094	668.9	-3.88
			2.00	4.99	3.92	124.0	19.5	4.98	1.61	17.4	5.1	1.87	0.067	608.3	-3.90
			1.50	3.79	2.97	95.1	15.0	5.01	1.61	13.5	4.0	1.89	0.028	477.4	-3.95

Como não há U enrijecido no ftool, devemos criar um perfil genérico inserindo informações básicas

### Section Properties

UDC150X60X20X3,00 ▾

### Integral Properties

A:	8.79	cm <sup>2</sup>
As:	8.79	cm <sup>2</sup>
I:	301.90	cm <sup>4</sup>
d:	150.00	mm
ȳ:	75.00	mm

# Cálculo da longarina (largura 1000mm)

Corrimãos: 20kg/m

Longarina: 8kg/m

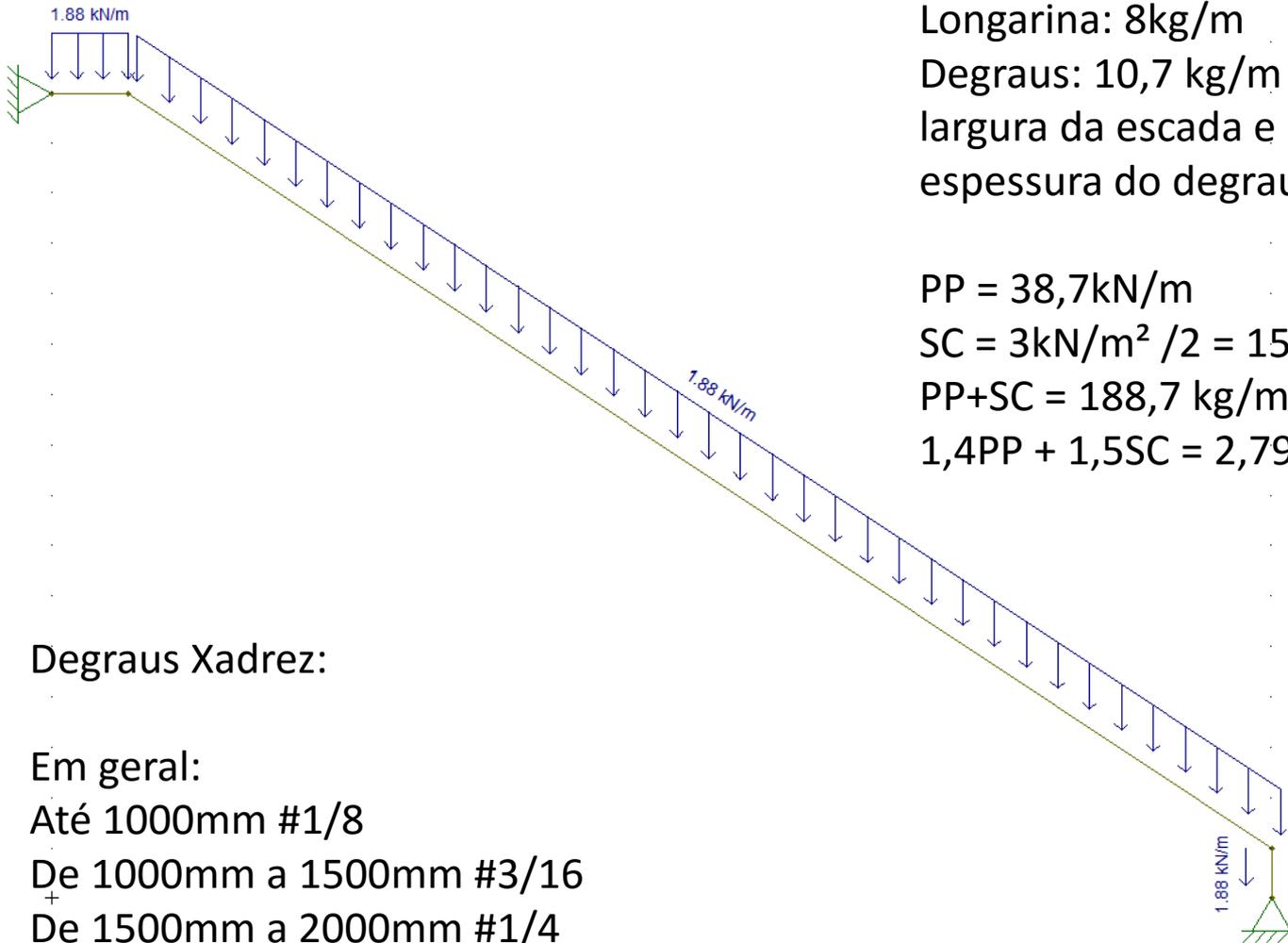
Degraus: 10,7 kg/m (Varia com a largura da escada e com a espessura do degrau adotado)

PP = 38,7kN/m

SC =  $3\text{kN/m}^2 / 2 = 150\text{kg/m}$

PP+SC = 188,7 kg/m (ELS)

$1,4\text{PP} + 1,5\text{SC} = 2,79\text{ kN/m}$  (ELU)



Degraus Xadrez:

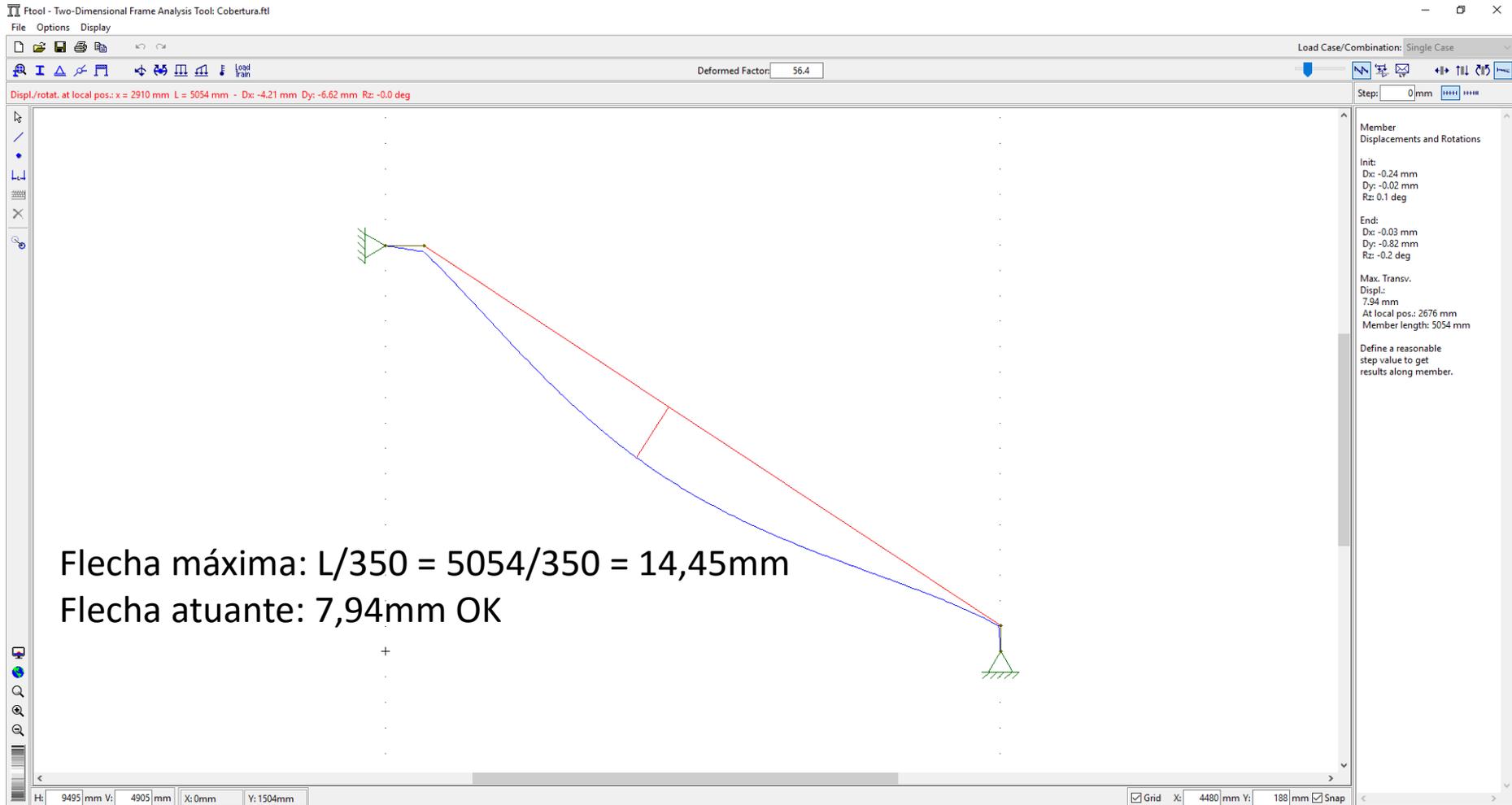
Em geral:

Até 1000mm #1/8

De 1000mm a 1500mm #3/16

De 1500mm a 2000mm #1/4

# Cálculo da longarina (largura 1000mm)



# Cálculo da longarina (largura 1000mm)

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool

File Options Display



Editing Mode: Selection

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Uniform Loading

ELU: ESCADA

Direction

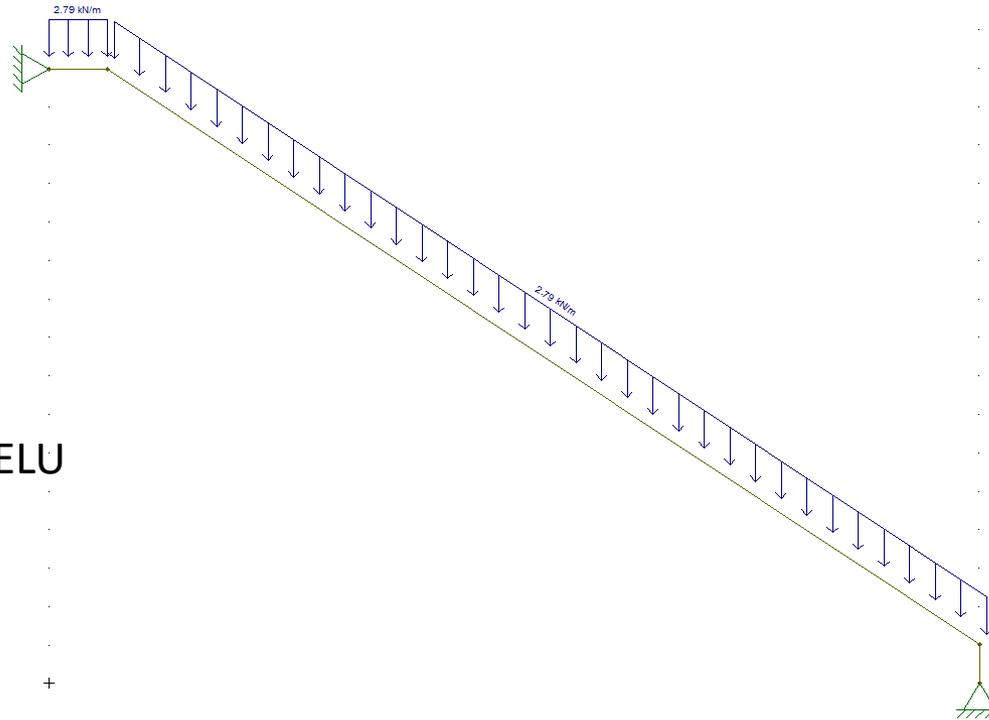
Global

Local

Qx: 0.00 kN/m

Qy: -2.79 kN/m

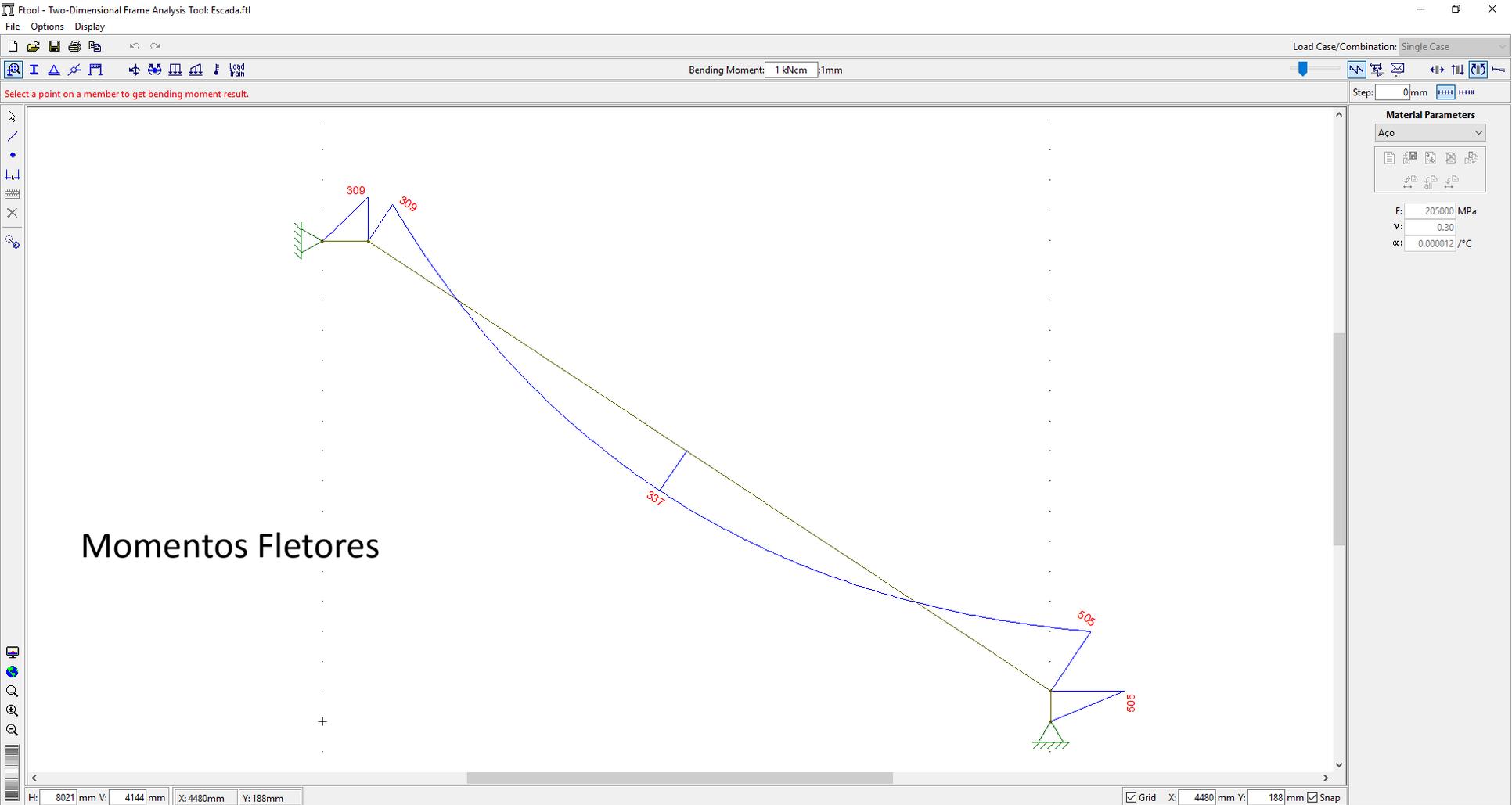
Lançamento ELU



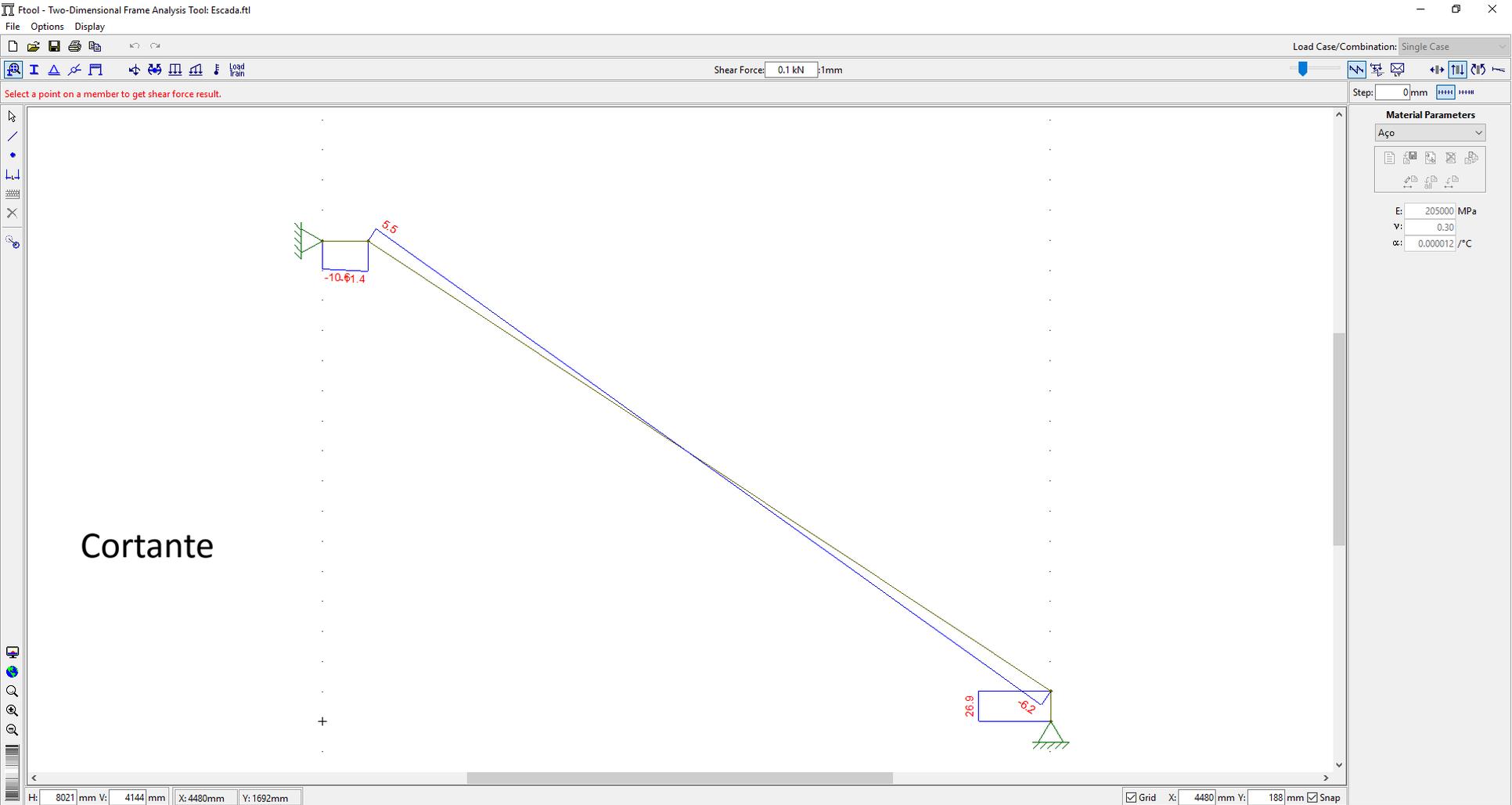
H: 8021 mm V: 4144 mm X: Y:

Grid X: 4480 mm Y: 188 mm  Snap

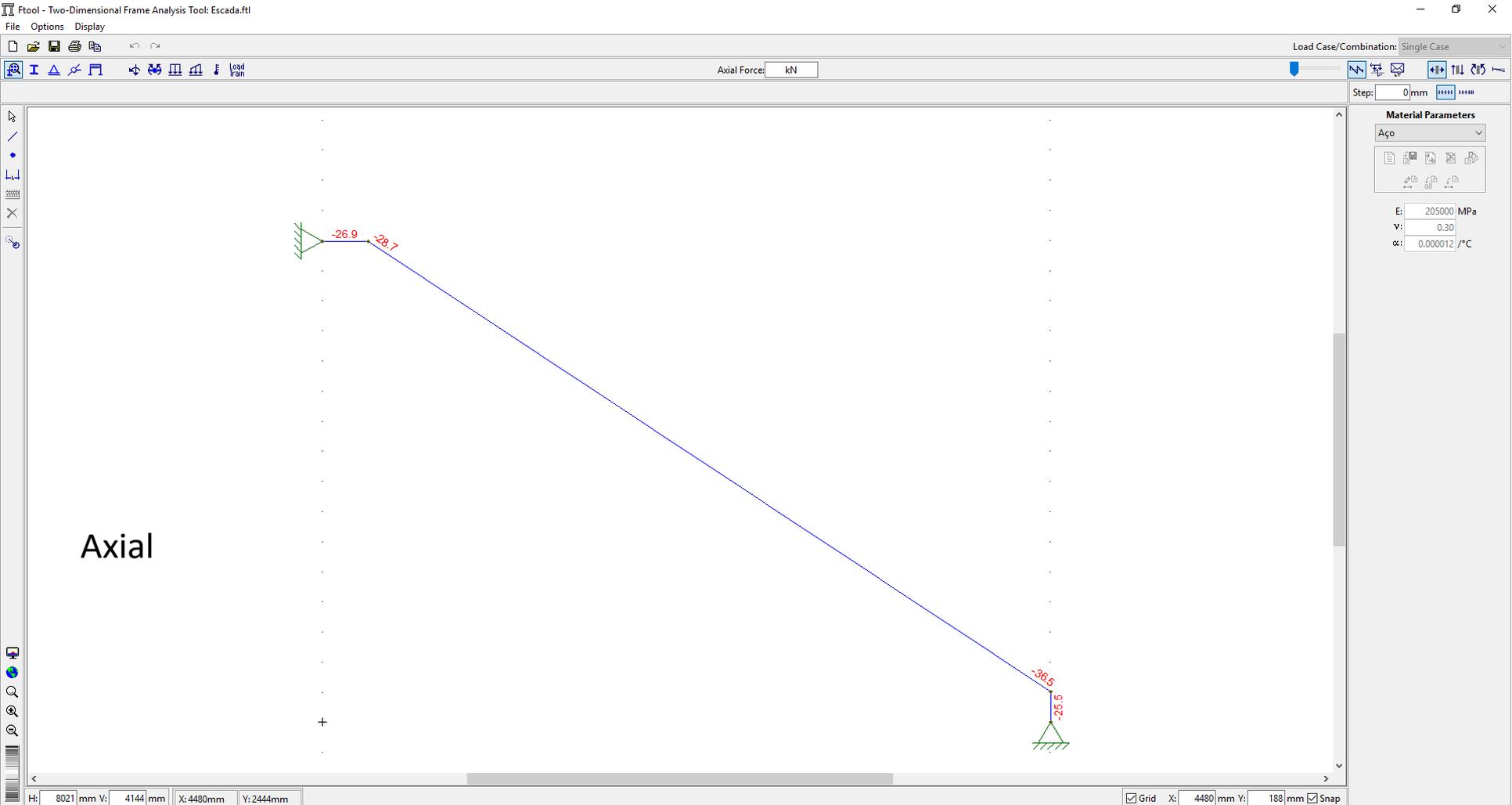
# Cálculo da longarina (largura 1000mm)



# Cálculo da longarina (largura 1000mm)



# Cálculo da longarina (largura 1000mm)



# Cálculo da longarina (largura 1000mm)

DimPerfil 4.0 - Dimensionamento de Perfis de Aço Formados a Frio

File Help

Escolha do Perfil Cálculo dos Esforços

Dimensões (cm)

$\alpha = 0$   
 $b_w = 15$   
 $b_f = 6$   
 $D = 2$   
 $\tau = 0.3$   
 $\beta = 90$

Comprimentos (cm)

Lx: 553  
Ly: 34  
Lt: 34

Esforços Solicitantes

Nd: 37 kN  
Mxd: 505 kN.cm  
Myd: kN.cm  
Vd: 27 kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb: 1  
Em Y Cb: 1

Resultados

**Resultado:** Flexão Composta  
**NBR 14762:2001**  
0,92 (se  $\leq 1$ , ok!)

Relatório:  Limpar anterior

**CALCULAR**

Abrir Relatório Salvar Relatório Gerar Tabela

Item a ser calculado: Var

Inequações de verificação p/ Flexão Composta

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

Mostrar perfil

Esforços Solicitantes:  
NSd= 37 kN  
MxSd= 505 kN.cm  
MySd= 0 kN.cm  
Esforços Resistentes:  
-> NcRd= 109,85 kN  
-> MxRd= 865,63 kN.cm  
-> MyRd= 224,6 kN.cm  
Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]  
Verificação de Flexo-Compressão  
**=> 0,34 + 0,58 + 0 = 0,92  $\leq$  1 - Ok!**  
4 - Verificação da Esbeltez Limite  
barra submetida a esforço de compressão:  
 $\lambda_{limite} = 200$   
Verificação em Relação a X  
 $r_x = 5,85$  cm  
Lx= 553 cm  
 $\lambda_x = 94,6$  cm - ok!  
Verificação em Relação a Y  
 $r_y = 2,2$  cm  
Ly= 34 cm  
 $\lambda_y = 15,48$  cm - ok!

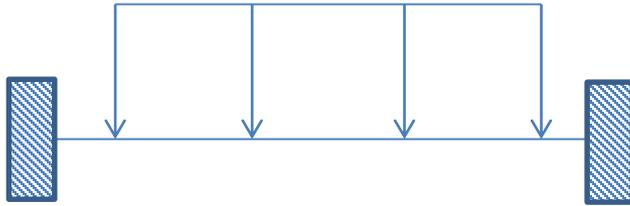
**Atenção: No DIM PERFIL Compressão é positivo**

By Edson Lubas Silva

# Cálculo da degrau (largura 1000mm)

$$PP+SC = 84 + 7,53 = 0,92 \text{ kN/m}$$

$$1,4PP+1,5SC = 1,5.84 + 1,4.7,53 = 1,37 \text{ kN/m}$$

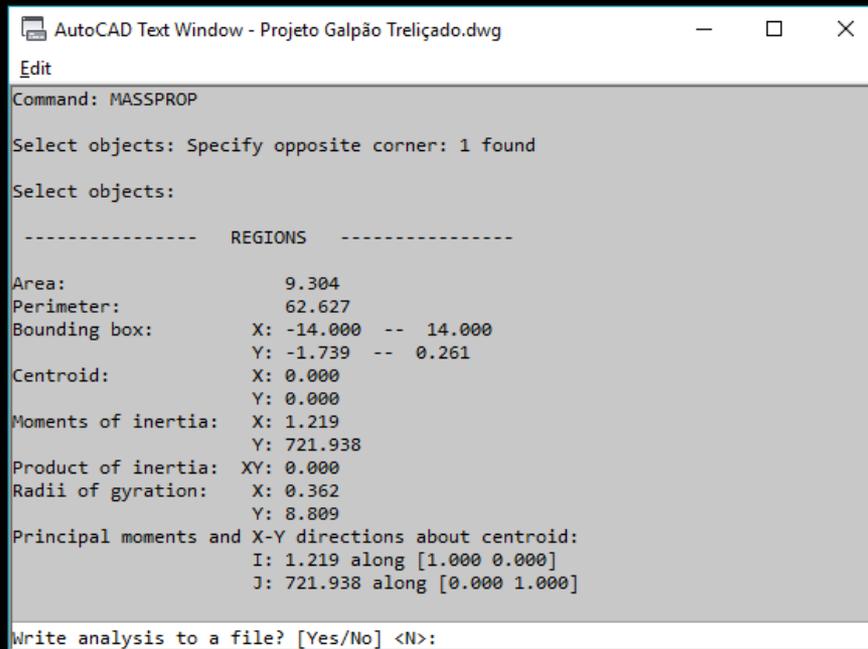


$$SC = 300\text{kgf/m} \times 0,28 = 84\text{kg/m}$$

$$PP = ((20\text{mm} + 280\text{mm} + 20\text{mm})/1000) \times 0,003\text{m} \times 7850 = 7,53 \text{ kg/m}$$

$$f_{max} = \frac{L}{350} = 1000 = 350 = 2,85\text{mm}$$

# Cálculo da degrau (largura 1000mm)



```
AutoCAD Text Window - Projeto Galpão Treliçado.dwg
Edit
Command: MASSPROP
Select objects: Specify opposite corner: 1 found
Select objects:
----- REGIONS -----
Area:                9.304
Perimeter:           62.627
Bounding box:        X: -14.000 -- 14.000
                    Y: -1.739 -- 0.261
Centroid:            X: 0.000
                    Y: 0.000
Moments of inertia:  X: 1.219
                    Y: 721.938
Product of inertia:  XY: 0.000
Radii of gyration:   X: 0.362
                    Y: 8.809
Principal moments and X-Y directions about centroid:
                    I: 1.219 along [1.000 0.000]
                    J: 721.938 along [0.000 1.000]
Write analysis to a file? [Yes/No] <N>:
```

# Cálculo da degrau (largura 1000mm)

$$f_{max} = \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{0,0092 \cdot 100^4}{384 \cdot 20500 \cdot 1,219} = 0,0095 \text{ cm} = 0,95 \text{ mm OK}$$

$$M_{sd} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{0,0092 \cdot 100^2}{12} = 7,66 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

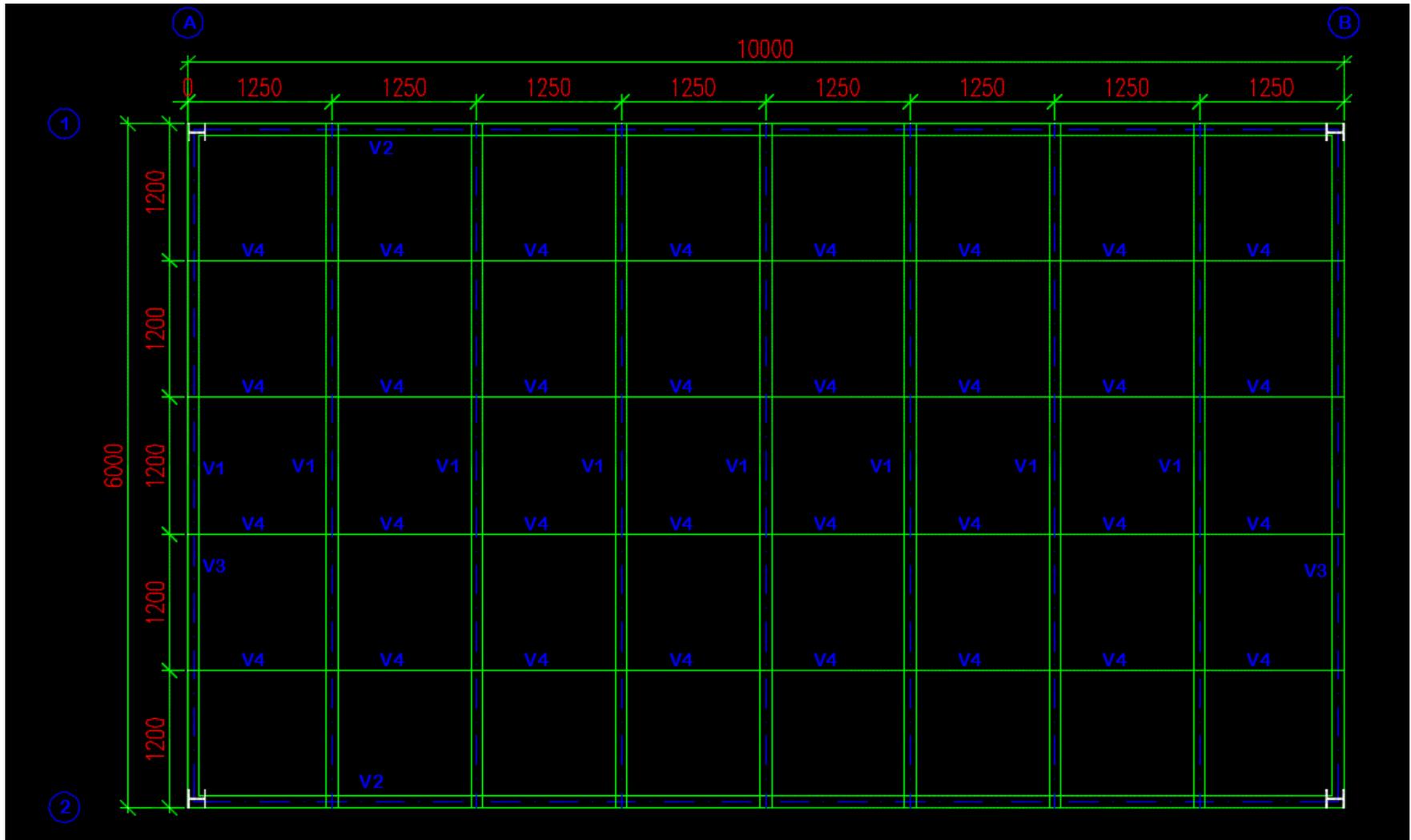
Na fibra Comprimida

$$M_{rd} = W_x \cdot \frac{F_y}{1,1} = \frac{I_x}{y_{cg}} \cdot f_y = \frac{1,219}{0,261} \cdot \frac{25}{1,1} = 106,14 \text{ kN} \cdot \text{cm} > 7,66 \text{ OK}$$

Na fibra Tracionada

$$M_{rd} = W_x \cdot F_y = \frac{I_x}{y_{cg}} \cdot \frac{f_y}{1,1} = \frac{1,219}{1,739} \cdot \frac{25}{1,1} = 15,92 \text{ kN} \cdot \text{cm} > 7,66 \text{ OK}$$

**Calcular o Mezanino abaixo: Distância piso a piso= 3 m – Bases Engastadas SC = 500kg/m<sup>2</sup>**



# Cálculo de V1

PP

Painel Wall 34kg/m<sup>2</sup>

Peso da Viga (Aprox: 25kg/m)

PP Total = (0,34).1,25 + 0,25 = 0,675 kN/m      (x1,4 = 0,945kN/m)

SC = 5kN/m<sup>2</sup> x 1,25 = 6,25 kN/m      (x 1,5 = 9,375)

ELS: PP + SC = 0,675 + 6,25 = 6,925 kN/m

ELU: 1,4PP + 1,5SC = 10,32 kN/m

# Cálculo de V1

Considerando V1 bi-apoia temos:

$$f_{max} = \frac{L}{350} = \frac{6000}{350} = 17,14mm$$

$$Inec = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{max}} = \frac{5 \cdot 0,06925 \cdot 600^4}{384 \cdot 20500 \cdot 1,714} = 3325cm^4$$

$$Msd = q \cdot \frac{L^2}{8} = \frac{0,1032 \cdot 600^2}{8} = 4644kN \cdot cm$$

$$Zx = Msd \cdot \frac{1,1}{Fy} = 4644 \cdot \frac{1,1}{34,5} = 148cm^3$$

$$ELS: Ry = \frac{6,925 \cdot 6}{2} = 20,775kN$$

$$ELU: Ry = \frac{10,32 \cdot 6}{2} = 30,96kN$$

# Cálculo de V1

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b <sub>1</sub> mm	ESPESSURA		h mm	d' mm	Área cm <sup>2</sup>	EIXO X - X				EIXO Y - Y				r <sub>i</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	ESBELTEZ		C <sub>w</sub> cm <sup>3</sup>	u m <sup>2</sup> /m	BITOLA mm x kg/m
				t <sub>w</sub> mm	t <sub>i</sub> mm				I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> cm	Z <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> cm	Z <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>			ABA - λ <sub>1</sub> b <sub>1</sub> /2t <sub>i</sub>	ALMA - λ <sub>2</sub> d'/t <sub>w</sub>			
				mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>							
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	16,6	635	85,8	6,18	96,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,49	4.181	0,67	W 150 x 13,0
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	23,4	939	122,8	6,34	139,4	126	24,7	2,32	38,5	2,69	4,34	7,18	20,48	6.683	0,69	W 150 x 18,0
W 150 x 22,5 (H)	22,5	152	152	5,8	6,6	139	119	29,0	1.229	161,7	6,51	179,6	387	50,9	3,65	77,9	4,10	4,75	11,52	20,48	20.417	0,88	W 150 x 22,5 (H)
W 150 x 24,0	24,0	160	102	6,6	10,3	139	115	31,5	1.384	173,0	6,63	197,6	183	35,9	2,41	55,8	2,73	11,08	4,95	17,48	10.206	0,69	W 150 x 24,0
W 150 x 29,8 (H)	29,8	157	153	6,6	9,3	138	118	38,5	1.739	221,5	6,72	247,5	556	72,6	3,80	110,8	4,18	10,95	8,23	17,94	30.277	0,90	W 150 x 29,8 (H)
W 150 x 37,1 (H)	37,1	162	154	8,1	11,6	139	119	47,8	2.244	277,0	6,85	313,5	707	91,8	3,84	140,4	4,22	20,58	6,64	14,67	39.930	0,91	W 150 x 37,1 (H)
W 200 x 15,0	15,0	200	100	4,3	5,2	190	170	19,4	1.305	130,5	8,20	147,9	87	17,4	2,12	27,3	2,55	2,05	9,62	39,44	8.222	0,77	W 200 x 15,0
W 200 x 19,3	19,3	203	102	5,8	6,5	190	170	25,1	1.686	166,1	8,19	190,6	116	22,7	2,14	35,9	2,59	4,02	7,85	29,31	11.098	0,79	W 200 x 19,3
W 200 x 22,5	22,5	206	102	6,2	8,0	190	170	29,0	2.029	197,0	8,37	225,5	142	27,9	2,22	43,9	2,63	6,18	6,38	27,42	13.868	0,79	W 200 x 22,5
W 200 x 26,6	26,6	207	133	5,8	8,4	190	170	34,2	2.611	252,3	8,73	282,3	330	49,6	3,10	76,3	3,54	7,65	7,92	29,34	32.477	0,92	W 200 x 26,6
W 200 x 31,3	31,3	210	134	6,4	10,2	190	170	40,3	3.168	301,7	8,86	338,6	410	61,2	3,19	94,0	3,60	12,59	6,57	26,50	40.822	0,93	W 200 x 31,3
W 200 x 35,9 (H)	35,9	201	165	6,2	10,2	181	161	45,7	3.437	342,0	8,67	379,2	764	92,6	4,09	141,0	4,50	14,51	8,09	25,90	69.502	1,03	W 200 x 35,9 (H)
W 200 x 41,7 (H)	41,7	205	166	7,2	11,8	181	157	53,5	4.114	401,4	8,77	448,6	901	108,5	4,10	165,7	4,53	23,19	7,03	21,86	83.948	1,04	W 200 x 41,7 (H)
W 200 x 46,1 (H)	46,1	203	203	7,2	11,0	181	161	58,6	4.543	447,6	8,81	495,3	1.535	151,2	5,12	229,5	5,58	22,01	9,23	22,36	141.342	1,19	W 200 x 46,1 (H)
W 200 x 52,0 (H)	52,0	206	204	7,9	12,6	181	157	66,9	5.298	514,4	8,90	572,5	1.784	174,9	5,16	265,8	5,61	33,34	8,10	19,85	166.710	1,19	W 200 x 52,0 (H)
HP 200 x 53,0 (H)	53,0	204	207	11,3	11,3	181	161	68,1	4.977	488,0	8,55	551,3	1.673	161,7	4,96	248,6	5,57	31,93	9,16	14,28	155.075	1,20	HP 200 x 53,0 (H)
W 200 x 59,0 (H)	59,0	210	205	9,1	14,2	182	158	76,0	6.140	584,8	8,99	655,9	2.041	199,1	5,18	303,0	5,64	47,69	7,22	17,32	195.418	1,20	W 200 x 59,0 (H)
W 200 x 71,0 (H)	71,0	216	206	10,2	17,4	181	161	91,0	7.660	709,2	9,17	803,2	2.537	246,3	5,28	374,5	5,70	81,66	5,92	15,80	249.976	1,22	W 200 x 71,0 (H)
W 200 x 86,0 (H)	86,0	222	209	13,0	20,6	181	157	110,9	9.498	855,7	9,26	984,2	3.139	300,4	5,32	458,7	5,77	142,19	5,07	12,06	317.844	1,23	W 200 x 86,0 (H)
W 250 x 17,9	17,9	251	101	4,8	5,3	240	220	23,1	2.291	182,6	9,96	211,0	91	18,1	1,99	28,8	2,48	2,54	9,53	45,92	13.735	0,88	W 250 x 17,9
W 250 x 22,3	22,3	254	102	5,8	6,9	240	220	28,9	2.939	231,4	10,09	267,7	123	24,1	2,06	38,4	2,54	4,77	7,39	37,97	18.629	0,89	W 250 x 22,3
W 250 x 25,3	25,3	257	102	6,1	8,4	240	220	32,6	3.473	270,2	10,31	311,1	149	29,3	2,14	46,4	2,58	7,06	6,07	36,10	22.955	0,89	W 250 x 25,3
W 250 x 28,4	28,4	260	102	6,4	10,0	240	220	36,6	4.046	311,2	10,51	357,3	178	34,8	2,20	54,9	2,62	10,34	5,10	34,38	27.636	0,90	W 250 x 28,4
W 250 x 32,7	32,7	258	146	6,1	9,1	240	220	42,1	4.937	382,7	10,83	428,5	473	64,8	3,35	99,7	3,86	10,44	8,02	36,03	73.104	1,07	W 250 x 32,7
W 250 x 38,5	38,5	262	147	6,6	11,2	240	220	49,6	6.057	462,4	11,05	517,8	594	80,8	3,46	124,1	3,93	17,63	6,56	33,27	93.242	1,08	W 250 x 38,5
W 250 x 44,8	44,8	266	148	7,6	13,0	240	220	57,6	7.158	538,2	11,15	606,3	704	95,1	3,50	146,4	3,96	27,14	5,69	28,95	112.398	1,09	W 250 x 44,8
HP 250 x 62,0 (H)	62,0	246	256	10,5	10,7	225	201	79,6	8.728	709,6	10,47	790,5	2.995	234,0	6,13	357,8	6,89	33,46	11,96	19,10	417.130	1,47	HP 250 x 62,0 (H)
W 250 x 73,0 (H)	73,0	253	254	8,6	14,2	225	201	92,7	11.257	889,9	11,02	983,3	3.880	305,5	6,47	463,1	7,01	56,94	8,94	23,33	552.900	1,48	W 250 x 73,0 (H)
W 250 x 80,0 (H)	80,0	256	255	9,4	15,6	225	201	101,9	12.550	980,5	11,10	1.088,7	4.313	338,3	6,51	513,1	7,04	75,02	8,17	21,36	622.878	1,49	W 250 x 80,0 (H)
HP 250 x 85,0 (H)	85,0	254	260	14,4	14,4	225	201	108,5	12.280	966,9	10,64	1.093,2	4.225	325,0	6,24	499,6	7,00	82,07	9,03	13,97	605.403	1,50	HP 250 x 85,0 (H)
W 250 x 89,0 (H)	89,0	260	256	10,7	17,3	225	201	113,9	14.237	1.095,1	11,18	1.224,4	4.841	378,2	6,52	574,3	7,06	102,81	7,40	18,82	712.351	1,50	W 250 x 89,0 (H)
W 250 x 101,0 (H)	101,0	264	257	11,9	19,6	225	201	128,7	16.352	1.238,8	11,27	1.395,0	5.549	431,8	6,57	656,3	7,10	147,70	6,56	16,87	828.031	1,51	W 250 x 101,0 (H)
W 250 x 115,0 (H)	115,0	269	259	13,5	22,1	225	201	146,1	18.920	1.406,7	11,38	1.597,4	6.405	494,6	6,62	752,7	7,16	212,00	5,86	14,87	975.265	1,53	W 250 x 115,0 (H)
W 310 x 21,0	21,0	303	101	5,1	5,7	292	272	27,2	3.776	249,2	11,77	291,9	98	19,5	1,90	31,4	2,42	3,27	8,86	53,25	21.628	0,98	W 310 x 21,0
W 310 x 23,8	23,8	305	101	5,6	6,7	292	272	30,7	4.346	285,0	11,89	333,2	116	22,9	1,94	36,9	2,45	4,65	7,54	48,50	25.594	0,99	W 310 x 23,8
W 310 x 28,3	28,3	309	102	6,0	8,9	291	271	36,5	5.500	356,0	12,28	412,0	158	31,0	2,08	49,4	2,55	8,14	5,73	45,20	35.441	1,00	W 310 x 28,3
W 310 x 32,7	32,7	313	102	6,6	10,8	291	271	42,1	6.570	419,8	12,49	485,3	192	37,6	2,13	59,8	2,58	12,91	4,72	41,12	43.612	1,00	W 310 x 32,7
W 310 x 38,7	38,7	310	165	5,8	9,7	291	271	49,7	8.581	553,6	13,14	615,4	727	88,1	3,82	134,9	4,38	13,20	8,51	46,66	163.728	1,25	W 310 x 38,7
W 310 x 44,5	44,5	313	166	6,6	11,2	291	271	57,2	9.997	638,8	13,22	712,8	855	103,0	3,87	158,0	4,41	19,90	7,41	41,00	194.433	1,26	W 310 x 44,5
W 310 x 52,0	52,0	317	167	7,6	13,2	291	271	67,0	11.909	751,4	13,33	842,5	1.026	122,9	3,91	188,8	4,45	31,81	6,33	35,61	236.422	1,27	W 310 x 52,0
HP 310 x 79,0 (H)	79,0	299	306	11,0	11,0	277	245	100,0	16.316	1.091,3	12,77	1.210,1	5.258	343,7	7,25	525,4	8,20	46,72	13,91	22,27	1.089.258	1,77	HP 310 x 79,0 (H)
HP 310 x 93,0 (H)	93,0	303	308	13,1	13,1	277	245	119,2	19.682	1.299,1	12,85	1.450,3	6.387	414,7	7,32	635,5	8,26	77,33	11,76	18,69	1.340.320	1,78	HP 310 x 93,0 (H)
W 310 x 97,0 (H)	97,0	308	305	9,9	15,4	277	245	123,6	22.284	1.447,0	13,43	1.594,2	7.286	477,8	7,68	725,0	8,38	92,12	9,90	24,77	1.558.682	1,79	W 310 x 97,0 (H)
W 310 x 107,0 (H)	107,0	311	306	10,9	17,0	277	245	136,4	24.839	1.597,3	13,49	1.768,2	8.123	530,9	7,72	806,1	8,41	122,86	9,00	22,48	1.754.271	1,80	W 310 x 107,0 (H)
HP 310 x 110,0 (H)	110,0	308	310	15,4	15,5	277	245	141,0	23.703	1.539,1	12,97	1.730,6	7.707	497,3	7,39	763,7	8,33	125,66	10,00	15,91	1.646.104	1,80	HP 310 x 110,0 (H)

# Cálculo de V4

PP

Painel Wall 34kg/m<sup>2</sup>

Peso da Viga (Aprox: 15kg/m)

PP Total = (0,34).1,25 + 0,15 = 0,575 kN/m      (x1,4 = 0,805kN/m)

SC = 5kN/m<sup>2</sup> x 1,25 = 6,25 kN/m      (x 1,5 = 9,375)

ELS: PP + SC = 0,575 + 6,25 = 6,82 kN/m

ELU: 1,4PP + 1,5SC = 10,18 kN/m

# Cálculo de V4

Considerando V4 bi-apoiada temos:

$$f_{max} = \frac{L}{350} = \frac{1250}{350} = 3,57mm$$

$$I_{nec} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{max}} = \frac{5 \cdot 0,0682 \cdot 125^4}{384 \cdot 20500 \cdot 0,357} = 29,62cm^4$$

$$M_{sd} = q \cdot \frac{L^2}{8} = \frac{0,1018 \cdot 125^2}{8} = 198,8kN \cdot cm$$

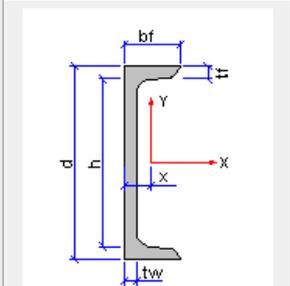
$$V_{sd} = q \cdot \frac{L}{2} = \frac{0,1018 \cdot 125}{2} = 6,36kN$$

U Laminado

Identificação  
Perfil U 76 x 7,44

Dimensões

d	76 mm	Ag	9,18 cm <sup>2</sup>	Wx	19,6 cm <sup>3</sup>
tw	6,55 mm	Ix	79 cm <sup>4</sup>	Wy	3,93 cm <sup>3</sup>
bf	36 mm	Iy	10,8 cm <sup>4</sup>	x	1,1 cm
tf	6 mm	IT	1,5 cm <sup>4</sup>	P	7,44 kgf/m



Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: terças)

Compr. Flambagem

Lflx	125 cm
Lfly	125 cm
Lb	125 cm

Solicitações

Nd	0,00 kN
Vd	6,36 kN
Mdx	198,8 kN.cm
Mdy	0,00 kN.cm

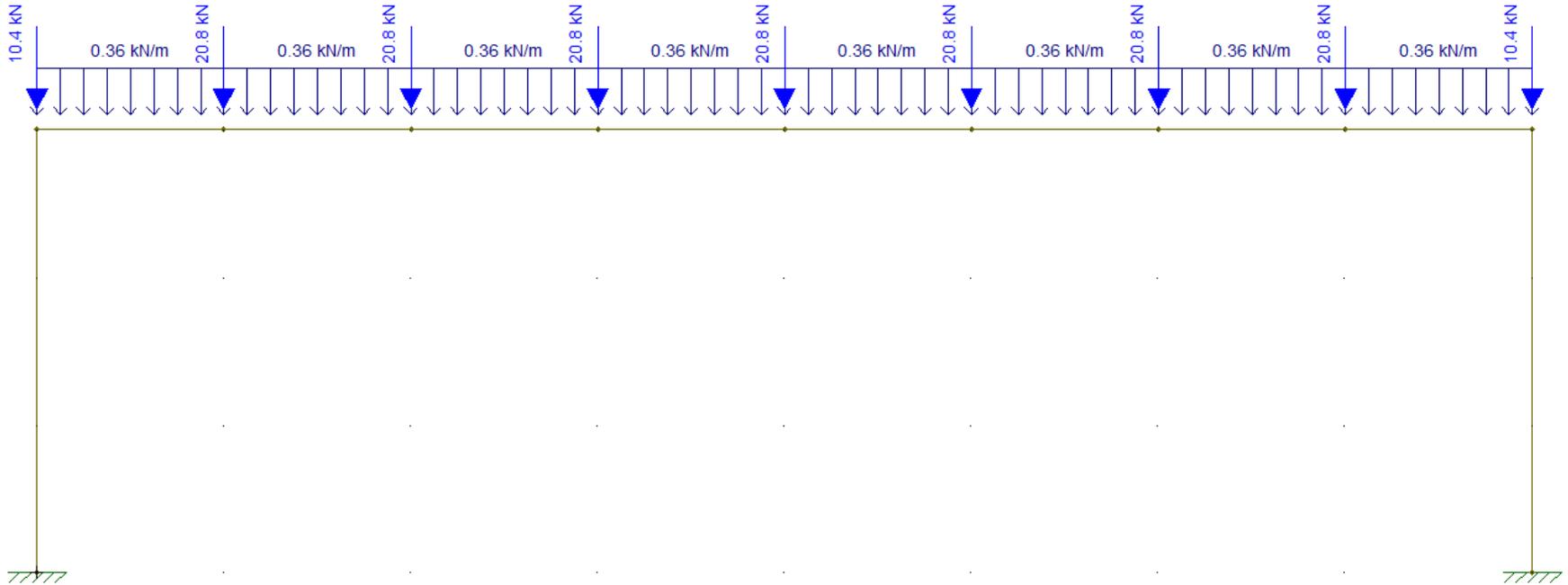
Resultados

Rd(Nd)	0,00 kN	
Rd(Vd)	56,59 kN	Ok!
Rd(Mdx)	458,93 kN.cm	Ok!
Rd(Mdy)	0,00 kN.cm	
Rd(Md+Nd)	0,00 <= 1	

Calcular Mais Leve Relatório Ok

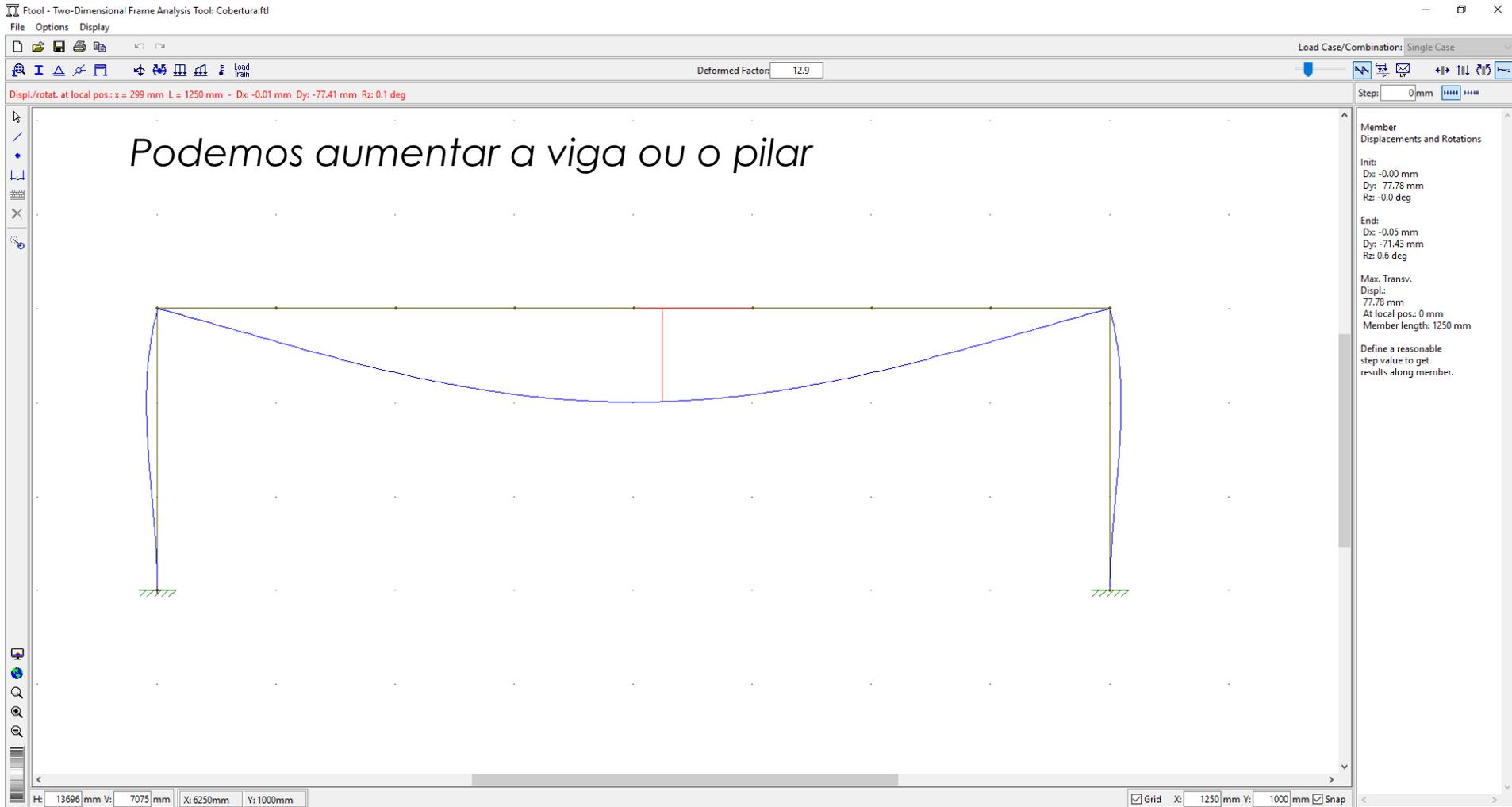
# Cálculo de V2

Tentativa 1: Viga W360X32,9 Pilar W150X22,5 H



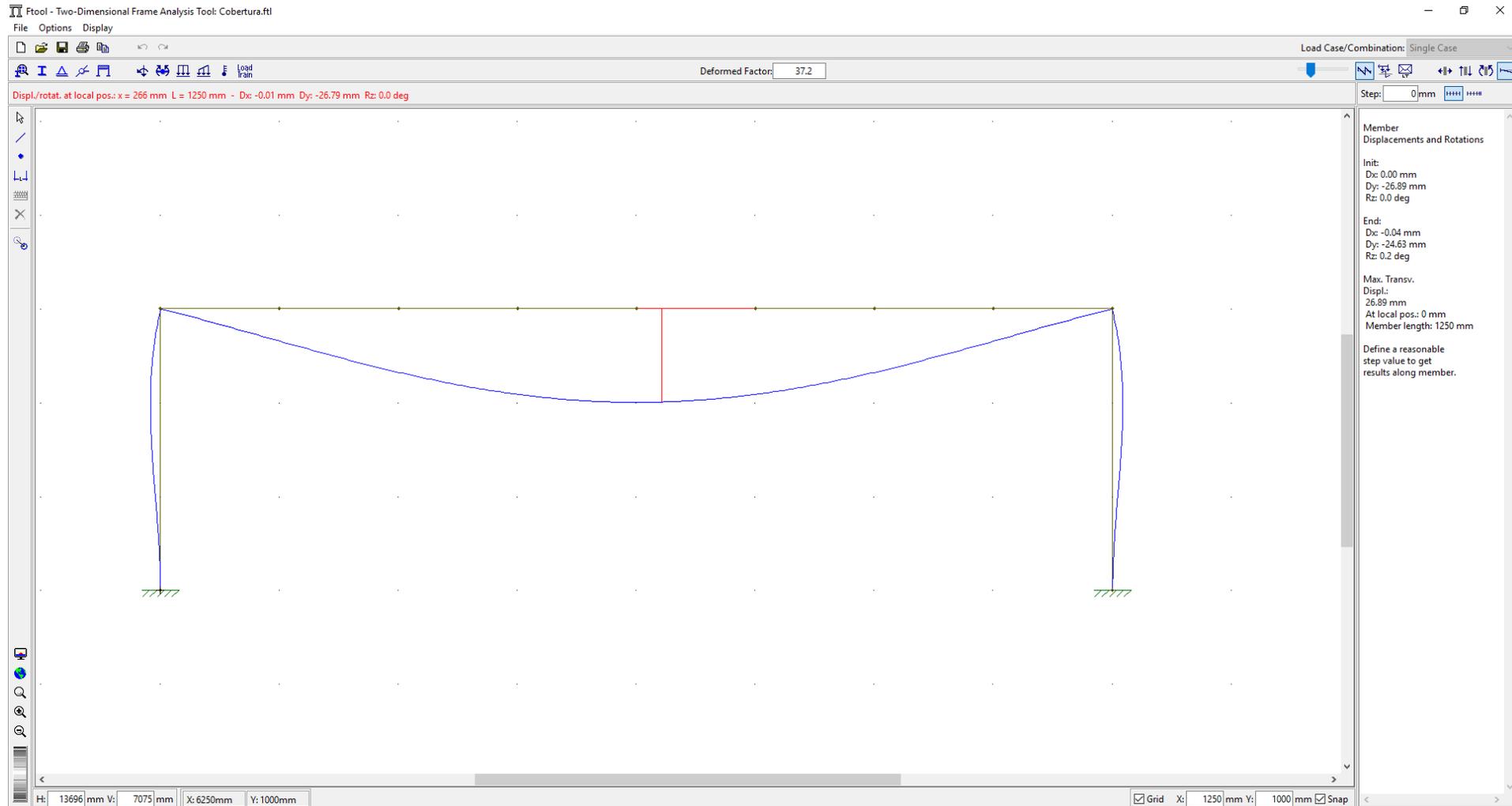
# Cálculo de V2

Flecha muito elevada.



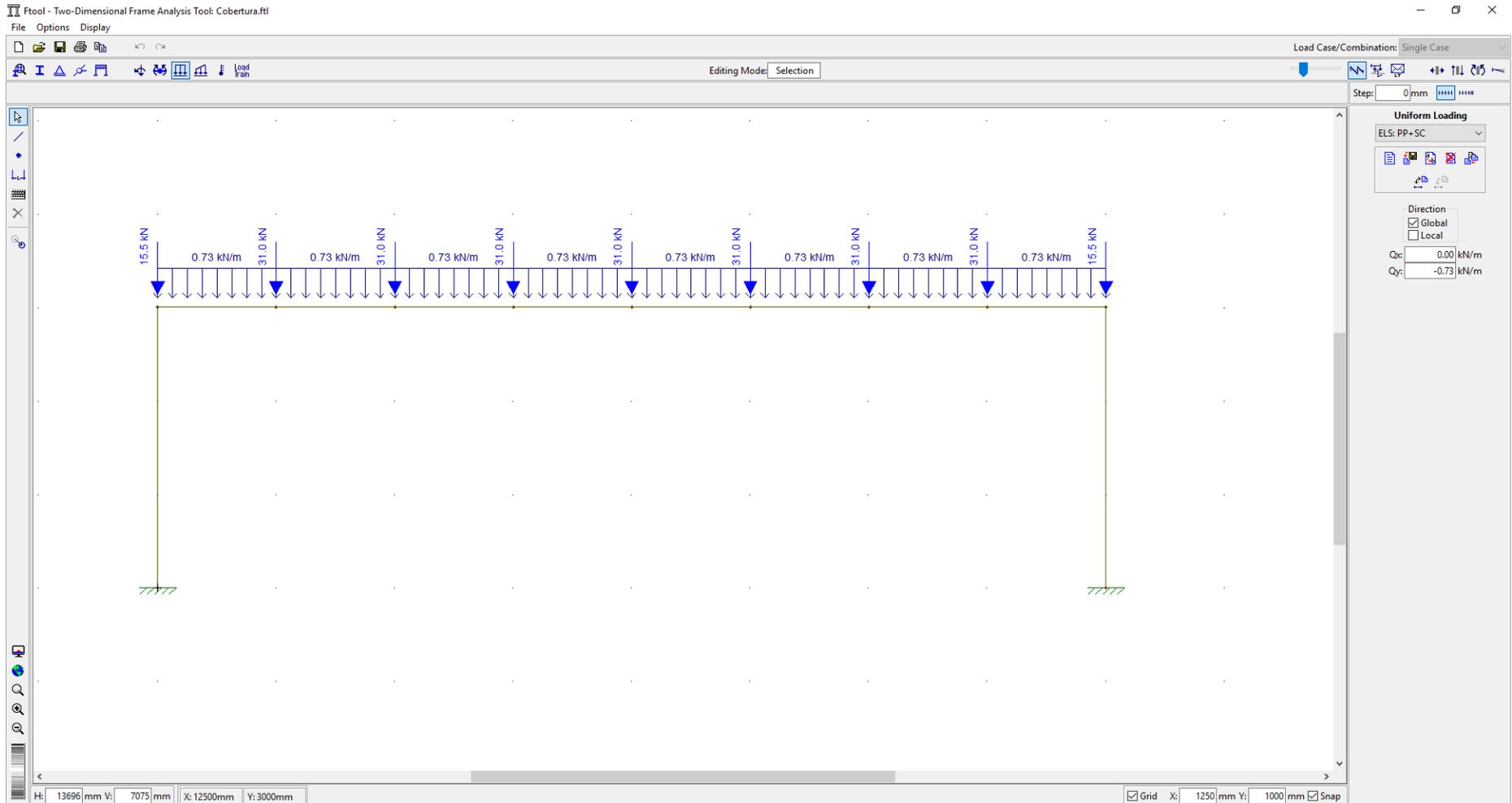
# Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:  
Viga W460X53 Pilar W200X46,1



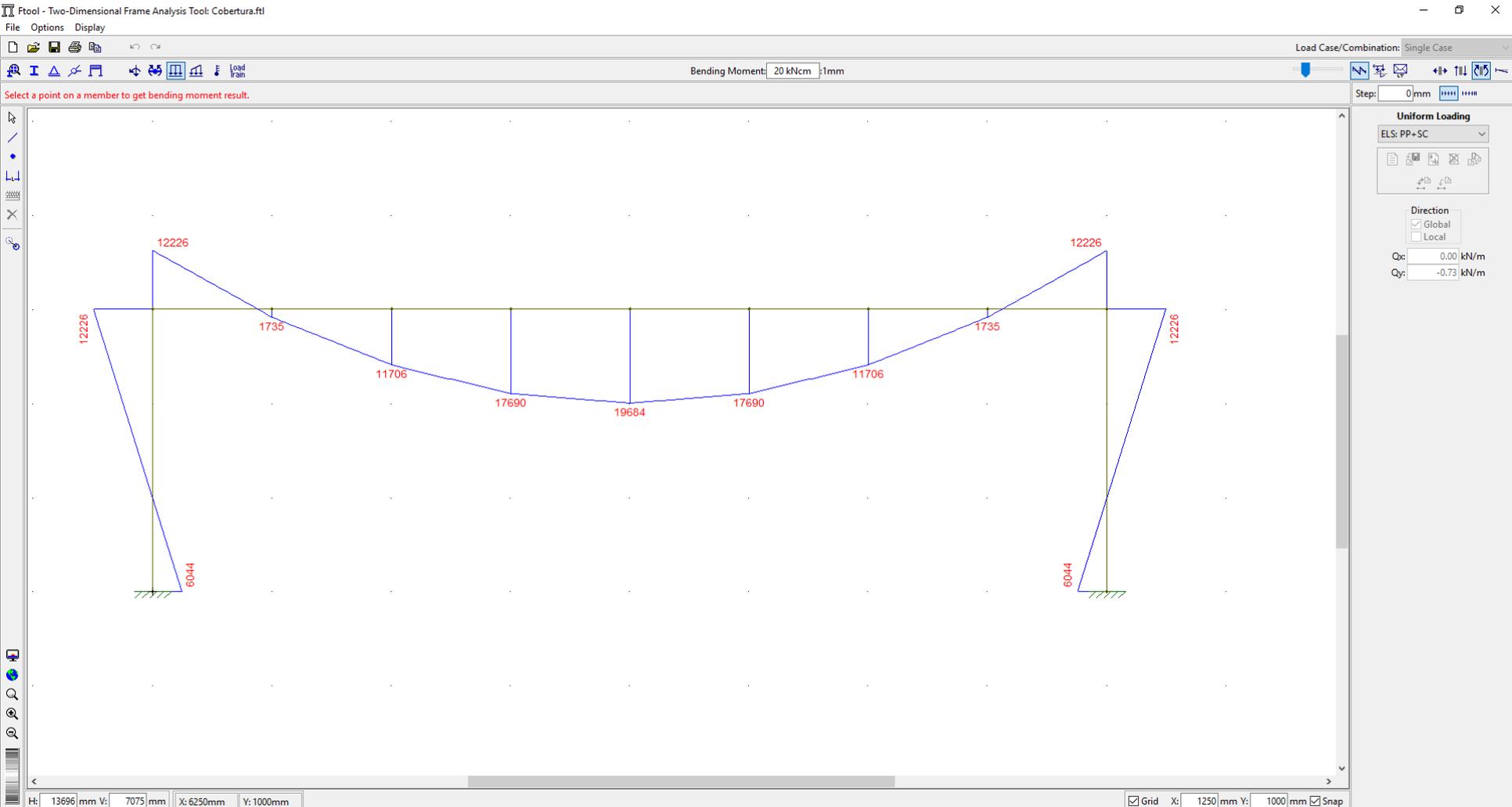
# Cálculo de V2 Carregamentos para ELU

Atingiu-se a flecha ideal com:  
Viga W460X52 Pilar W200X46,1



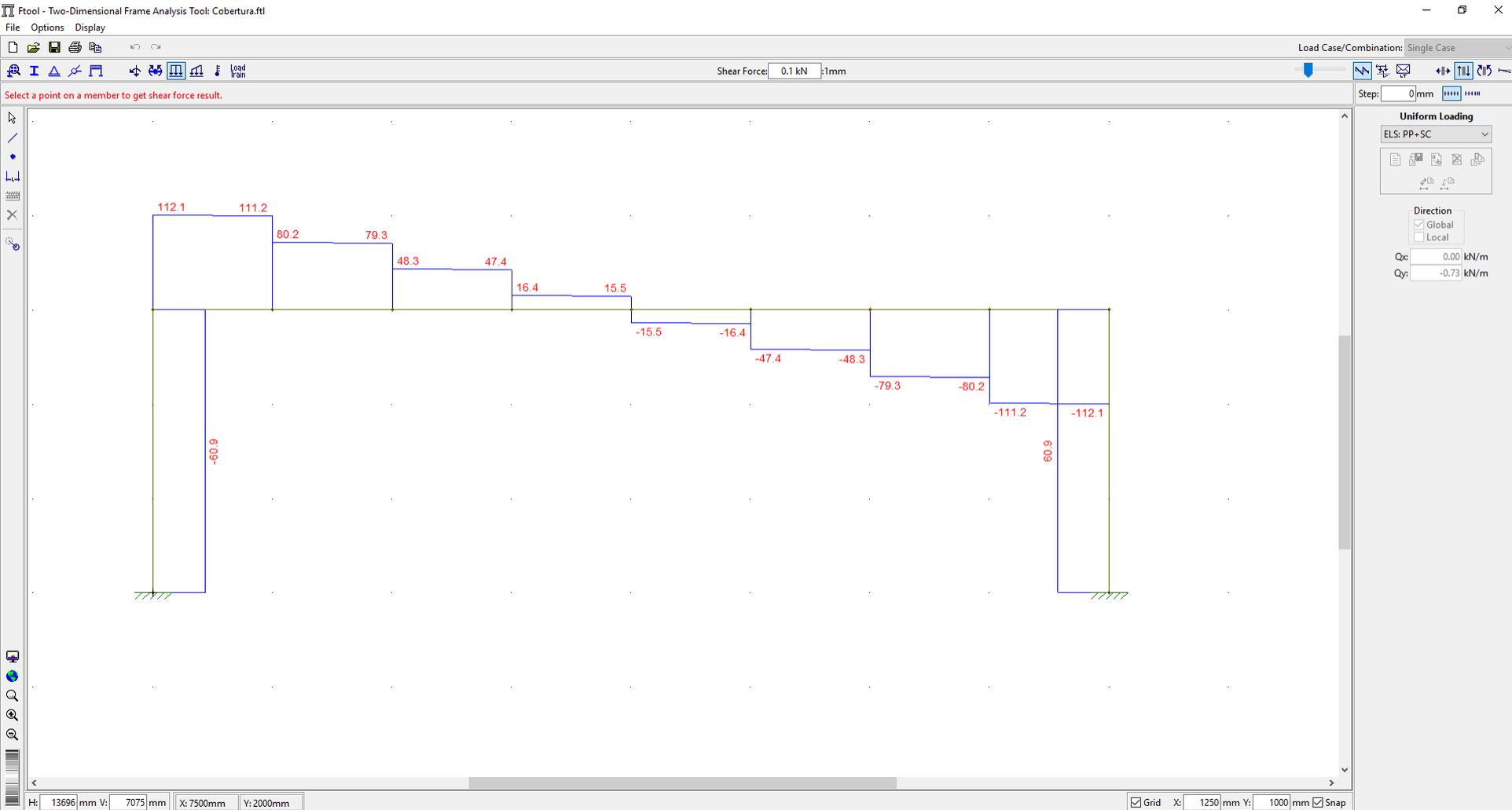
# Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:  
Viga W460X52 Pilar W200X46,1



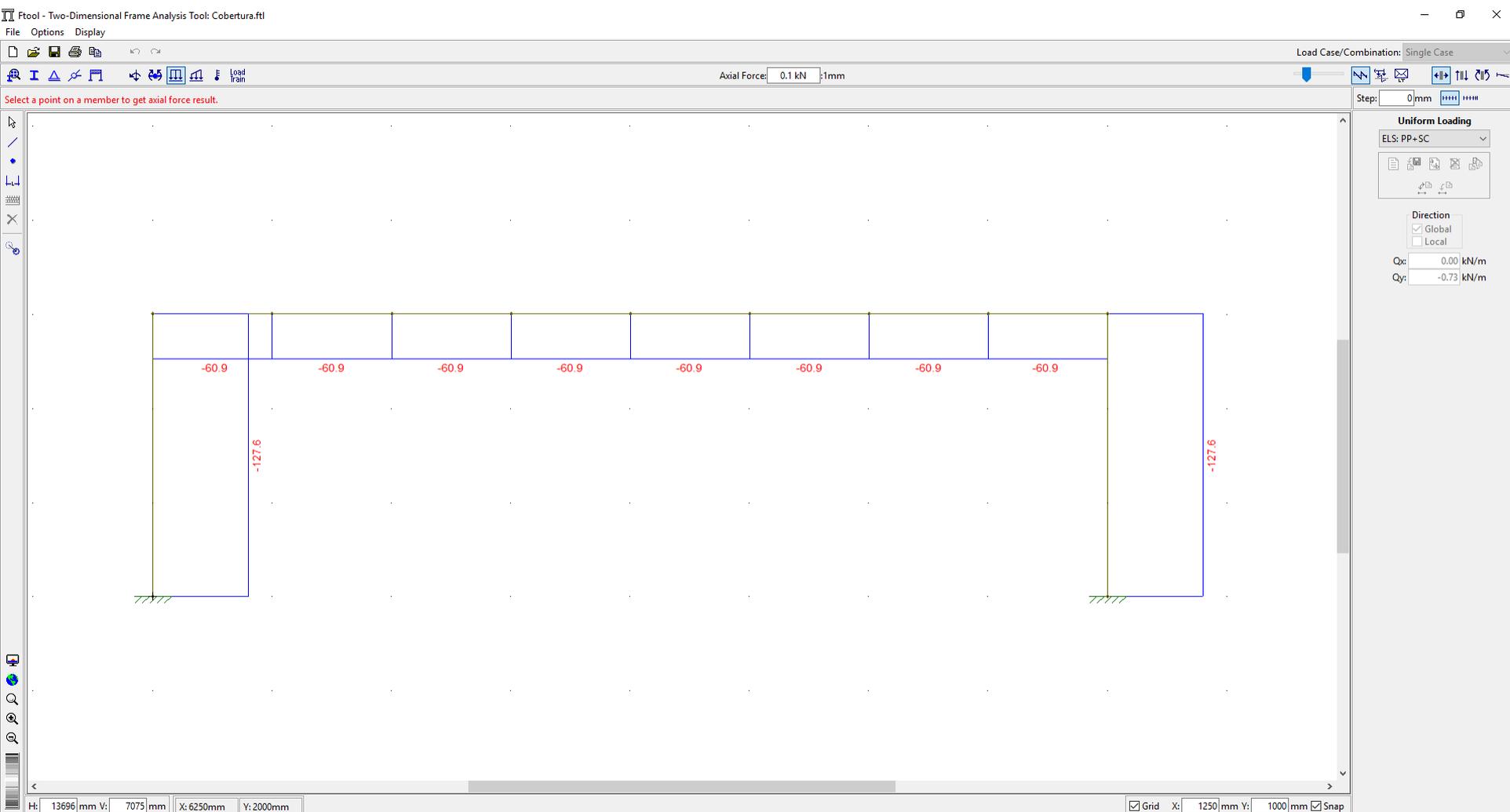
# Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:  
Viga W460X52 Pilar W200X46,1



# Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:  
Viga W460X52 Pilar W200X46,1



# Cálculo de V2

Atingiu-se a flecha ideal com:  
Viga W460X52 Pilar W200X46,1

Perfis Laminados Gerdaul NBR8800-081 - Excel

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibir Desenvolvedor Team Diga-me o que você deseja fazer

Recortar Copiar Pincel de Formatação Área de Transferência

Arial 11

Quebrar Texto Automaticamente

Normal 2 Vírgula 2 Normal Bom

Incorreto Neutra Cálculo Célula de Ve...

AutoSoma Preencher Limpar Classificar e Filtrar Localizar e Selecionar

C13 19684

## Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Resultado: **59,1%**

**W 460 x 52,0**

d(mm)	450	Wx(cm²)	949,8	rx(cm)	17,91
bf(mm)	152	Wy(cm²)	83,5	ry(cm)	3,09
d'(mm)	404	Zx(cm³)	1095,9	Área(cm²)	66,6
tw(mm)	7,6	Zy(cm³)	131,7	ho/tw	53,2
tf(mm)	10,8	Ix(cm4)	21370	b/tf	7,0
h(mm)	428,4	Iy(cm4)	634	Peso (kg/m)	52,0

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

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	56	OK	27,9%	lx
200	40	OK	20,2%	ly

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
1672	60,9	OK	3,6%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
34371	19684	OK	57,3%	1,1

Esforços e Distâncias

Lx (mm)	10000
Ly (mm)	1250
N(kN)	-60,9
Vx(kN)	0
Vy(kN)	112
Mx(kN.cm)	19684
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Lb (mm)	1250

Material

ASTM A572GR50

Fy (kN/cm²) 34,5

Dados para Cálculo de NRd

Qa	1,00		
Qs	1,00		
Q	1,00		
Nex(kN)	4323,7	r0(cm)	18,2
Ney(kN)	8209,6	Nez(kN)	12458,04
λ0	0,73		
χ	0,801		

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 250 x 25,3	25,30	82,50%
W 200 x 26,6	26,60	71,61%
W 310 x 28,3	28,30	66,66%
W 250 x 28,4	28,40	69,00%
W 150 x 29,8 (H)	29,80	72,87%
W 200 x 31,3	31,30	58,21%
W 250 x 32,7	32,70	47,54%
W 310 x 32,7	32,70	54,29%
W 360 x 32,9	32,90	44,08%
W 200 x 35,9 (H)	35,90	48,47%
W 150 x 37,1 (H)	37,10	56,69%
W 250 x 38,5	38,50	38,52%
W 310 x 38,7	38,70	32,69%
W 410 x 38,8	38,80	65,99%
W 360 x 39,0	39,00	34,95%
W 200 x 41,7 (H)	41,70	40,61%
W 360 x 44,0	44,00	26,11%
W 310 x 44,5	44,50	27,95%
W 250 x 44,8	44,80	32,42%
W 200 x 46,1 (H)	46,10	35,48%
W 410 x 46,1	46,10	29,66%
W 360 x 51,0	51,00	22,61%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	30,60%
W 310 x 52,0	52,00	23,40%

Perfis I-H Laminados

Calculador Lista Tabela de Perfis Aços Plan5

Pronto

# Cálculo dos pilares

Eixo A ou B

Lança-se a Carga no ELU para extrair a compressão e o momento fletor oriundos desse eixo

The screenshot displays the Ftool software interface for a two-dimensional frame analysis. The main workspace shows a rectangular frame with two vertical columns and a horizontal beam. A uniform load of  $5.32 \text{ kN/m}$  is applied to the beam, represented by a series of downward-pointing arrows. The columns are fixed at their base. The software interface includes a menu bar (File, Options, Display), a toolbar with various analysis tools, and a right-hand panel for load configuration. The right panel shows the 'Uniform Loading' settings, including the load name 'ELS: PP+SC', the direction (Global), and the load values  $Q_x: 0.00 \text{ kN/m}$  and  $Q_y: -5.32 \text{ kN/m}$ . A warning message is overlaid on the frame: *Não se esqueça de virar a direção dos pilares* (Don't forget to turn the direction of the columns). The status bar at the bottom indicates the grid dimensions: H: 9641 mm, V: 4981 mm, X: 0 mm, Y: 2000 mm, and the grid spacing: X: 6000 mm, Y: 1000 mm.

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Viga V1 - Mezanino.ftl

File Options Display

Editing Mode: Selection

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0/mm

Uniform Loading

ELS: PP+SC

Direction

Global

Local

$Q_x: 0.00 \text{ kN/m}$

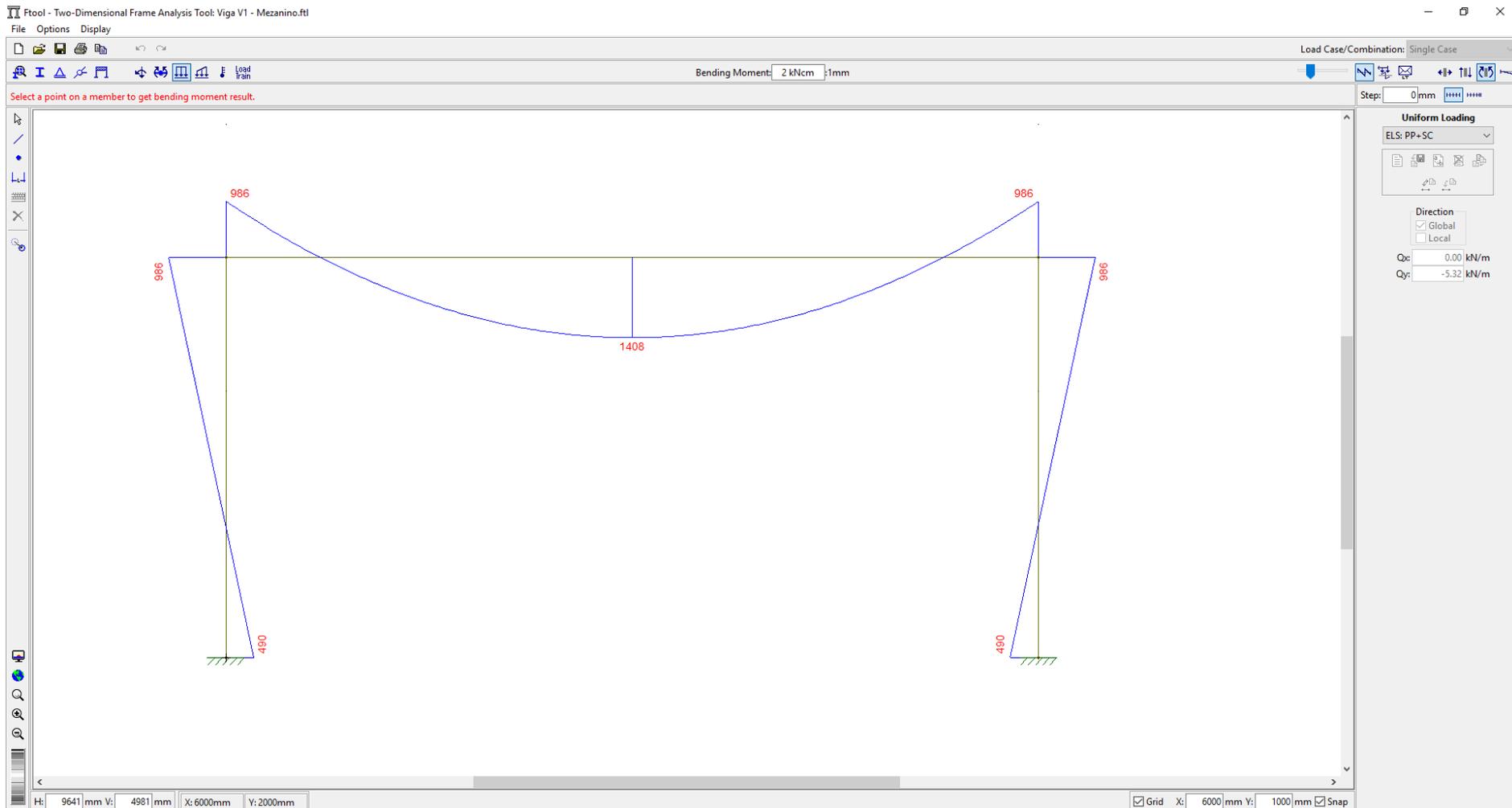
$Q_y: -5.32 \text{ kN/m}$

*Não se esqueça de virar a direção dos pilares*

H: 9641 mm V: 4981 mm X: 0 mm Y: 2000 mm

Grid X: 6000 mm Y: 1000 mm  Snap

# Cálculo dos pilares



# Cálculo dos pilares

ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Viga V1 - Mezanino.ftl

File Options Display

Load Case/Combination: Single Case

Axial Force: 0.0 kN >1mm

Step: 0mm

Select a point on a member to get axial force result.

Uniform Loading

ELS: PP+SC

Direction

Global

Local

Qx: 0.00 kN/m

Qy: -5.32 kN/m

H: 9641 mm V: 4981 mm X: 6000 mm Y: 4000 mm

Grid X: 6000 mm Y: 1000 mm  Snap

# Cálculo dos pilares

Perfis Laminados Gerdau NBR8800-081 - Excel

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibir Desenvolvedor Team Diga-me o que você deseja fazer Compartilhar

Recortar Copiar Pincel de Formatação Área de Transferência

Arial 11

Quebrar Texto Automaticamente

Normal 2 Vírgula 2 Normal Bom

Incorreto Neutra Cálculo Célula de Ve...

Inserir Excluir Formatar

AutoSoma Preencher Limpar

Classificar e Filtrar Localizar e Selecionar

F11

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V

## Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Resultado: **99,1%**

**W 200 x 46,1 (H)**

Perfil	Peso	%
W 360 x 44,0	44,00	80,98%
W 310 x 44,5	44,50	85,50%
W 250 x 44,8	44,80	98,88%
W 410 x 46,1	46,10	84,38%
W 360 x 51,0	51,00	69,29%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	87,45%
W 310 x 52,0	52,00	71,13%
W 460 x 52,0	52,00	68,34%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	91,22%
W 410 x 53,0	53,00	61,19%
W 360 x 57,8	57,80	60,62%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	75,93%
W 410 x 60,0	60,00	52,48%
W 460 x 60,0	60,00	55,82%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	65,30%
W 360 x 64,0	64,00	49,26%
W 530 x 66,0	66,00	48,45%
W 410 x 67,0	67,00	45,83%
W 460 x 68,0	68,00	47,26%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	61,47%
W 360 x 72,0	72,00	43,57%
W 530 x 72,0	72,00	37,03%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	49,71%
W 460 x 74,0	74,00	37,87%

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	2540
Ly (mm)	2540
N(kN)	-143,6
Vx(kN)	0
Vy(kN)	60,9
Mx(kN.cm)	12226
My(kN.cm)	986
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Lb (mm)	2540

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

Dados para Cálculo de NRd			
Qa	1,00		
Qs	1,00		
Q	1,00		
Nex(kN)	14247,2	r0(cm)	10,2
Ney(kN)	4813,9	Nez(kN)	5901,31
λ0	0,65		
χ	0,839		

Resultado:					
d(mm)	203	Wx(cm²)	447,6	rx(cm)	8,81
bf(mm)	203	Wy(cm²)	151,2	ry(cm)	5,12
d'(mm)	161	Zx(cm³)	495,3	Área(cm²)	58,6
tw(mm)	7,2	Zy(cm³)	229,5	ho/tw	22,4
tf(mm)	11	Ix(cm⁴)	4543	b/tf	9,2
h(mm)	181	Iy(cm⁴)	1535	Peso (kg/m)	46,1

Limite: 36,3 Compacta

Limite: 13,7 25,1 Compacta

1. Verificação da Esbelteza do perfil

Limite	Real	Status	%		
200	29	OK	14,4%	λx	24,8%
200	50	OK	24,8%	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
1542	143,6	OK	9,3%	1,1

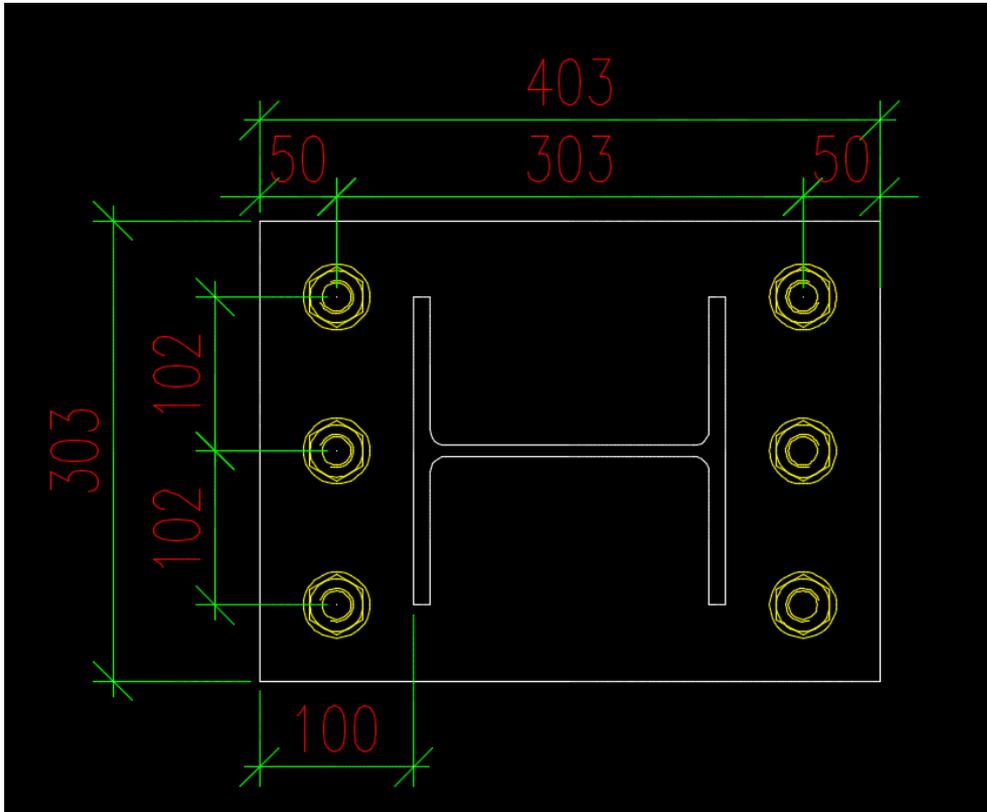
4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
15178	12226	OK	80,6%	1,1

Calcular Lista Tabela de Perfis Aços Plan5

**Atenção: se vc considerar Lfx, Lfy e Lb como 3000mm o pilar não é aprovado. A viga de 460mm pode ser descontada dos 3000mm gerando 2540mm de comprimentos de flambagem**

# Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores



$$\sigma_c = \frac{N}{A_p} + \frac{M}{W} = \frac{Nsd}{A \cdot B} + \frac{6 \cdot Msd}{B \cdot A^2}$$

$$\sigma_c = \frac{143,6}{30,3 \cdot 40,3} + \frac{6 \cdot 6044}{30,3 \cdot 40,3^2} = 0,86 \text{ kN/cm}^2$$

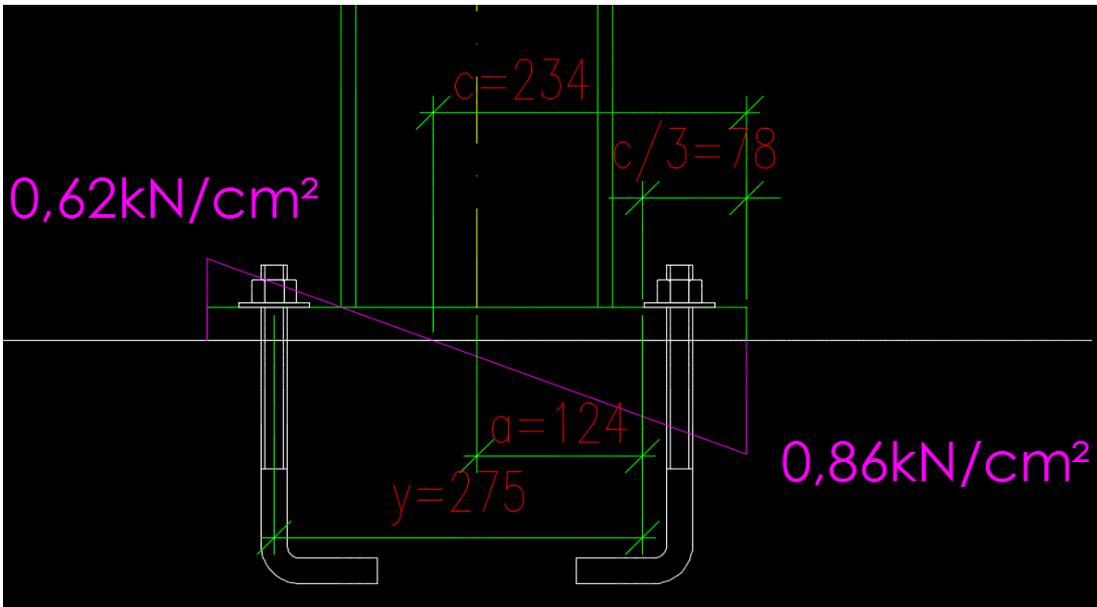
$$\sigma_t = \frac{N}{A_p} - \frac{M}{W} = \frac{Nsd}{B \cdot A} - \frac{6 \cdot Msd}{B \cdot A^2}$$

$$\sigma_t = \frac{143,6}{30,3 \cdot 40,3} - \frac{6 \cdot 6044}{30,3 \cdot 40,3^2} = -0,62 \text{ kN/cm}^2$$

Devemos proteger o concreto contra a carga de compressão  
(Considerando  $f_{ck}$  20MPa)

$$\sigma_{adm} = \frac{F_{ck}}{1,4} = \frac{2}{1,4} = 1,42 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

# Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores



$$T = (M - N \cdot a) / y$$

$$T = \frac{6044 - 143,6 \cdot 12,4}{27,5} = 155 \text{ kN}$$

Como são 3 chumbadores tracionados  
 $\rightarrow T = 51,66 \text{ kN}$

Carga nominal =  $51,66 / 1,4 = 36,9 \text{ kN}$  ou  $3,7 \text{ tf}$

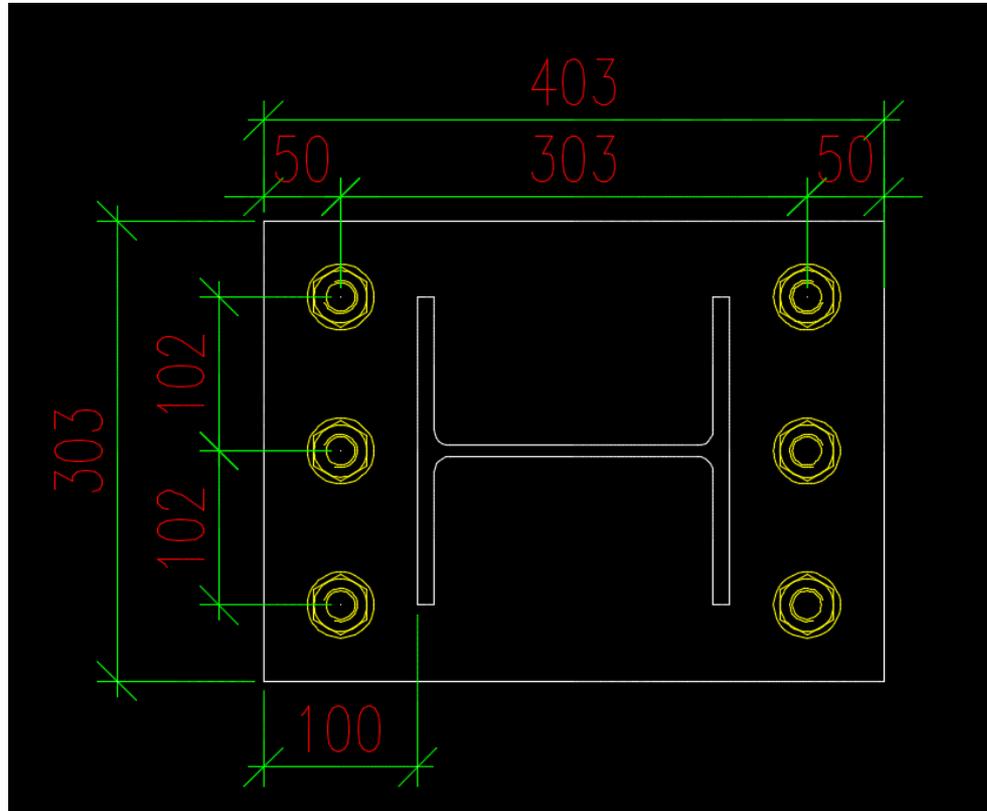
Resistência à tração

$$Frd = \frac{0,75 \cdot A_b \cdot F_{ub}}{1,35} \rightarrow A_b = \frac{1,35 \cdot 51,66}{0,75 \cdot 40} = 2,32 \text{ cm}^2 \rightarrow \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 2,32 \rightarrow D = 1,72 \text{ cm} \rightarrow \text{adotar } 3/4'' (19 \text{ mm})$$

Para barras  
 rosqueadas deve  
 atender também

$$Frd = \frac{A_b \cdot F_{yb}}{1,10} \rightarrow A_b = \frac{1,1 \cdot 51,66}{25} = 2,27 < 2,32 \text{ OK}$$

# Placas de Base com carga excêntrica – Momentos fletores



$$M_{sd} = \frac{0,86 \cdot 10^2}{2} = 43 \text{ kN.cm}$$

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{rd} \cdot 1,1}{F_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 43 \cdot 1,1}{25}} = 3,37 \text{ cm} \text{ adotar } 38,1 \text{ mm}$$

# LISTA DE MATERIAIS

Aplicação	Perfil	Material	Quant	U.M	Peso Unit.	Peso Total	Peso/m <sup>2</sup>	%
Pilares	W200X46,1 (H)	ASTM A572GR50	1	Barras 12m	553,2	553,2	9,22	16,37%
Vigas V1 e V3	W310X21	ASTM A572GR50	9	Barras 6m	126	1134	18,90	33,56%
Vigas V2	W460X52	ASTM A572GR50	2	Barras 12m	624	1248	20,80	36,93%
Vigas V4	Ulam 76,2X7,11	A36	7	Barras 6m	42,66	298,62	4,98	8,84%
Chapas de Base pilares pórtico	Chapa 403X303X38mm	A36	4	Peças	36,42	145,68	2,43	4,31%
<b>TOTAL</b>						<b>3379,5</b>	<b>56,33</b>	<b>100,00%</b>

## Exercício Proposto:

Qual seria o peso de um Mezanino para sobrecarga 300kg/m<sup>2</sup>?

# **LISTA DE MATERIAIS**

Quanto você cobraria nesse projeto?

Horas Estimadas:

Reuniões: 4h

Cálculo: 4h

Detalhamento: 8h

Visitas: 6h

**TOTAL: 22h**

X120,00/h = R\$2640,00

X160,00/h = R\$3520,00