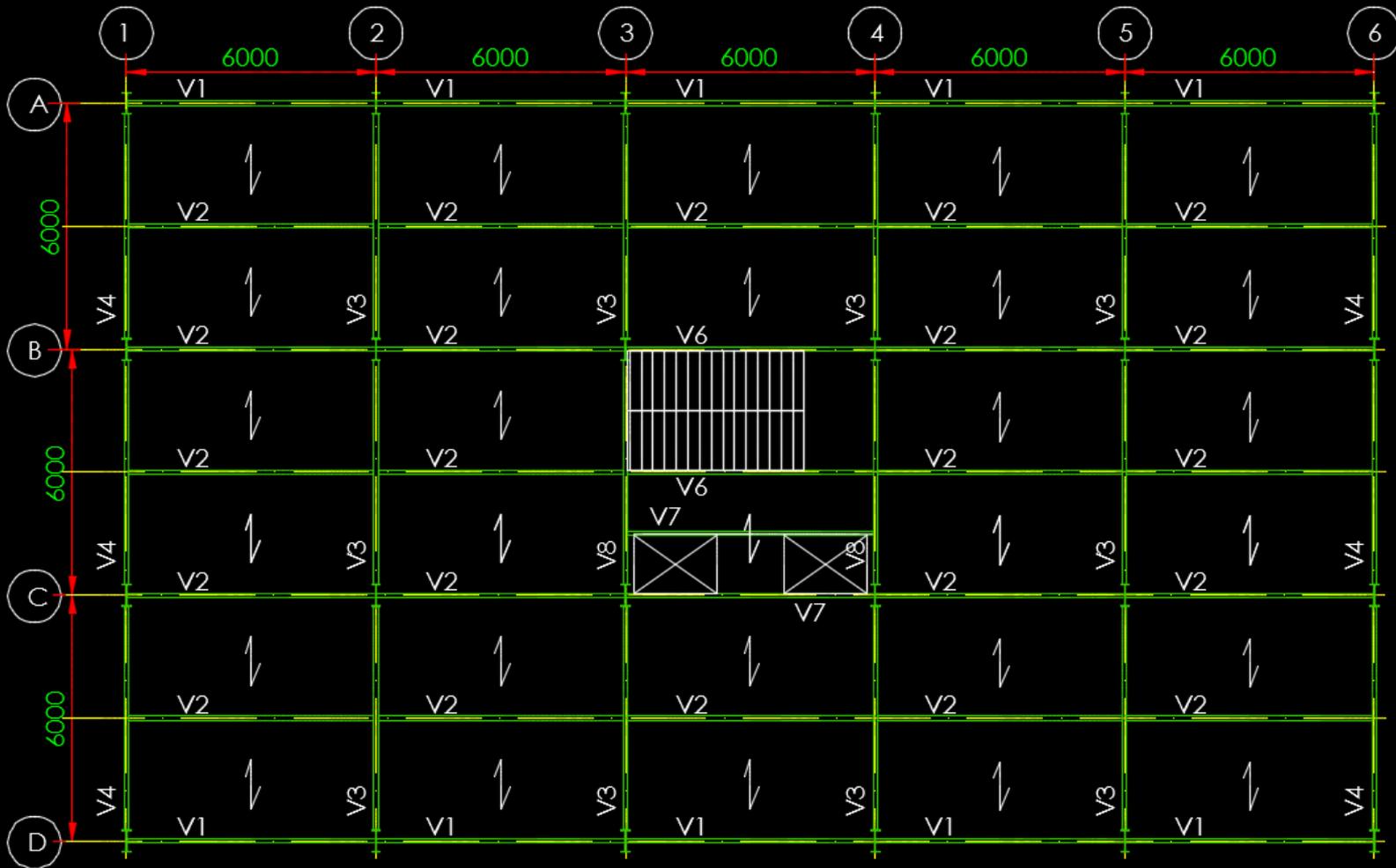


Projeto de um edifício de 8 pavimentos 1ª parte

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

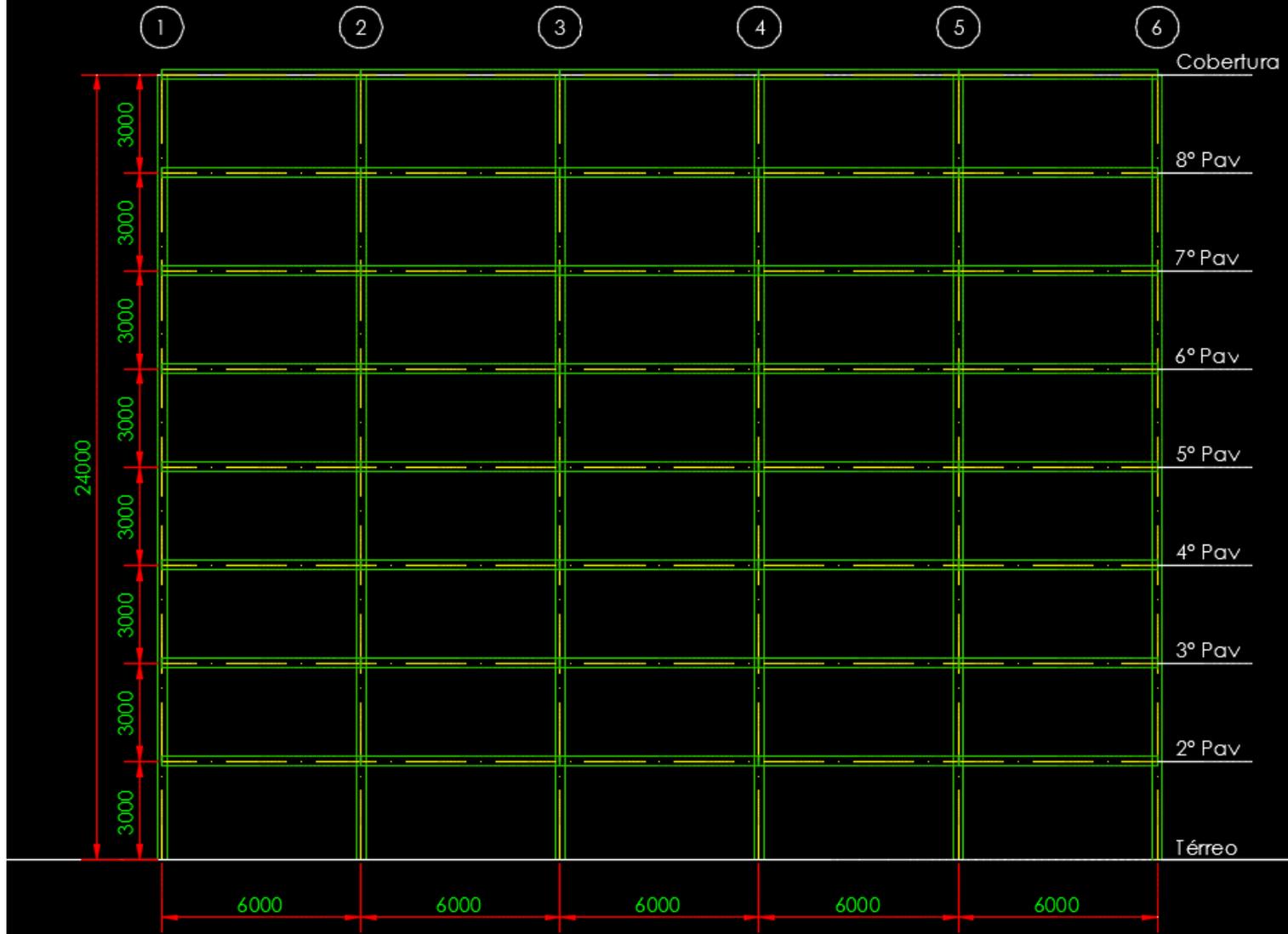
Características Estruturais

< Pav. Típico 2º Pav a 8º Pav >
Escala 1:150

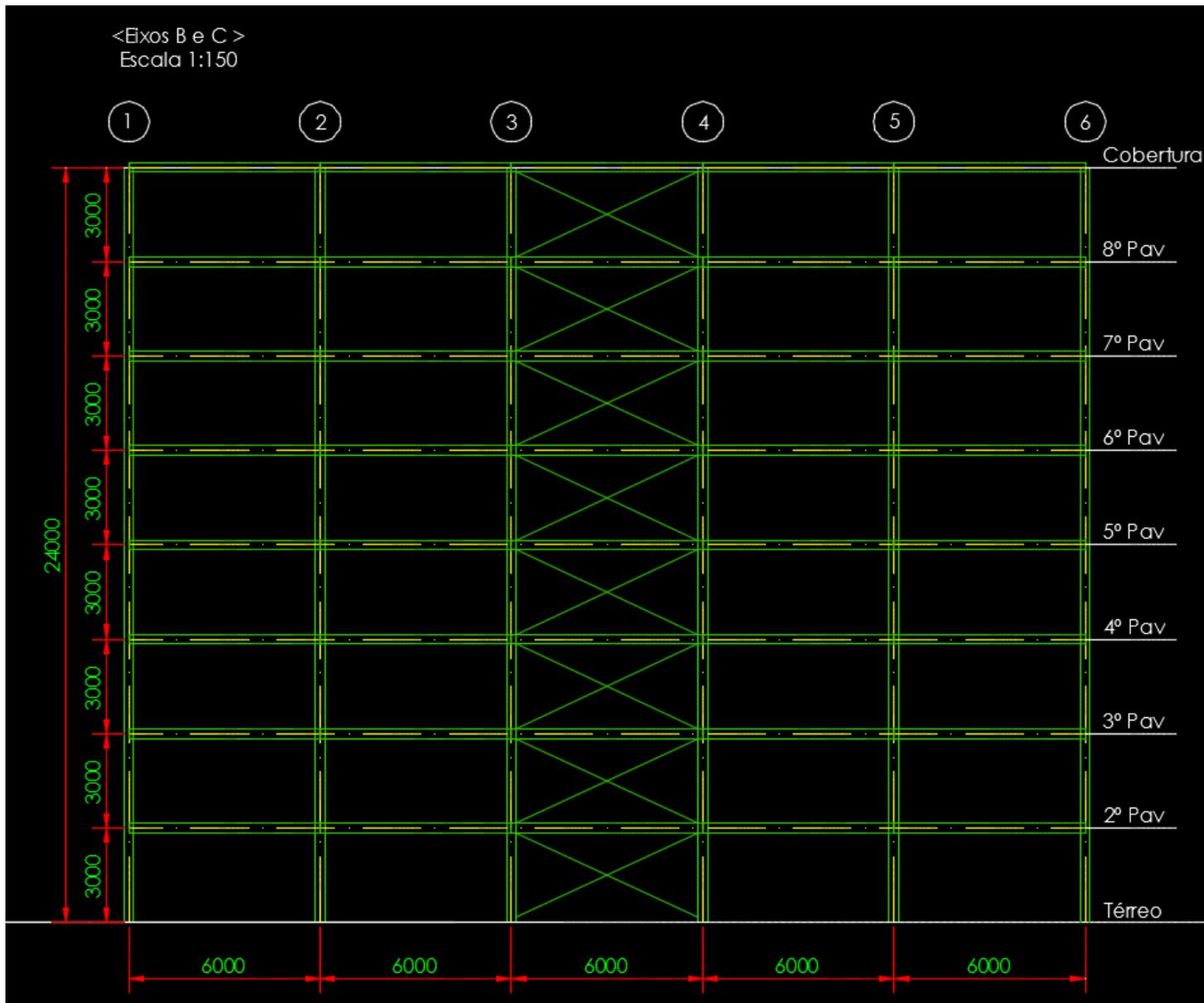


Características Estruturais

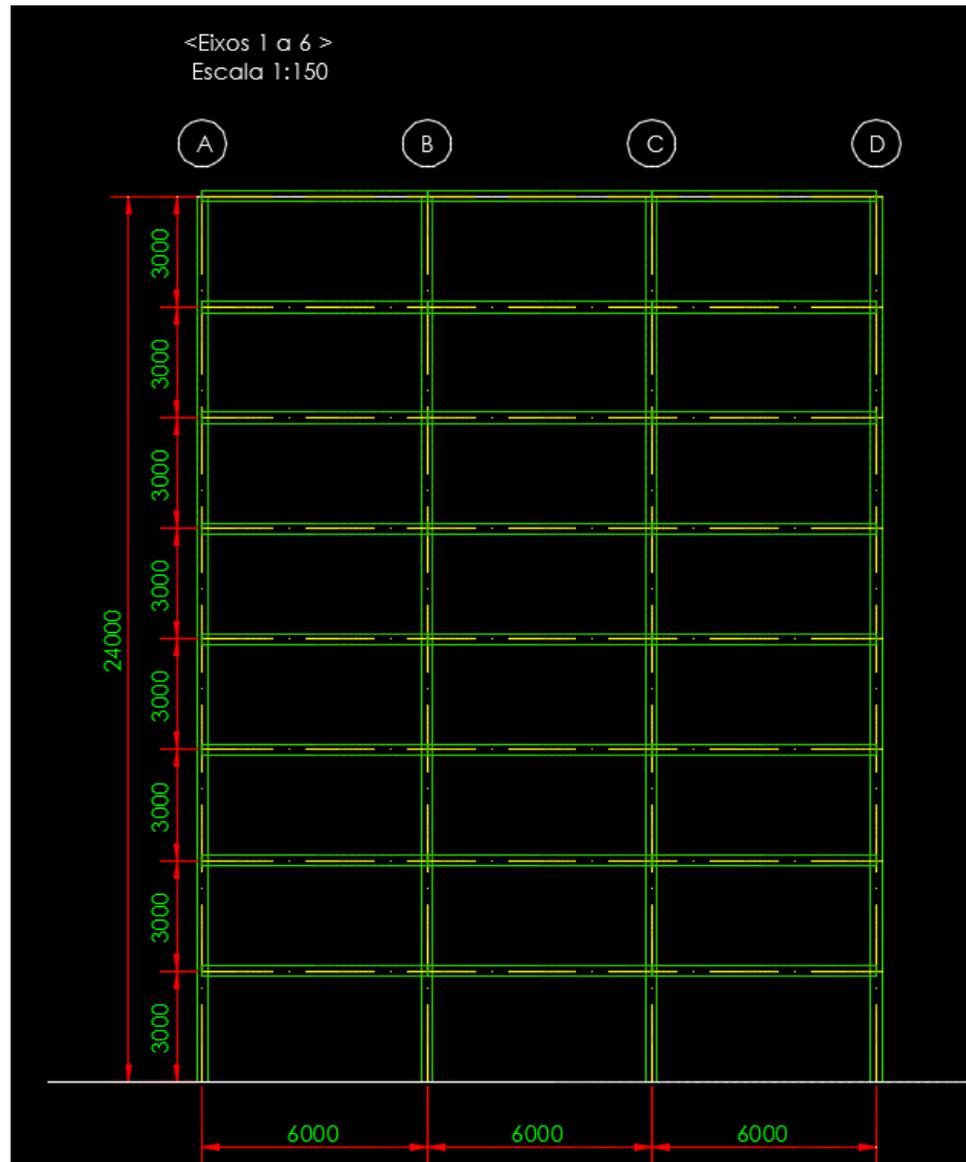
<Eixos A e D >
Escala 1:150



Características Estruturais

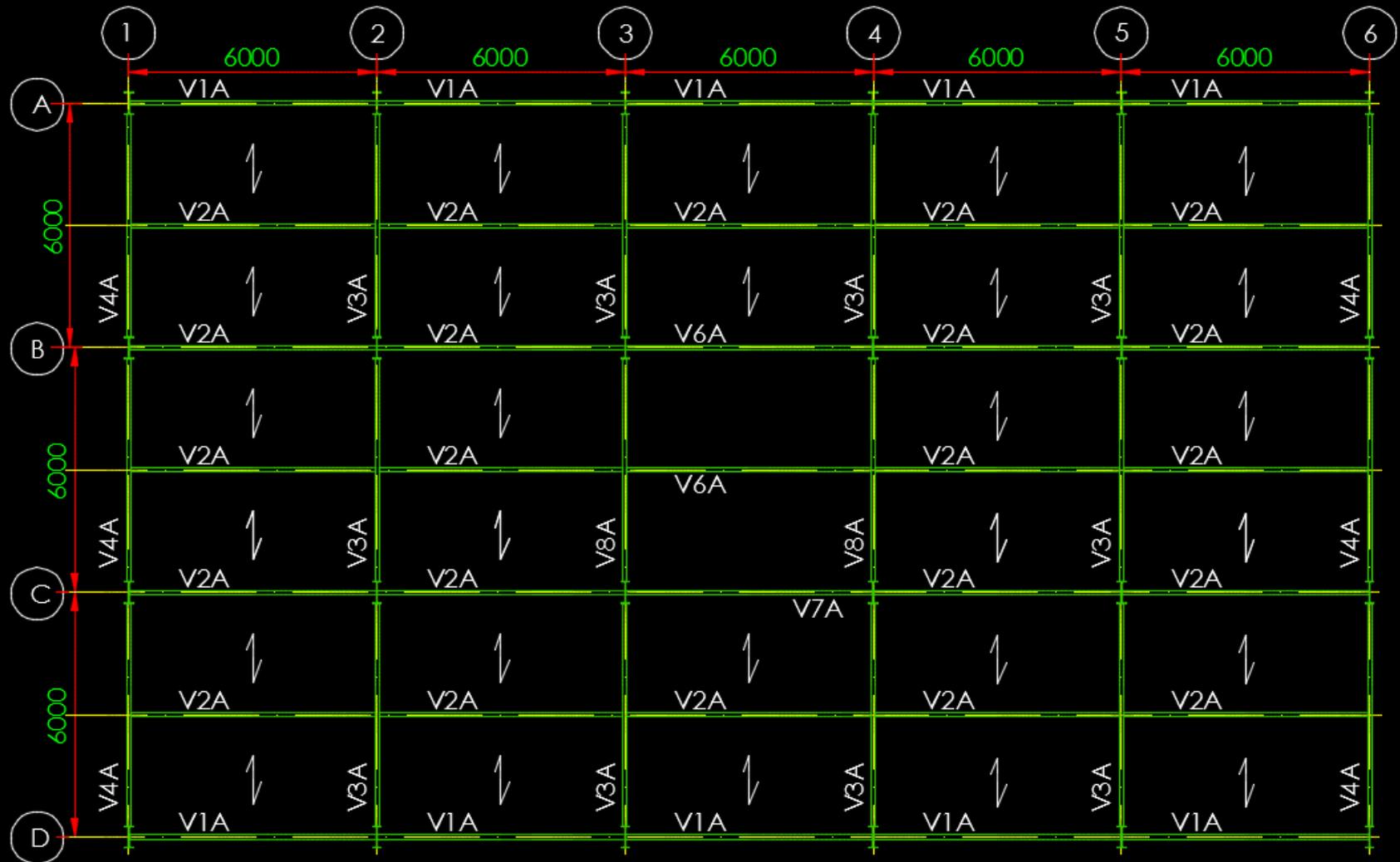


Características Estruturais



Características Estruturais

<Planta da cobertura >
Escala 1:150



Informações da edificação:

Espessura da laje: 9cm

Paredes bloco Sical 12cm com revestimento de 3cm (1,22kN/m para cada metro de altura da parede)

Peso próprio da estrutura metálica (36kg/m² para o piso de cada pavimento – Estimativa)

Forro de gesso 31kg/m²

Impermeabilização da cobertura: 2cm de argamassa

Volume da caixa d'água (estimado) 15.552litros (população 1296 pessoas)

Altura da Lâmina d'água: 1,37m

Peso da caixa d'água (13,41kN/m²) – Cercada por paredes do mesmo bloco sical e revestimento

Cargas Acidentais:

Sobrecarga de Cobertura: 0,5kN/m²

Sobrecarga nos Pisos de pavimentos: 2 kN/m²

Sobrecarga nas escadas: 3kN/m²

Elevador (Casa de máquinas) 7,5kN/m²

Localização – Rio de Janeiro - V0 = 35m/s

Cálculo da pressão do vento nas paredes

Velocidade básica do vento: $V_0 = 35\text{m/s}$

Fator topográfico $S_1 = 1,0$

Fator topográfico S_2 : Categoria IV, Classe B

$H=5\text{m} \dots\dots\dots S_2 = 0,76$

$H=10\text{m} \dots\dots\dots S_2 = 0,83$

$H=15\text{m} \dots\dots\dots S_2 = 0,88$

$H=20\text{m} \dots\dots\dots S_2 = 0,91$

$H=30\text{m} \dots\dots\dots S_2 = 0,96$

Fator Estatístico $S_3 = 1,0$

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$$q = 0,613 \cdot V_k^2$$

$$q(5\text{m}) = 0,43\text{kN/m}^2$$

$$q(10\text{m}) = 0,52\text{kN/m}^2$$

$$q(15\text{m}) = 0,58\text{kN/m}^2$$

$$q(20\text{m}) = 0,62\text{kN/m}^2$$

$$q(30\text{m}) = 0,69\text{kN/m}^2$$

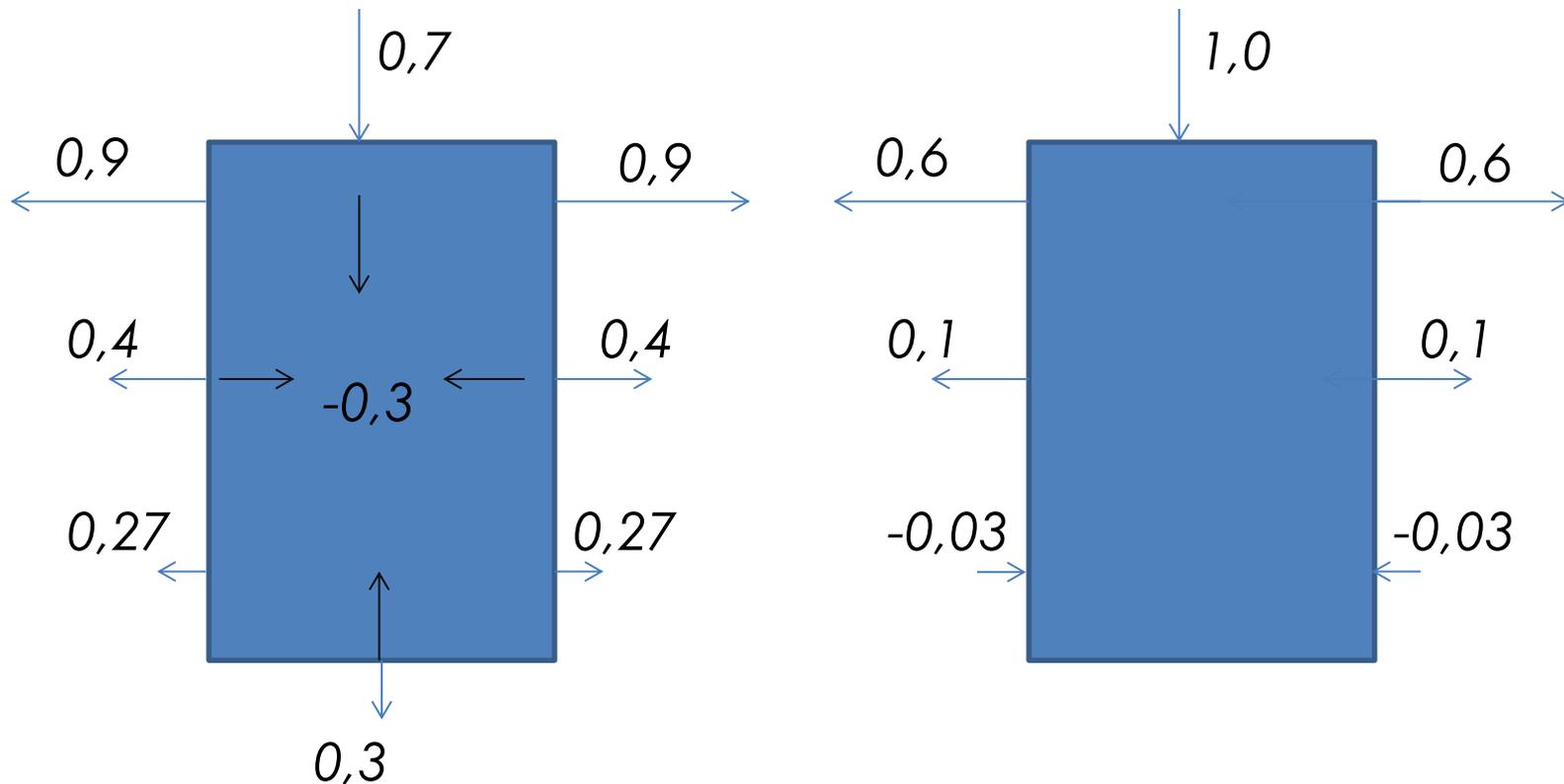
Cálculo da pressão do vento nas paredes

$$\frac{1}{2} < \frac{h}{b} = \frac{24}{18} = 1,34 < \frac{3}{2}$$

$$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} = \frac{30}{18} = 1,67 < 4$$

4 faces igualmente permeáveis: $CPI = 0,00$ ou $CPI = 0,3$

Para vento a 0°



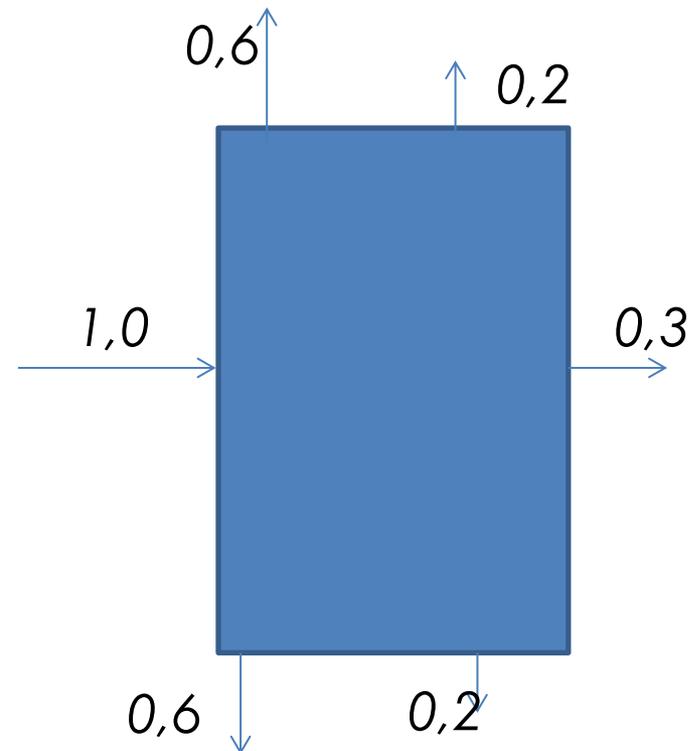
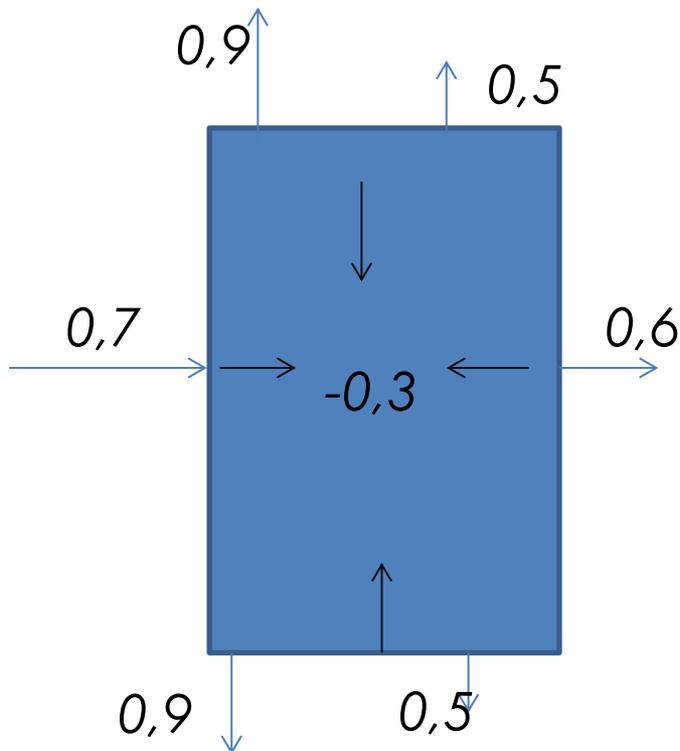
Cálculo da pressão do vento nas paredes

$$\frac{1}{2} < \frac{h}{b} = \frac{24}{18} = 1,34 < \frac{3}{2}$$

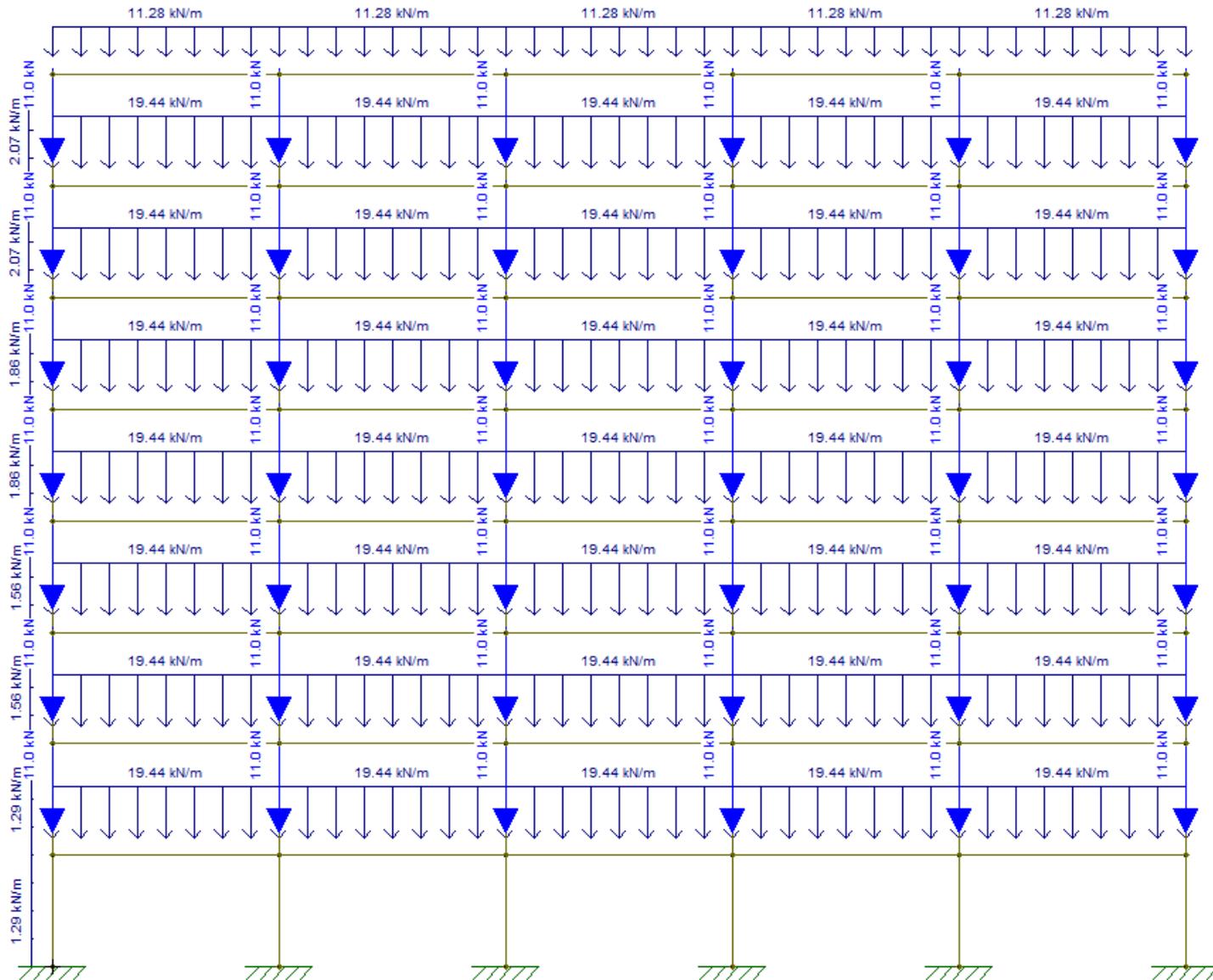
$$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} = \frac{30}{18} = 1,67 < 4$$

4 faces igualmente permeáveis: $CPI = 0,00$ ou $CPI = 0,3$

Para vento a 0°



ELS: Eixos A e D



Pilares: HP310X79
Vigas V1: W310X21

ELS: Eixos A e D

Carga distribuída na viga da cobertura

$$PP + SC = 0,21 + (2,25+0,63+0,31) \times 3 + 0,5 \times 3 = 11,28 \text{ kN/m}$$

Carga distribuída na viga do Pav. Tipo

$$PP + SC = 0,21 + (2,25+0,63+0,31) \times 3 + 2 \times 3 + 1,22 \times 3 = 19,44 \text{ kN/m}$$

Carga pontual oriunda da parede no eixo perpendicular ao pilar

$$PP = 1,22 \times 3 \times 3 + 0,21 \times 3 = 11,61 \text{ kN}$$

ELS: Eixos A e D

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Eixos A e D.ftl

File Options Display

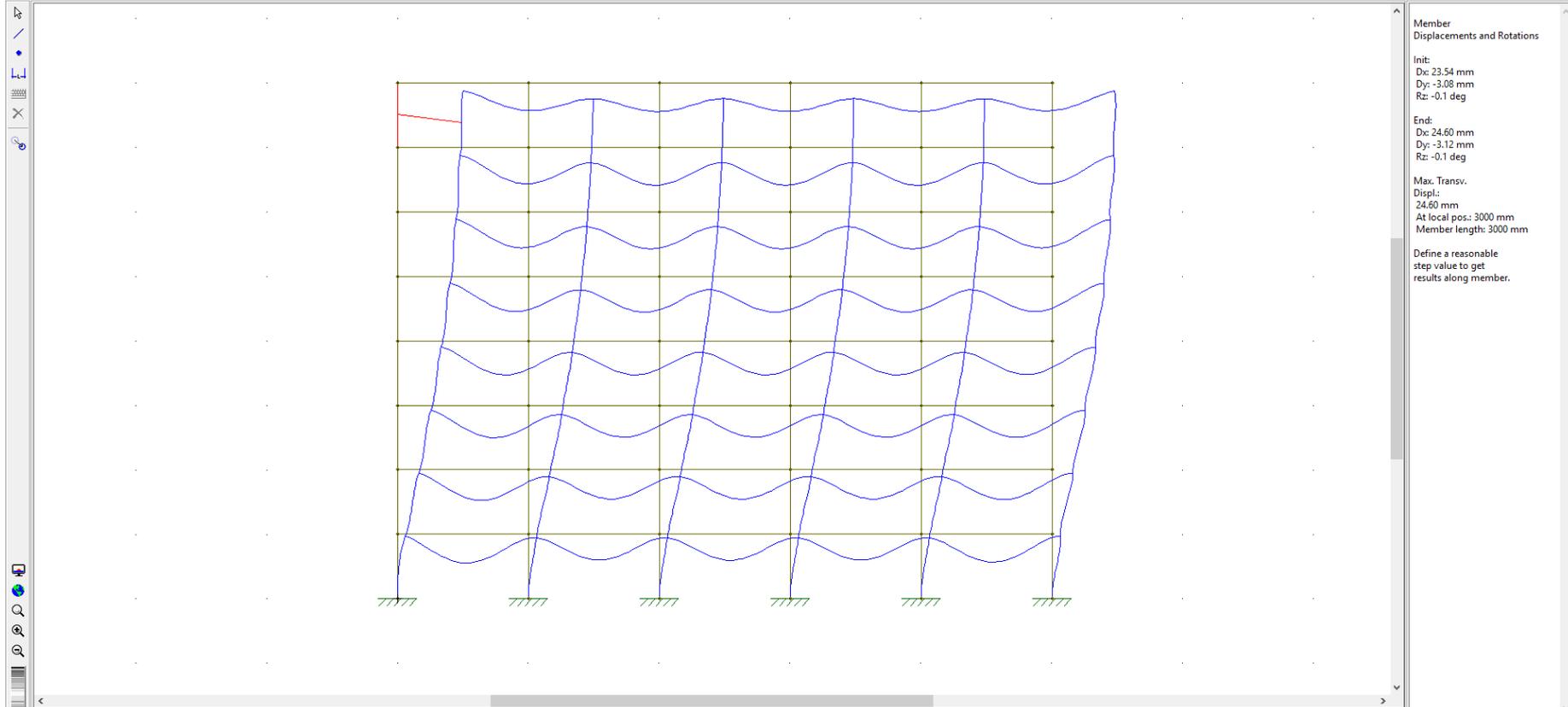


Deformed Factor: 121.9

Load Case/Combination: Single Case

Displ./rotat. at local pos.: x = 1531 mm L = 3000 mm - Dx: 24.10 mm Dy: -3.10 mm Rz: 0.0 deg

Step: 0mm



Member Displacements and Rotations

Init:
Dx: 23.54 mm
Dy: -3.08 mm
Rz: -0.1 deg

End:
Dx: 24.60 mm
Dy: -3.12 mm
Rz: -0.1 deg

Max. Transv.
Displ:
24.60 mm
At local pos.: 3000 mm
Member length: 3000 mm

Define a reasonable step value to get results along member.

H: 62115 mm V: 32088 mm X: 42000 mm Y: 12000 mm

Grid X: 6000 mm Y: 3000 mm Snap

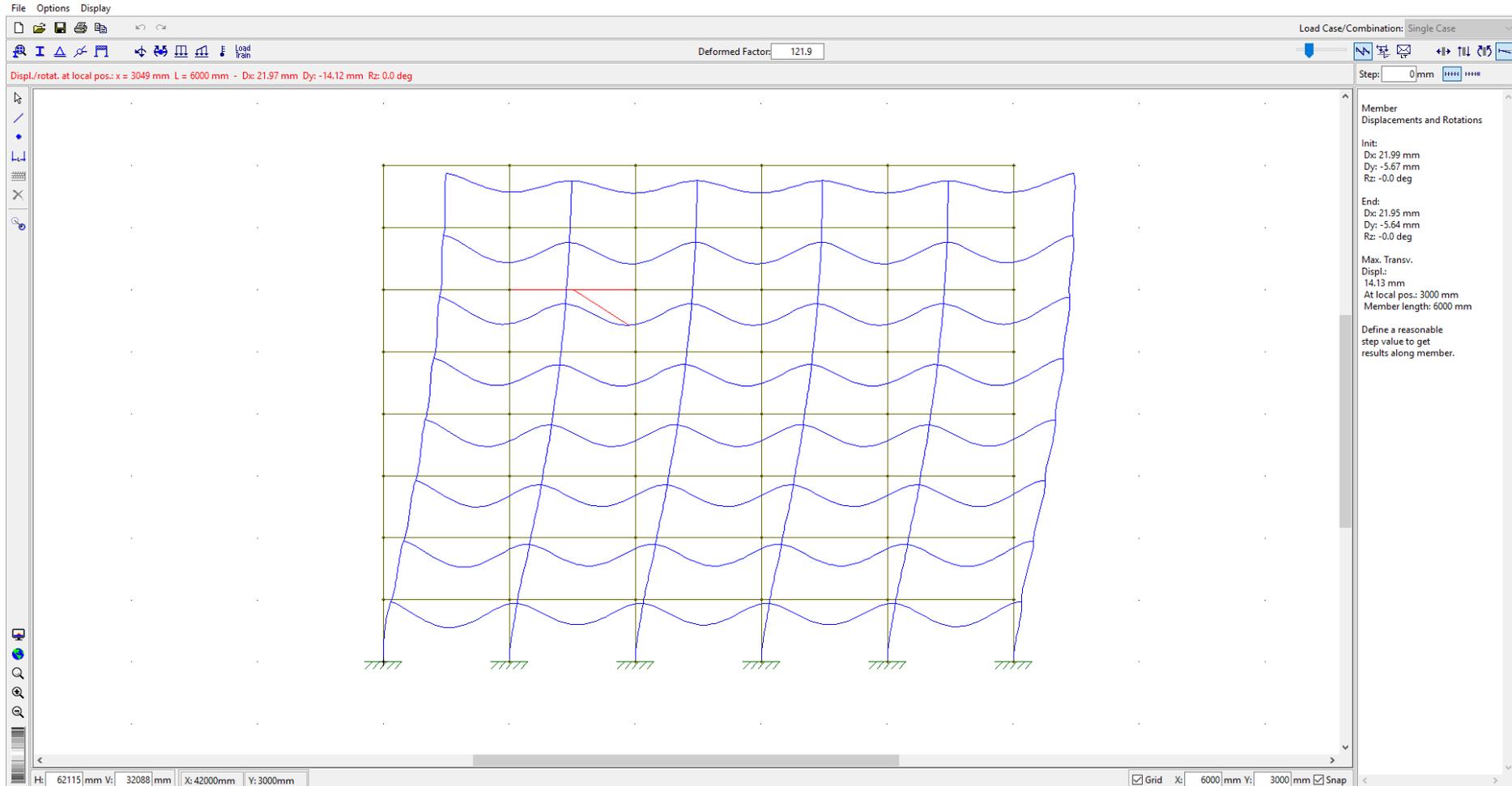
ELS: Eixos A e D

	<i>L/300</i>
Galpões em geral e edifícios de um pavimento: - Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base - Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	<i>H/300</i> <i>H/400^{kl}</i>
Edifícios de dois ou mais pavimentos: - Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base - Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	<i>H/400</i> <i>h/500^m</i>
Lajes mistas	Ver Anexo Q

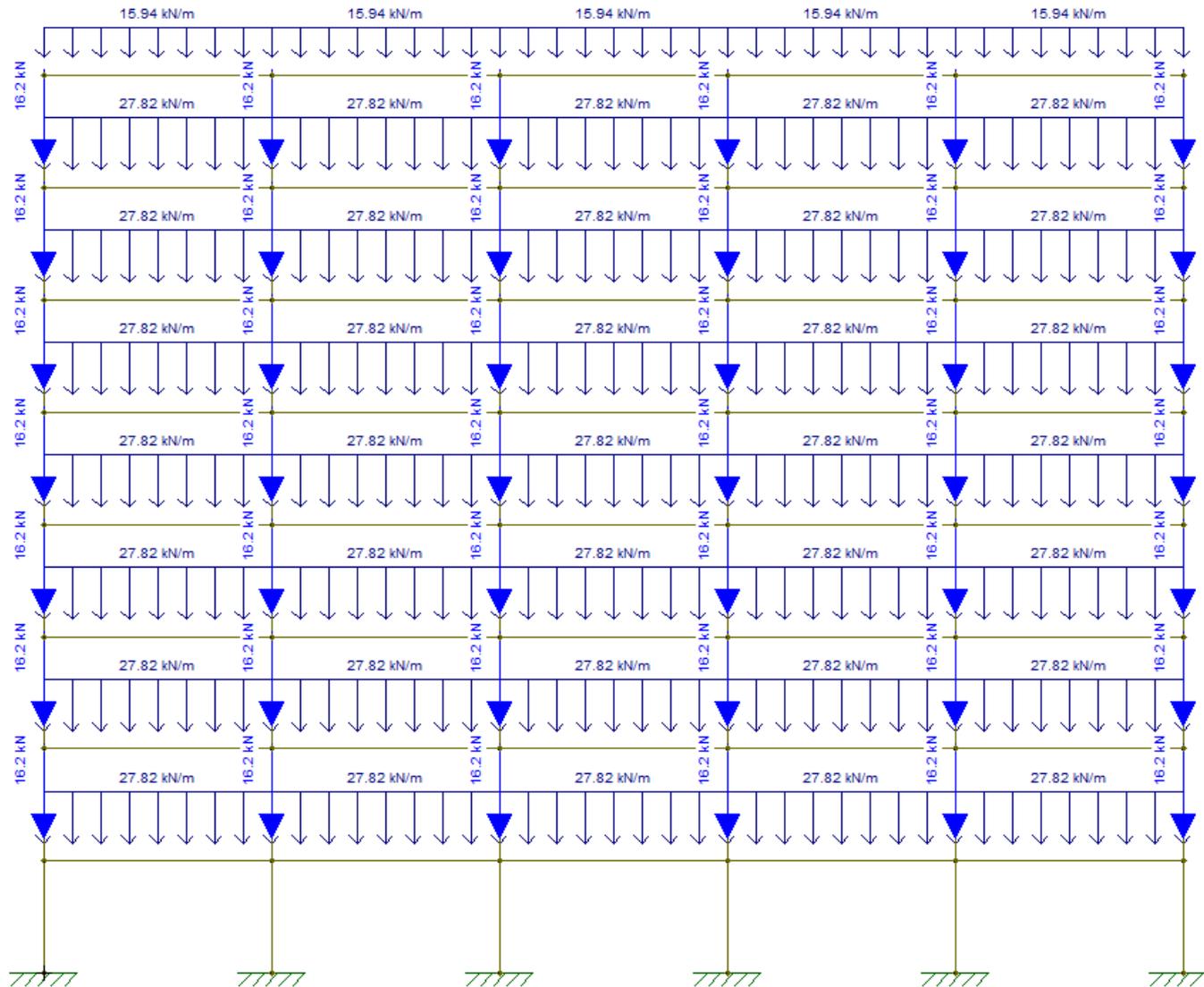
$$f_{max} = \frac{L}{400} = \frac{24000}{400} = 60mm > 24mm \text{ OK}$$

ELS: Eixos A e D

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Eixos A e D.ftl

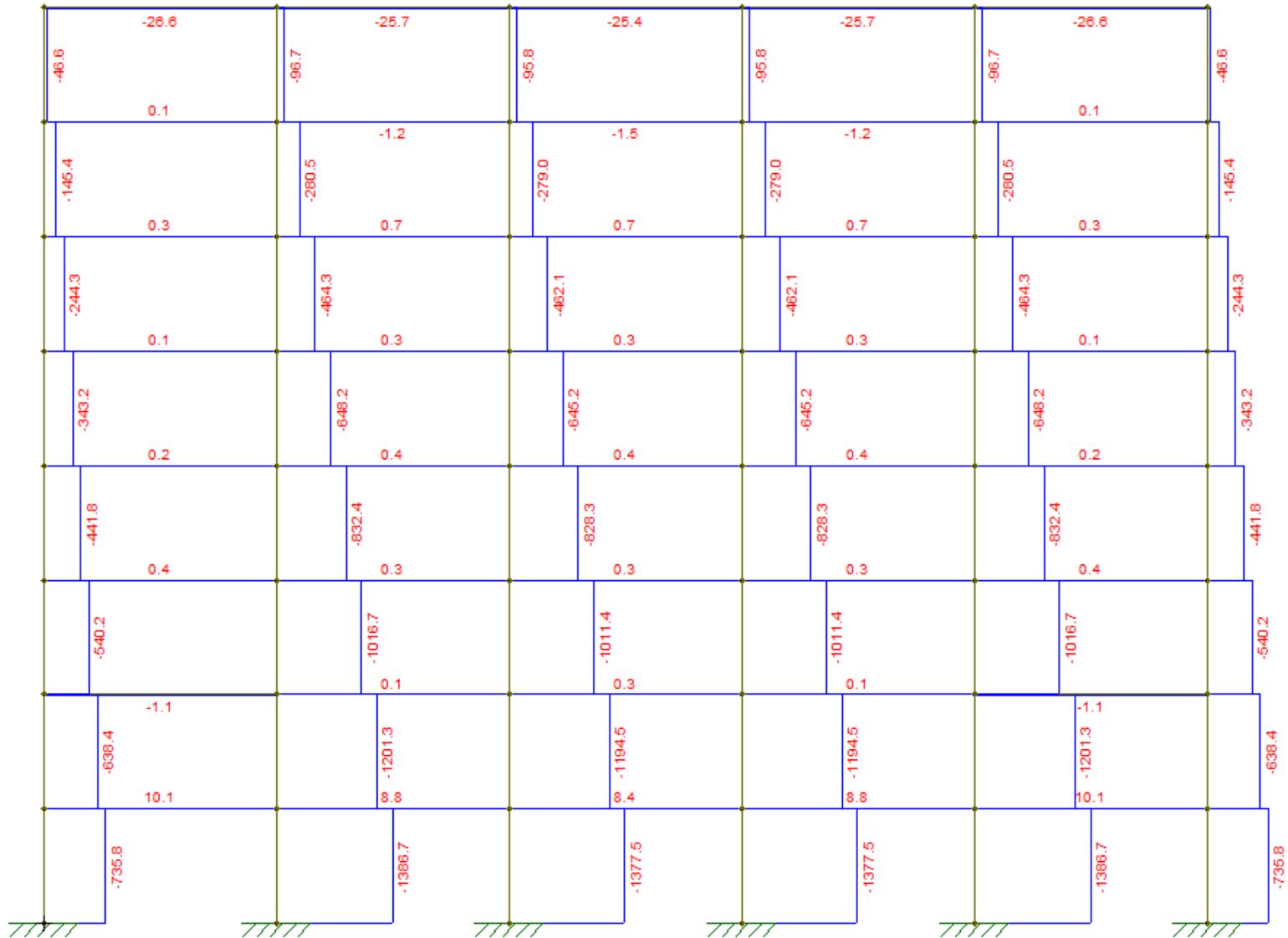


ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)



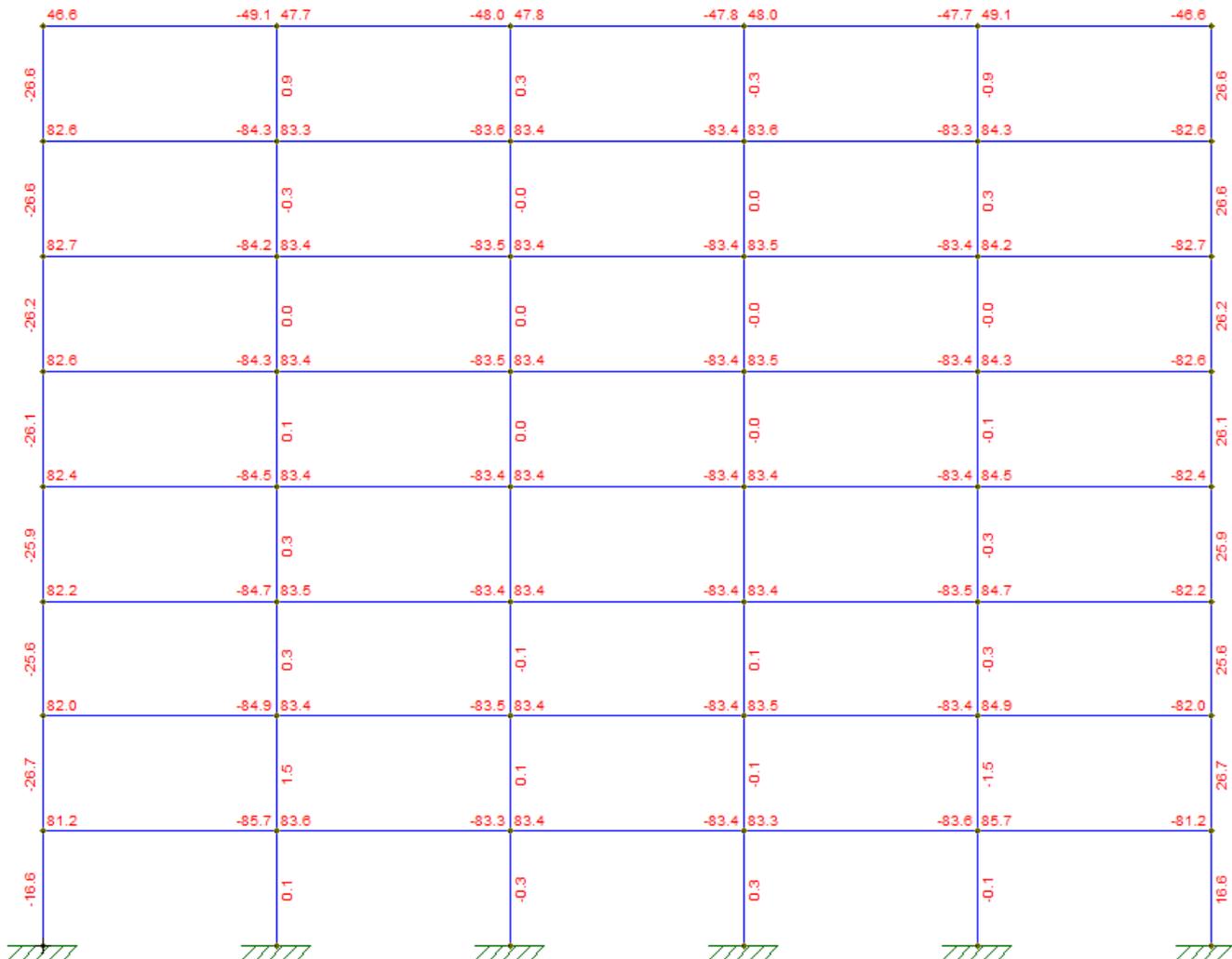
ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

Compressão



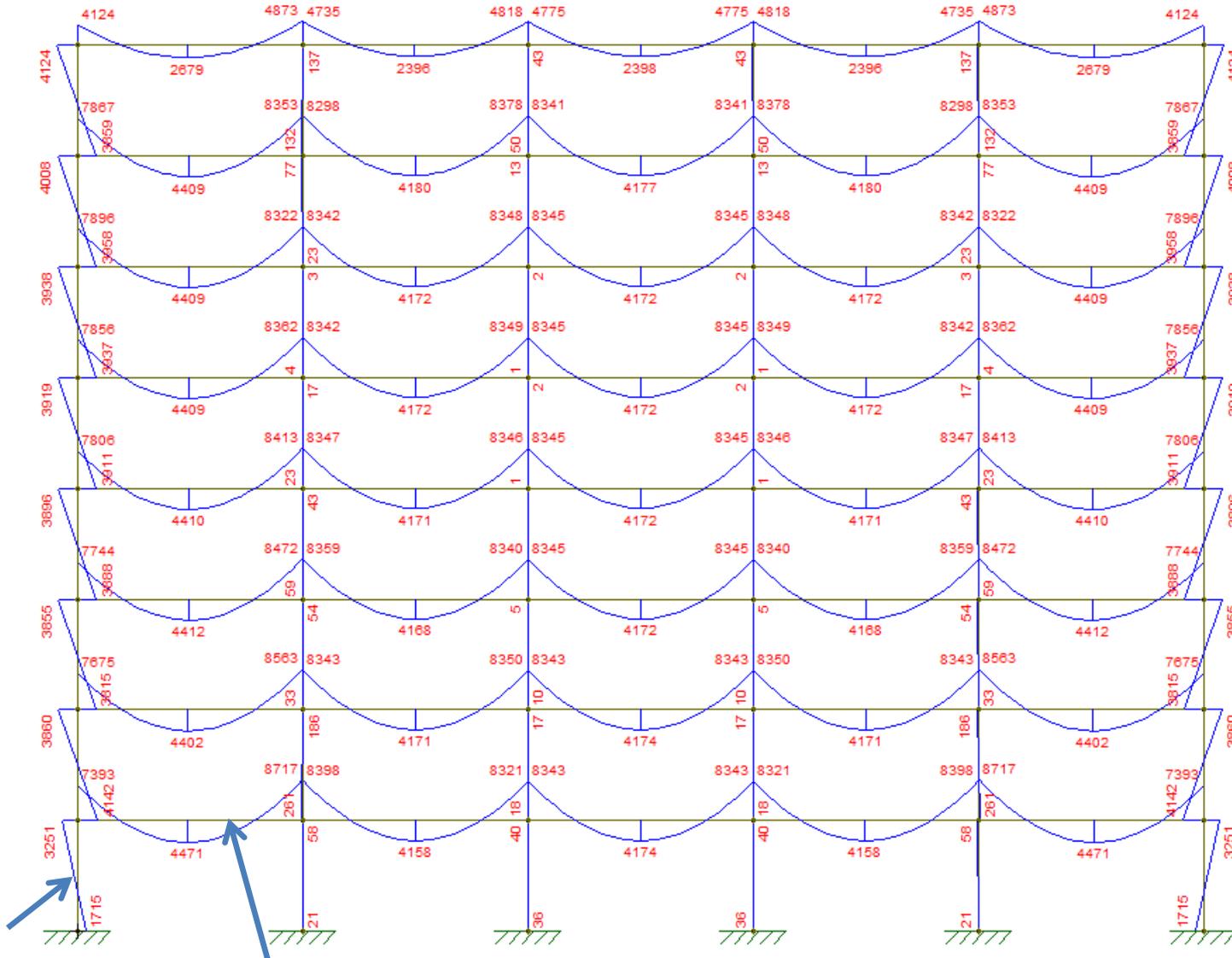
ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

Cortante



ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

Momentos Fletores



ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC) Momentos Fletores

Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Enforcar o Ductilizar

Lx (mm)	3000
Ly (mm)	3000
Ni(kN)	-735,8
Vx(kN)	16,6
Vy(kN)	0
Mx(kN.cm)	0
My(kN.cm)	2210
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	3000

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

Dados para Cálculo do Nrd	
Qa	1,00
Qs	0,99
Q	0,99
Nex(kN)	36477,4
Ney(kN)	11755,2
Δ0	0,54
x	0,885

Esbelteza Limite FLA-B-B		Esbelteza Limite FLA-Y-Y	
Alma	25,18	Alma	25,18
Ap	91,40	Ap	27,23
Ar	138,56	Ar	34,03
Mr	37649,85	Mr	8889,77
Compacta		Compacta	

Esbelteza Limite FLM-B-B		Esbelteza Limite FLM-Y-Y	
Alma	13,91	Alma	13,91
Ap	9,24	Ap	9,24
Ar	24,12	Ar	24,12
Mr	26354,90	Mr	8300,36
Semi-Compacta		Semi-Compacta	

Momento Plástico - Zfy - B-B		Momento Plástico - Zfy - Y-Y	
Mpl(kN.cm)	41748	Mpl(kN.cm)	18126

MRd-B-B		MRd-Y-Y	
FLA	41748	FLA	18126
FLM	33559	FLM	13674
1,5*W*Fy	51341	1,5*W*Fy	16170

Resultado:

41,1%

HP 310 x 79,0 (H)

d(mm)	299	wx(cm²)	1091,3	rx(cm)	12,77
b(mm)	306	wy(cm²)	343,7	ry(cm)	7,25
d'(mm)	245	Zx(cm³)	1210,1	Área(cm²)	100
tw(mm)	11	Zy(cm³)	525,4	ho/tw	22,3
tf(mm)	11	Ix(cm⁴)	16316	b/tf	13,9
h(mm)	277	Iy(cm⁴)	5258	Peso (kg/m)	79,0

Limite: ### Compacta
Limite: 13,7 25,1 semicompacta

1. Verificação da Esbelteza do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	23	OK	11,7%	Lx
200	41	OK	20,7%	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
2753	735,8	OK	26,7%	1,1

4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
33559	0	N.A	0,0%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	32,3
13674	2210	OK	16,2%	1,1	ly	5256,6
					wef	257,7

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1267	16,6	OK	1,3%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
619	0	N.A	0,0%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,267

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N.Mx/My	100%	OK	41,1%

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 200 x 46,1 (H)	46,10	78,85%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	68,55%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	70,63%
W 360 x 57,8	57,80	97,69%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	60,23%
W 410 x 60,0	60,00	92,58%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	54,43%
W 360 x 64,0	64,00	71,72%
W 410 x 67,0	67,00	81,37%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	49,46%
W 360 x 72,0	72,00	63,70%
W 530 x 72,0	72,00	77,09%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	43,20%
W 460 x 74,0	74,00	71,59%
W 530 x 74,0	74,00	94,41%
W 410 x 75,0	75,00	72,58%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	41,09%
W 360 x 79,0	79,00	56,96%
W 250 x 80,0 (H)	80,00	39,16%
W 460 x 82,0	82,00	64,34%
W 530 x 82,0	82,00	63,58%
HP 250 x 85,0 (H)	85,00	51,11%
W 410 x 85,0	85,00	63,30%
W 530 x 85,0	85,00	78,94%
W 200 x 86,0 (H)	86,00	40,48%
W 250 x 89,0 (H)	89,00	35,02%
W 460 x 89,0	89,00	57,97%
W 360 x 91,0 (H)	91,00	46,47%
W 530 x 92,0	92,00	54,97%
HP 310 x 93,0 (H)	93,00	33,06%
W 310 x 97,0 (H)	97,00	30,35%
W 460 x 97,0	97,00	53,43%
W 250 x 101,0 (H)	101,00	30,84%
W 360 x 101,0 (H)	101,00	35,07%
W 530 x 101,0	101,00	49,07%
W 610 x 101,0	101,00	48,15%
W 460 x 106,0	106,00	56,36%
W 310 x 107,0 (H)	107,00	19,43%
W 530 x 109,0	109,00	45,18%
HP 310 x 110,0 (H)	110,00	20,30%
W 360 x 110,0 (H)	110,00	23,85%
W 610 x 113,0	113,00	42,08%
W 250 x 115,0 (H)	115,00	22,66%
W 310 x 117,0 (H)	117,00	19,33%
W 360 x 122,0 (H)	122,00	23,85%

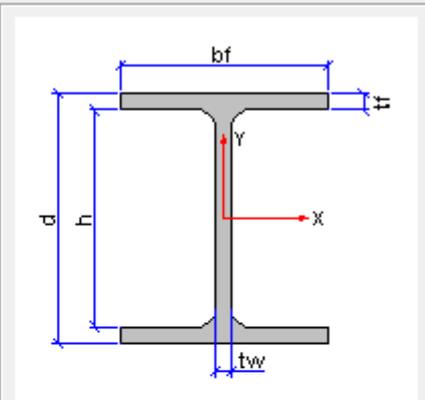
ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC) Momentos Fletores

H Laminado

Identificação
Perfil **HP 310 x 79**

Dimensões

d	299 mm	Ag	100 cm ²	W _x	1091,3 cm ³
tw	11 mm	I _x	16316 cm ⁴	W _y	343,7 cm ³
bf	306 mm	I _y	5258 cm ⁴	Z _x	1210,1 cm ³
tf	11 mm	I _T	46,72 cm ⁴	Z _y	525,4 cm ³
P		79	kgf/m		



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

Compr. Flambagem

L _{flx}	300 cm
L _{fly}	300 cm
L _b	300 cm

Solicitações

N _d	-735 kN
V _d	26,6 kN
M _{dx}	1 kN.cm
M _{dy}	2210 kN.cm

Resultados

Rd(N _d)	-2453,06 kN	OK!
Rd(V _d)	561,68 kN	OK!
Rd(M _{dx})	30045,10 kN.cm	OK!
Rd(M _{dy})	11691,60 kN.cm	OK!
Rd(M _d +N _d)	0,51 <= 1	OK!

Calculador Mais Leve Relatório Ok

ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

Momentos Fletores

Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Esforços Distribuídos	
Lx (mm)	6000
Ly (mm)	1000
Nl(kN)	10,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	85,7
Mx(kN.cm)	8717
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	1000
Material	
ASTMA572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo do Nrd	
Qa	1,00
Qs	1,00
Q	1,00
Nex(kN)	2110,5
Ney(kN)	1971,9
λ0	0,69
χ	0,819

Esbeltez Limite FLA-Z		Esbeltez Limite FLA-Y	
λalma	57,18	λalma	57,18
λp	91,40	λp	27,23
λr	138,56	λr	34,03
Mr	8597,40	Mr	502,65
Compacta		Esbelta	

Esbeltez Limite FLM-Z		Esbeltez Limite FLM-Y	
λmesa	8,86	λmesa	8,86
λp	9,24	λp	9,24
λr	24,12	λr	24,12
Mr	6018,18	Mr	470,93
Compacta		Compacta	

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

MRZ-Z		MRZ-Y	
FLA	10071	FLA	612
FLM	10071	FLM	1083
1,5*W*Fy	11724	1,5*W*Fy	917

Resultado:

118,8%

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	%	Coef. S
300	51	OK	17,0%	λx
300	53	OK	17,5%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
853	10,1	OK	1,2%	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
7372	8717	NOK	118,2%	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 20,1

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	85,7	OK	29,5%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,012

Combinação	Limite	Resultado	Cálculo
N, Mx, My	100%	NOK	118,8%

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 310 x 23,8	23,80	96,26%
W 250 x 25,3	25,30	92,59%
W 200 x 26,6	26,60	98,92%
W 310 x 28,3	28,30	71,79%
W 250 x 28,4	28,40	79,52%
W 200 x 31,3	31,30	82,48%
W 250 x 32,7	32,70	65,24%
W 310 x 32,7	32,70	59,56%
W 360 x 32,9	32,90	51,14%
W 200 x 35,9 (H)	35,90	73,65%
W 150 x 37,1 (H)	37,10	88,99%
W 250 x 38,5	38,50	54,00%
W 310 x 38,7	38,70	45,49%
W 410 x 38,8	38,80	38,04%
W 360 x 39,0	39,00	41,95%
W 200 x 41,7 (H)	41,70	62,26%
W 360 x 44,0	44,00	35,72%
W 310 x 44,5	44,50	39,27%
W 250 x 44,8	44,80	46,12%
W 200 x 46,1 (H)	46,10	56,39%
W 410 x 46,1	46,10	31,46%
W 360 x 51,0	51,00	31,15%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	48,79%
W 310 x 52,0	52,00	33,23%
W 460 x 52,0	52,00	25,60%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	50,85%
W 410 x 53,0	53,00	26,85%
W 360 x 57,8	57,80	27,61%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	42,59%
W 410 x 60,0	60,00	23,34%
W 460 x 60,0	60,00	21,72%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	37,93%
W 360 x 64,0	64,00	24,46%
W 530 x 66,0	66,00	18,03%
W 410 x 67,0	67,00	20,58%
W 460 x 68,0	68,00	18,77%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	34,78%
W 360 x 72,0	72,00	21,79%
W 530 x 72,0	72,00	16,11%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	28,44%
W 460 x 74,0	74,00	16,94%
W 530 x 74,0	74,00	15,57%
W 410 x 75,0	75,00	18,47%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	26,14%
W 360 x 79,0	79,00	19,50%

ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

Momentos Fletores

Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	6000
Ly (mm)	1000
N(kN)	10,1
Vx(kN)	0
Vy(kN)	85,7
Mx(kN.cm)	8717
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	1000
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de MRd	
Qa	1,00
Qs	1,00
Q	1,00
Nex(kN)	3074,1
Ney(kN)	3173,1
λ0	0,64
χ	0,842

Esbelteza Limite FLR-R		Esbelteza Limite FLAY-Y	
λalma	48,53	λalma	48,53
λp	91,40	λp	27,23
λr	138,56	λr	34,03
Mr	12282,00	Mr	800,73
Compacta		Esbelta	

Esbelteza Limite FLR-R		Esbelteza Limite FLAY-Y	
λmesa	5,73	λmesa	5,73
λp	9,24	λp	9,24
λr	24,12	λr	24,12
Mr	8597,40	Mr	748,65
Compacta		Compacta	

Momento Plástica - Zfy R-R		Momento Plástica - Zfy Y-Y	
Mpl(kN.cm)	14214	Mpl(kN.cm)	1704

MRd R-R		MRd Y-Y	
FLA	14214	FLA	972
FLM	14214	FLM	1704
1,5*W*Fy	16748	1,5*W*Fy	1458

Resultado:

71,8%

W 310 x 28,3			
d(mm)	309	Wx(cm²)	358
bf(mm)	102	Wy(cm²)	31
d'(mm)	271	Zx(cm³)	412
tw(mm)	8	Iy(cm⁴)	158
tf(mm)	8,9	h/ltw	45,2
h(mm)	291,2	b/lf	5,7
		Peso (kg/m)	28,3

1. Verificação da Esbelteza do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	49	OK	16,3%	λx
300	48	OK	16,0%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1145	10,1	OK	0,9%	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
12217	8717	OK	71,4%	1,1

5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
972	0	N.A.	0,0%	1,1

bef 22,9

ly 157,8

wef 23,2

6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
342	0	N.A.	0,0%	1,1

7. Resistência ao esforço cortante eixo Y

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
349	85,7	OK	24,6%	1,1

8. Resistência aos esforços Combinados

Nsd/Nrd 0,009

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

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 310 x 23,8	23,80	96,26%
W 250 x 25,3	25,30	92,59%
W 200 x 26,6	26,60	98,92%
W 310 x 28,3	28,30	71,79%
W 250 x 28,4	28,40	79,52%
W 200 x 31,3	31,30	82,48%
W 250 x 32,7	32,70	65,24%
W 310 x 32,7	32,70	59,56%
W 360 x 32,9	32,90	51,14%
W 200 x 35,9 (H)	35,90	73,65%
W 150 x 37,1 (H)	37,10	88,99%
W 250 x 38,5	38,50	54,00%
W 310 x 38,7	38,70	45,49%
W 410 x 38,8	38,80	38,04%
W 360 x 39,0	39,00	41,95%
W 200 x 41,7 (H)	41,70	62,26%
W 360 x 44,0	44,00	35,72%
W 310 x 44,5	44,50	39,27%
W 250 x 44,8	44,80	46,12%
W 200 x 46,1 (H)	46,10	56,39%
W 410 x 46,1	46,10	31,46%
W 360 x 51,0	51,00	31,15%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	48,79%
W 310 x 52,0	52,00	33,23%
W 460 x 52,0	52,00	25,60%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	50,65%
W 410 x 53,0	53,00	26,65%
W 360 x 57,8	57,80	27,61%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	42,53%
W 410 x 60,0	60,00	23,34%
W 460 x 60,0	60,00	21,72%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	37,93%
W 360 x 64,0	64,00	24,46%
W 530 x 66,0	66,00	18,03%
W 410 x 67,0	67,00	20,58%
W 460 x 68,0	68,00	18,77%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	34,78%
W 360 x 72,0	72,00	21,79%
W 530 x 72,0	72,00	16,11%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	28,44%
W 460 x 74,0	74,00	16,94%
W 530 x 74,0	74,00	15,57%
W 410 x 75,0	75,00	18,47%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	26,14%
W 360 x 79,0	79,00	19,50%
W 250 x 80,0 (H)	80,00	25,69%

ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

Momentos Fletores

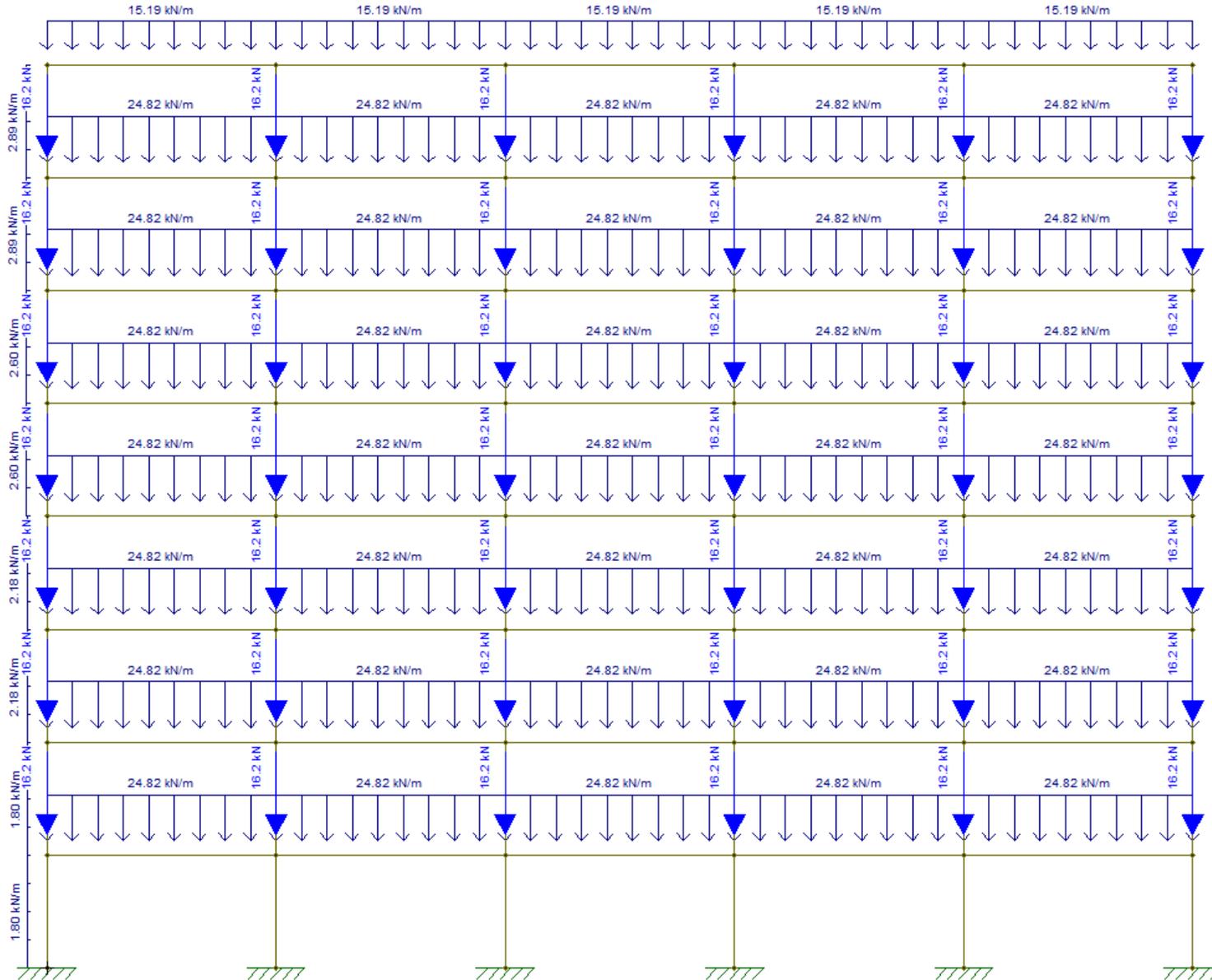
Calcular Lista

Calcular Lista Otimizando perfis

17949

Barra	Perfil	Lb _x (mm)	Lb _y (mm)	N(kN)	V _x (kN)	V _y (kN)	M _x (kN.cm)	M _y (kN.cm)	k _x	k _y	d (mm)	Resultado	λ _x	λ _y	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηM _x	ηM _y	ηV _x	ηV _y	η N.Mx.M _y	%	Lb(mm)	L total(mm)	Peso
V1-8	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-46,6	0	26,6	0	4124	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	2%	0%	30%	0%	4%	31%	31%	3000	3000	237
V1-7	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-146	0	26,6	0	4008	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	5%	0%	29%	0%	4%	32%	32%	3000	3000	237
V1-6	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-244	0	26,6	0	3938	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	9%	0%	28%	0%	4%	33%	33%	3000	3000	237
V1-5	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-343	0	26,6	0	3919	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	12%	0%	28%	0%	4%	34%	34%	3000	3000	237
V1-4	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-442	0	26,6	0	3896	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	16%	0%	28%	0%	4%	36%	36%	3000	3000	237
V1-3	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-540	0	26,6	0	3855	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	19%	0%	28%	0%	4%	38%	38%	3000	3000	237
V1-2	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-638	0	26,6	0	3860	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	23%	0%	28%	0%	4%	48%	48%	3000	3000	237
V1-1	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-736	0	26,6	0	3251	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	26%	0%	23%	0%	4%	47%	47%	3000	3000	237
V2-8	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-97	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	3%	21%	3000	3000	237
V2-7	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-280	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	10%	0%	1%	0%	0%	6%	21%	3000	3000	237
V2-6	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-464	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	1%	0%	0%	9%	21%	3000	3000	237
V2-5	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-648	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	23%	0%	1%	0%	0%	24%	24%	3000	3000	237
V2-4	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-832	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	30%	0%	1%	0%	0%	31%	31%	3000	3000	237
V2-3	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1016	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	36%	0%	1%	0%	0%	37%	37%	3000	3000	237
V2-2	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1201	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	43%	0%	1%	0%	0%	44%	44%	3000	3000	237
V2-1	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1368	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	49%	0%	1%	0%	0%	50%	50%	3000	3000	237
V3-8	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-96	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	3%	21%	3000	3000	237
V3-7	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-279	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	10%	0%	1%	0%	0%	6%	21%	3000	3000	237
V3-6	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-462	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	1%	0%	0%	9%	21%	3000	3000	237
V3-5	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-645	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	23%	0%	1%	0%	0%	24%	24%	3000	3000	237
V3-4	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-828	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	30%	0%	1%	0%	0%	31%	31%	3000	3000	237
V3-3	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1011	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	36%	0%	1%	0%	0%	37%	37%	3000	3000	237
V3-2	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1195	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	43%	0%	1%	0%	0%	44%	44%	3000	3000	237
V3-1	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1377	0	0,3	0	137	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	49%	0%	1%	0%	0%	50%	50%	3000	3000	237

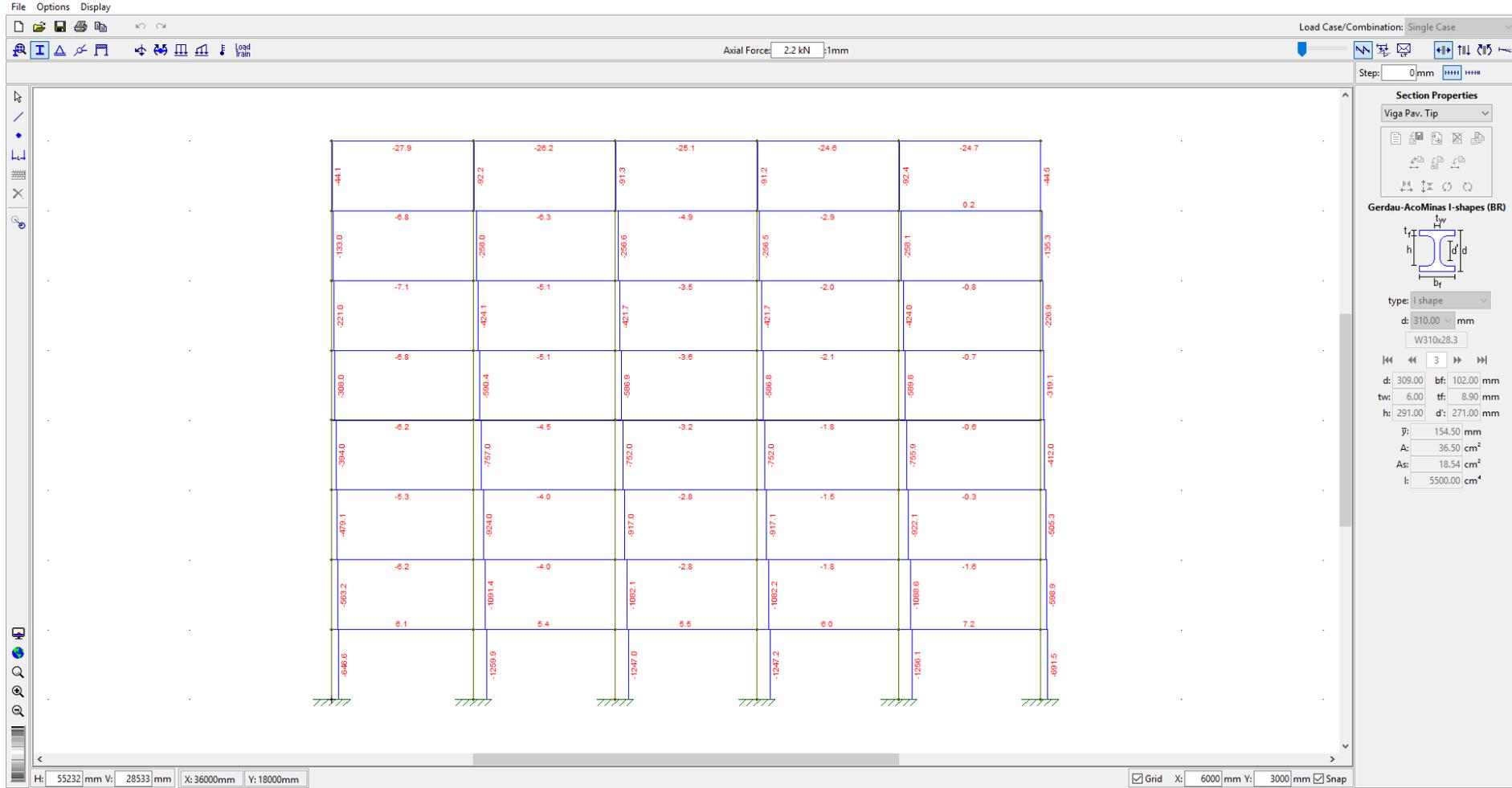
ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)



ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)

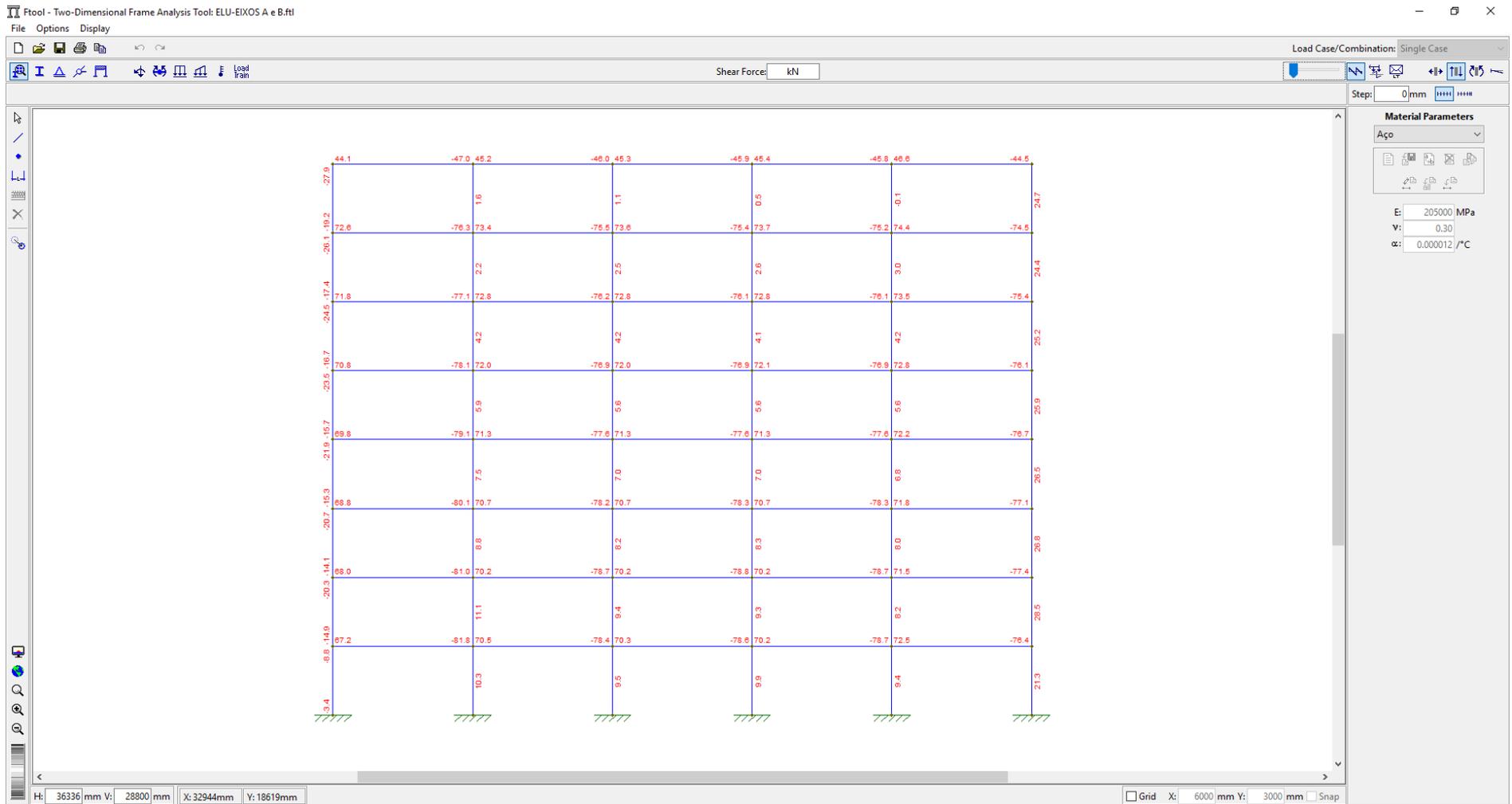
Compressão

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: ELU-EIXOS A e B.ftl



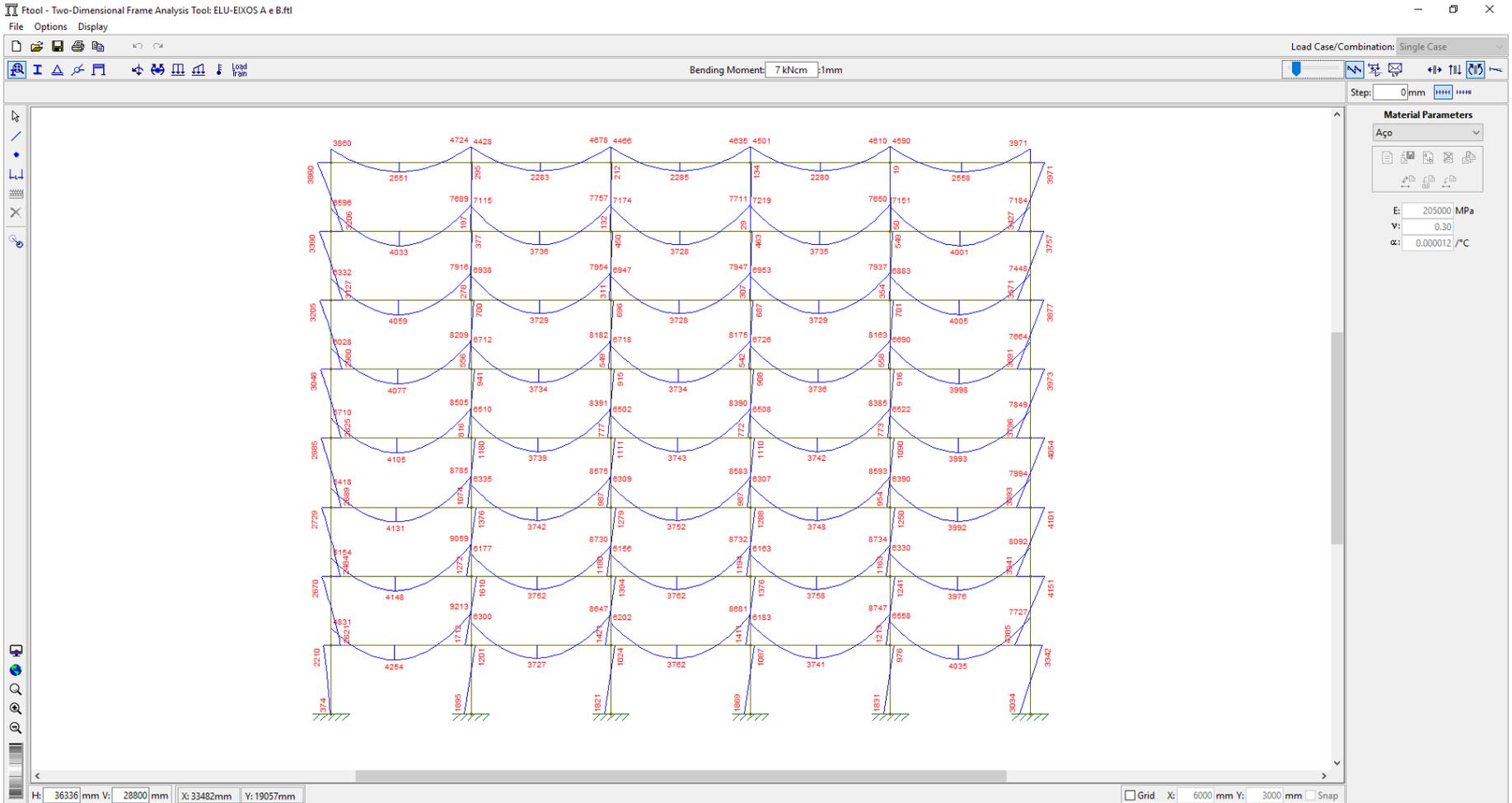
ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)

Cortante



ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)

Momentos



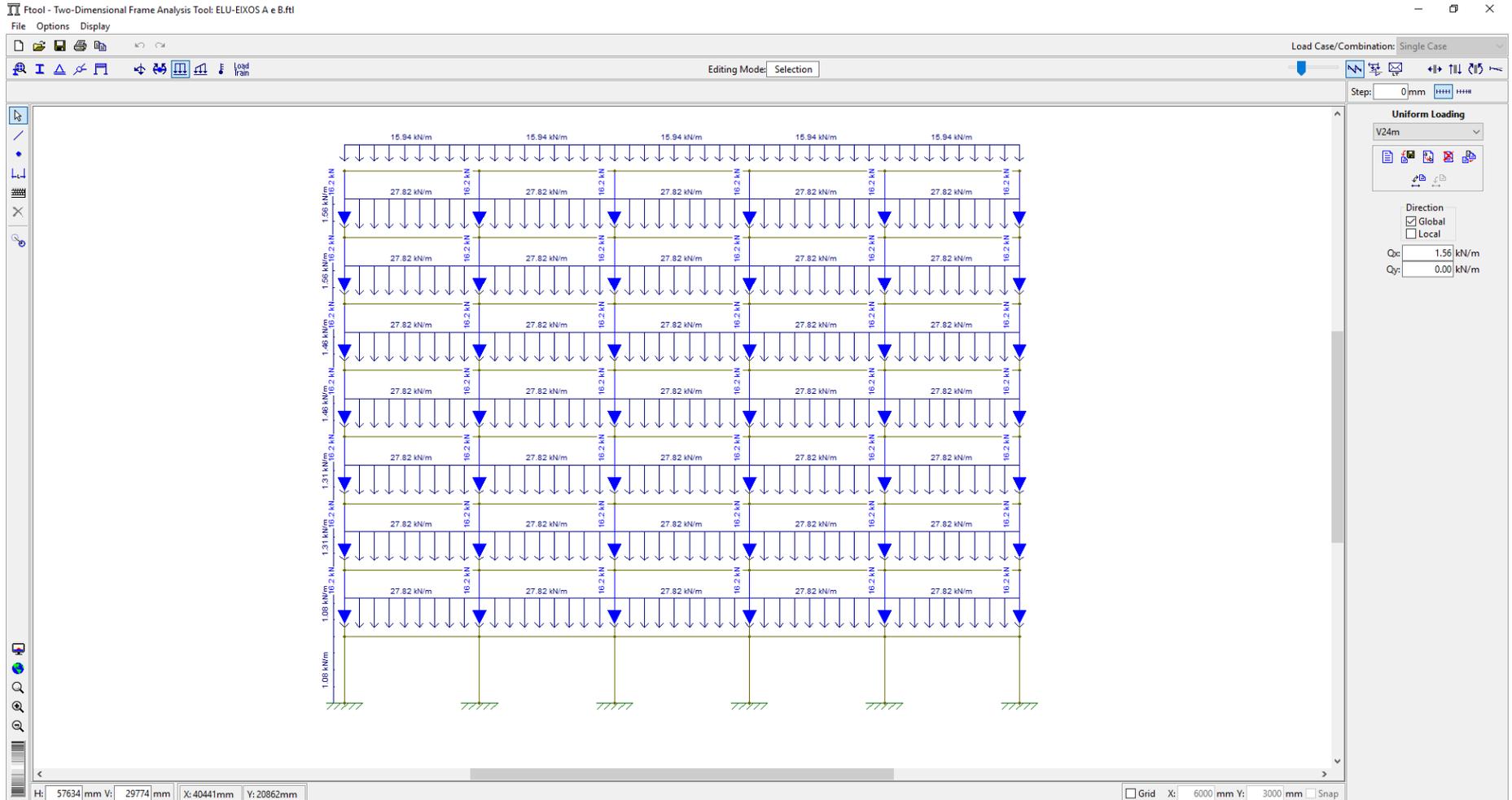
ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)

Verificações

Calcular Lista		Calcular Lista Otimizando perfis																				17949			
Barra	Perfil	Lb _x (mm)	Lb _y (mm)	N(kN)	V _x (kN)	V _y (kN)	M _x (kN.cm)	M _y (kN.cm)	k _x	k _y	d (mm)	Resultado	λ _x	λ _y	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηM _x	ηM _y	ηV _x	ηV _y	η N.M _x .M _y	%	Lb(mm)	L total(mm)	Peso
P1	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-44,1	0	27,9	0	3860	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	2%	0%	28%	0%	5%	29%	29%	3000	3000	237
P2	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-133	0	27,9	0	3390	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	5%	0%	25%	0%	5%	27%	27%	3000	3000	237
P3	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-221	0	27,9	0	3205	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	8%	0%	23%	0%	5%	27%	27%	3000	3000	237
P4	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-308	0	27,9	0	3048	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	11%	0%	22%	0%	5%	28%	28%	3000	3000	237
P5	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-394	0	27,9	0	2885	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	14%	0%	21%	0%	5%	28%	28%	3000	3000	237
P6	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-479	0	27,9	0	2729	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	20%	0%	5%	29%	29%	3000	3000	237
P7	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-563	0	27,9	0	2670	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	20%	0%	20%	0%	5%	38%	38%	3000	3000	237
P8	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-647	0	27,9	0	2210	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	23%	0%	16%	0%	5%	38%	38%	3000	3000	237
P9	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-92,2	0	11,1	0	295	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	2%	0%	2%	4%	21%	3000	3000	237
P10	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-258	0	11,1	0	377	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	9%	0%	3%	0%	2%	7%	21%	3000	3000	237
P11	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-424	0	11,1	0	700	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	15%	0%	5%	0%	2%	13%	21%	3000	3000	237
P12	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-590	0	11,1	0	941	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	21%	0%	7%	0%	2%	28%	28%	3000	3000	237
P13	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-757	0	11,1	0	1180	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	27%	0%	9%	0%	2%	35%	35%	3000	3000	237
P14	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-924	0	11,1	0	1378	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	34%	0%	10%	0%	2%	43%	43%	3000	3000	237
P15	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1092	0	11,1	0	1610	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	40%	0%	12%	0%	2%	50%	50%	3000	3000	237
P16	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1259	0	11,1	0	1201	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	46%	0%	9%	0%	2%	54%	54%	3000	3000	237
P17	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-92	0	11,1	0	212	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	2%	0%	2%	3%	21%	3000	3000	237
P18	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-257	0	11,1	0	450	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	9%	0%	3%	0%	2%	8%	21%	3000	3000	237
P19	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-422	0	11,1	0	696	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	15%	0%	5%	0%	2%	13%	21%	3000	3000	237
P20	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-587	0	11,1	0	915	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	21%	0%	7%	0%	2%	27%	27%	3000	3000	237
P21	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-752	0	11,1	0	1111	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	27%	0%	8%	0%	2%	35%	35%	3000	3000	237
P22	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-917	0	11,1	0	1279	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	33%	0%	9%	0%	2%	42%	42%	3000	3000	237
P23	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1082	0	11,1	0	1394	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	39%	0%	10%	0%	2%	48%	48%	3000	3000	237
P24	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1247	0	11,1	0	1024	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	45%	0%	7%	0%	2%	52%	52%	3000	3000	237
P25	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-92	0	11,1	0	134	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	1%	0%	2%	3%	21%	3000	3000	237
P26	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-257	0	11,1	0	463	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	9%	0%	3%	0%	2%	8%	21%	3000	3000	237
P27	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-422	0	11,1	0	687	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	15%	0%	5%	0%	2%	13%	21%	3000	3000	237
P28	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-587	0	11,1	0	908	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	21%	0%	7%	0%	2%	27%	27%	3000	3000	237
P29	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-752	0	11,1	0	1110	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	27%	0%	8%	0%	2%	35%	35%	3000	3000	237
P30	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-917	0	11,1	0	1288	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	33%	0%	9%	0%	2%	42%	42%	3000	3000	237
P31	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1082	0	11,1	0	1376	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	39%	0%	10%	0%	2%	48%	48%	3000	3000	237

ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC + 0,84V)

Verificações



ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC + 0,84V)

Verificações

Calcular Lista

Calcular Lista Otimizando perfis

17949

Barra	Perfil	LbX (mm)	LbY (mm)	N(kN)	Vx(kN)	Vy(kN)	Mx(kN.cm)	My(kN.cm)	kx	ky	d (mm)	Resultado	λx	λy	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηMx	ηMy	ηVx	ηVy	η N.Mx.My	%	Lb(mm)	Ltotal(mm)	Peso
P1	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-46,5	0	28,2	0	4106	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	2%	0%	30%	0%	5%	31%	31%	3000	3000	237
P2	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-144	0	28,2	0	3871	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	5%	0%	28%	0%	5%	32%	32%	3000	3000	237
P3	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-242	0	28,2	0	3724	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	9%	0%	27%	0%	5%	32%	32%	3000	3000	237
P4	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-340	0	28,2	0	3625	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	12%	0%	27%	0%	5%	33%	33%	3000	3000	237
P5	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-435	0	28,2	0	3517	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	16%	0%	26%	0%	5%	34%	34%	3000	3000	237
P6	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-531	0	28,2	0	3399	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	19%	0%	25%	0%	5%	35%	35%	3000	3000	237
P7	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-626	0	28,2	0	3365	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	23%	0%	25%	0%	5%	45%	45%	3000	3000	237
P8	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-720	0	28,2	0	2765	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	26%	0%	20%	0%	5%	44%	44%	3000	3000	237
P9	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-97	0	28,2	0	217	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	4%	0%	2%	0%	5%	3%	21%	3000	3000	237
P10	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-280	0	28,2	0	169	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	10%	0%	1%	0%	5%	6%	21%	3000	3000	237
P11	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-464	0	28,2	0	378	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	3%	0%	5%	11%	21%	3000	3000	237
P12	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-649	0	28,2	0	526	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	24%	0%	4%	0%	5%	27%	27%	3000	3000	237
P13	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-833	0	28,2	0	681	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	30%	0%	5%	0%	5%	35%	35%	3000	3000	237
P14	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1018	0	28,2	0	811	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	37%	0%	6%	0%	5%	42%	42%	3000	3000	237
P15	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1204	0	28,2	0	1015	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	44%	0%	7%	0%	5%	50%	50%	3000	3000	237
P16	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1390	0	28,2	0	1087	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	50%	0%	8%	0%	5%	58%	58%	3000	3000	237
P17	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-95,8	0	28,2	0	139	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	1%	0%	5%	3%	21%	3000	3000	237
P18	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-279	0	28,2	0	240	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	10%	0%	2%	0%	5%	7%	21%	3000	3000	237
P19	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-462	0	28,2	0	382	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	3%	0%	5%	11%	21%	3000	3000	237
P20	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-465	0	28,2	0	505	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	4%	0%	5%	12%	21%	3000	3000	237
P21	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-828	0	28,2	0	618	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	30%	0%	5%	0%	5%	34%	34%	3000	3000	237
P22	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1011	0	28,2	0	717	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	37%	0%	5%	0%	5%	41%	41%	3000	3000	237
P23	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1194	0	28,2	0	796	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	43%	0%	6%	0%	5%	49%	49%	3000	3000	237
P24	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1377	0	28,2	0	1020	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	50%	0%	7%	0%	5%	57%	57%	3000	3000	237
P25	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-95,8	0	28,2	0	48	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	3%	0%	0%	0%	5%	2%	21%	3000	3000	237
P26	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-279	0	28,2	0	254	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	10%	0%	2%	0%	5%	7%	21%	3000	3000	237
P27	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-462	0	28,2	0	372	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	3%	0%	5%	11%	21%	3000	3000	237
P28	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-465	0	28,2	0	498	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	17%	0%	4%	0%	5%	12%	21%	3000	3000	237
P29	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-828	0	28,2	0	617	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	30%	0%	5%	0%	5%	34%	34%	3000	3000	237
P30	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1011	0	28,2	0	728	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	37%	0%	5%	0%	5%	41%	41%	3000	3000	237
P31	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1194	0	28,2	0	775	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	43%	0%	6%	0%	5%	48%	48%	3000	3000	237

ELS: Eixos B e C (Combinação PP+SC+V0)

Carga distribuída na viga da cobertura

$$PP + SC = 0,283 + (2,25+0,63+0,31) \times 6 + 0,5 \times 6 = 22,42 \text{ kN/m}$$

$$\text{NA viga da caixa d'água} = 22,42 + 13,41 \times 36 \text{ m}^2 / 6 \text{ m} = 22,42 + 40,23 = 62,65 \text{ kN/m}$$

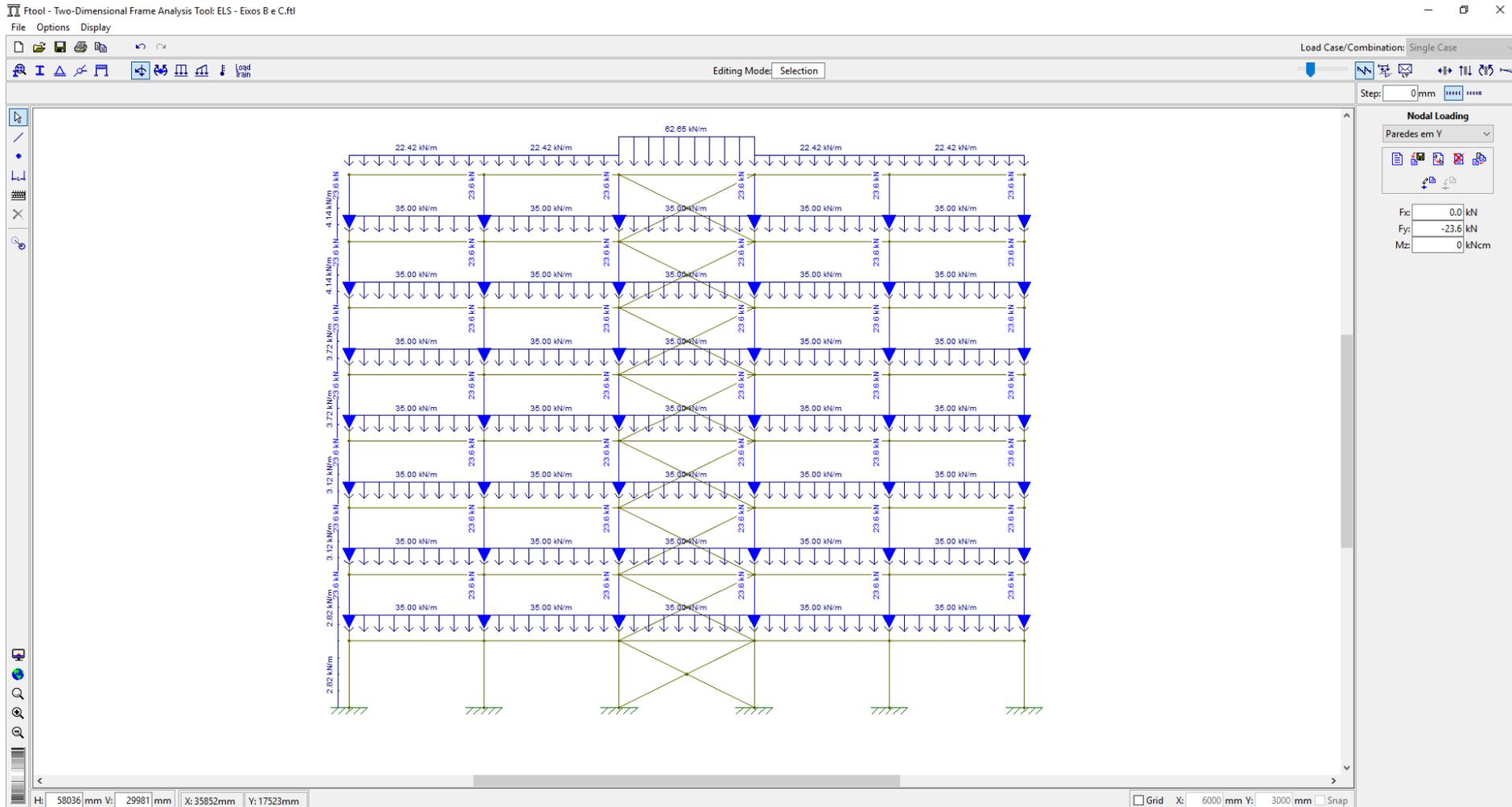
Carga distribuída na viga do Pav. Tipo

$$PP + SC = 0,283 + (2,25+0,63+0,31) \times 6 + 2 \times 6 + 1,22 \times 3 = 35 \text{ kN/m}$$

Carga pontual oriunda da parede no eixo perpendicular ao pilar

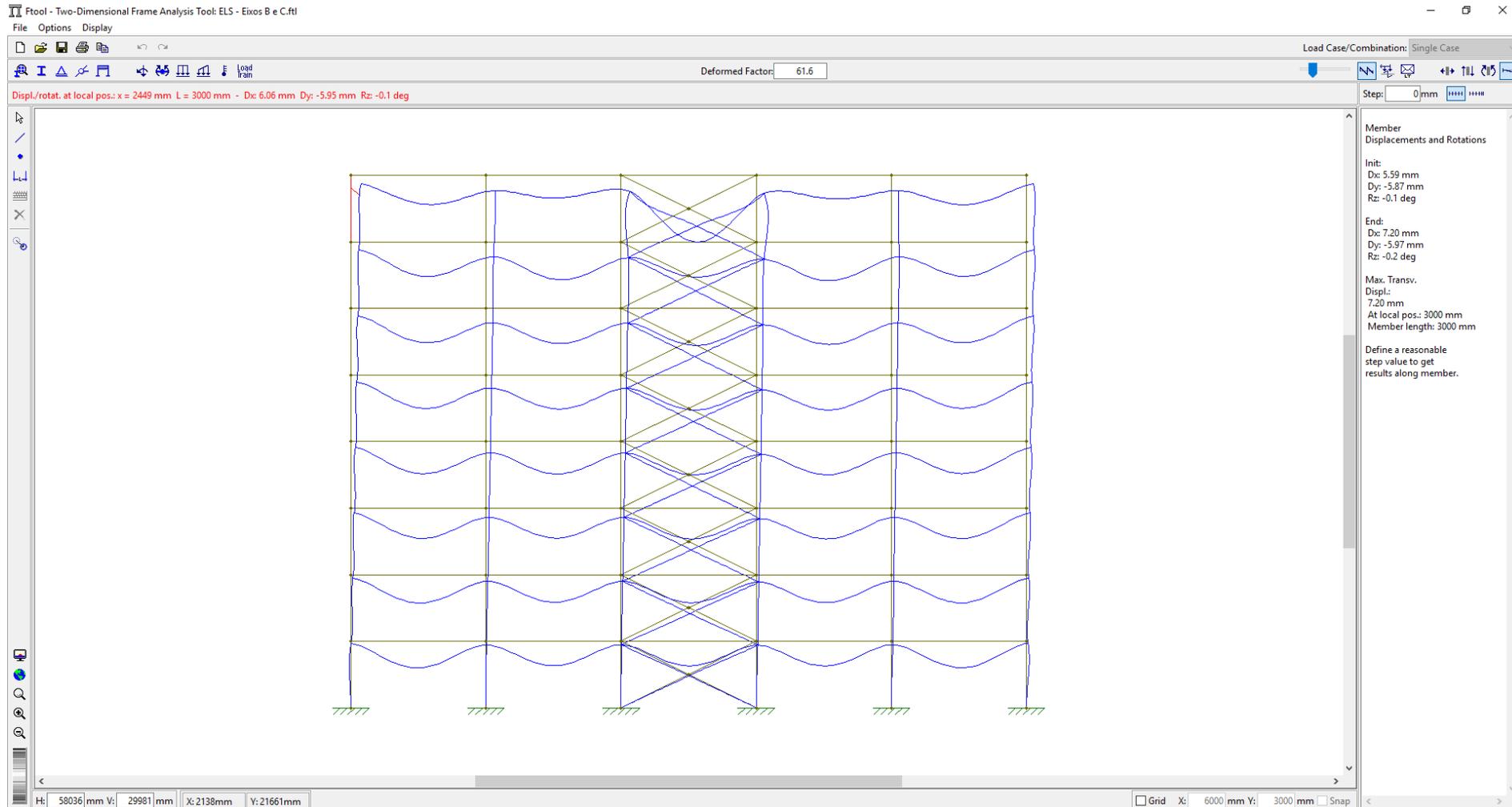
$$PP = 1,22 \times 3 \times 6 + 0,283 \times 6 = 23,65 \text{ kN}$$

ELS: Eixos B e C (Combinação PP+SC+V0)



Contraventamentos em dupla cantoneira L100X6,35

ELS: Eixos B e C (Combinação PP+SC+V0)



Flecha Horizontal de 5,59mm

Flecha na viga da Caixa água: 13,97mm < 6000/350 = 17mm

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Carga distribuída na viga da cobertura

$$PP + SC = 1,4 \cdot [0,283 + (2,25 + 0,63 + 0,31) \times 6] + 1,05 \times 0,5 \times 6 = 30,34 \text{ kN/m}$$

$$\text{NA viga da caixa d'água} = 30,34 + 1,4 \times 13,41 \times 36 \text{ m}^2 / (2 \times 6 \text{ m}) = 86,66 \text{ kN/m}$$

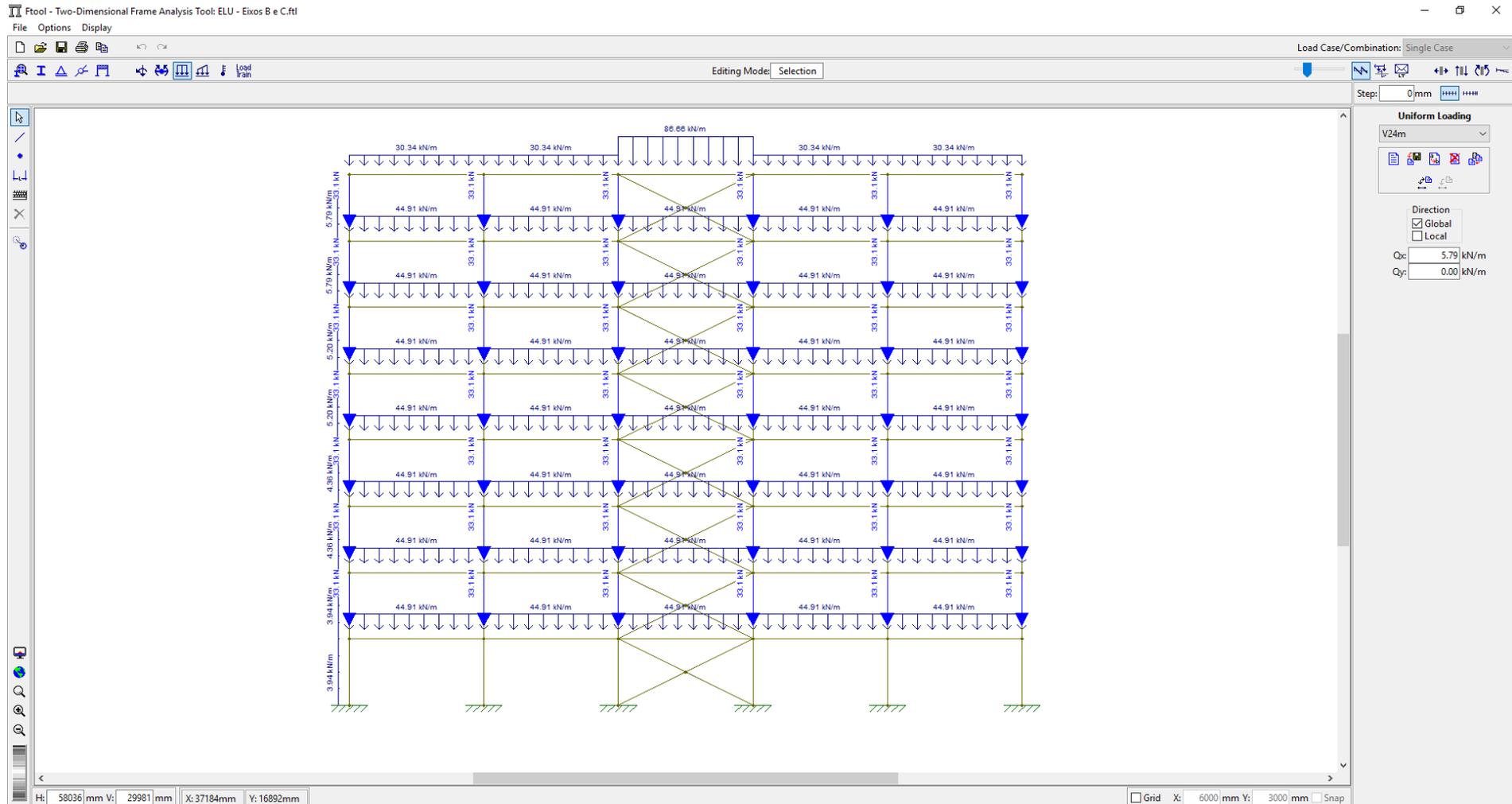
Carga distribuída na viga do Pav. Tipo

$$PP + SC = 1,4 [0,283 + (2,25 + 0,63 + 0,31) \times 6] + 1,05 \times 2 \times 6 + 1,4 \cdot 1,22 \times 3 = 44,91 \text{ kN/m}$$

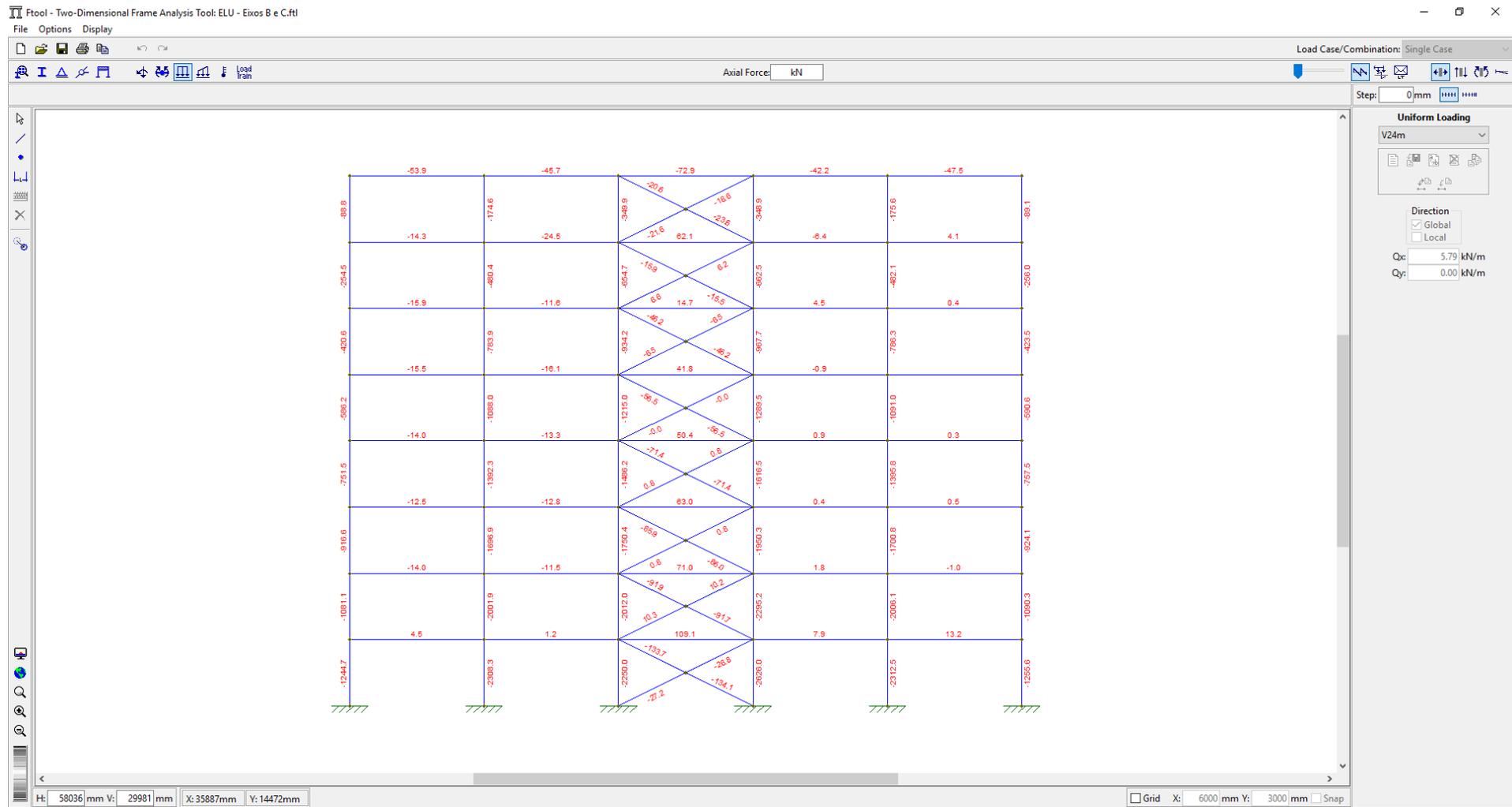
Carga pontual oriunda da parede no eixo perpendicular ao pilar

$$PP = 1,4 \times 1,22 \times 3 \times 6 + 1,4 \times 0,283 \times 6 = 33,10 \text{ kN}$$

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)



ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)



ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: ELU - Eixos B e C.ftl

File Options Display



Shear Force: kN

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Uniform Loading

V24m



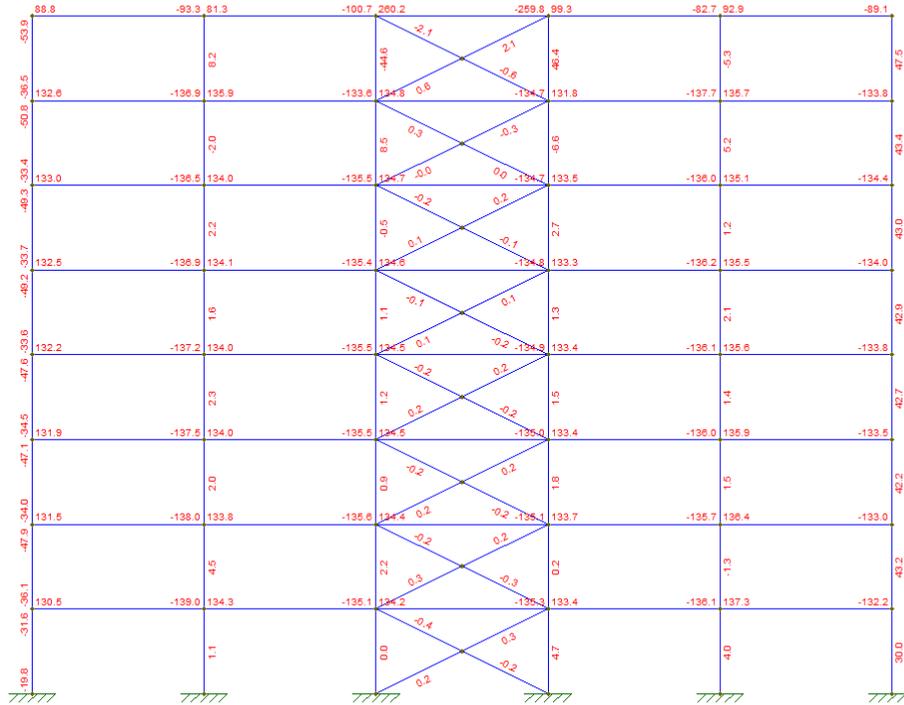
Direction

Global

Local

Qx: 5.79 kN/m

Qy: 0.00 kN/m



H: 58036 mm V: 29981 mm X: Y:

Grid X: 6000 mm Y: 3000 mm Snap

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Calcular Lista		Calcular Lista Otimizando perfis																				17949			
Barra	Perfil	LbX (mm)	LbY (mm)	N(kN)	Vx(kN)	Vy(kN)	Mx(kN.cm)	My(kN.cm)	kx	ky	d (mm)	Resultado	λx	λy	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηMx	ηMy	ηVx	ηVy	η N.Mx.My	%	Lb(mm)	Ltotal(mm)	Peso
P43	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-423	0	50	0	6452	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	15%	0%	47%	0%	8%	55%	55%	3000	3000	237
P44	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-590	0	50	0	6458	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	21%	0%	47%	0%	8%	63%	63%	3000	3000	237
P45	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-757	0	50	0	6412	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	27%	0%	47%	0%	8%	69%	69%	3000	3000	237
P46	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-924	0	50	0	6346	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	34%	0%	46%	0%	8%	75%	75%	3000	3000	237
P47	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1090	0	50	0	6303	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	40%	0%	46%	0%	8%	81%	81%	3000	3000	237
P48	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1255	0	50	0	5590	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	46%	0%	41%	0%	8%	82%	82%	3000	3000	237
V1	W 310 x 21,0	6000	1000	-53,9	133	0	9091	0	1	1	0	REPROVADO	25%	26%	0%	8%	123%	0%	61%	0%	127%	127%	1000	6000	126
V2	W 310 x 28,3	6000	1000	-14,3	133	0	13795	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	113%	0%	39%	0%	114%	114%	1000	6000	169,8
V3	W 310 x 28,3	6000	1000	-15,9	133	0	13592	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	2%	111%	0%	39%	0%	112%	112%	1000	6000	169,8
V4	W 310 x 28,3	6000	1000	-15,5	133	0	13754	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	2%	113%	0%	39%	0%	113%	113%	1000	6000	169,8
V5	W 310 x 28,3	6000	1000	-14	133	0	13833	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	113%	0%	39%	0%	114%	114%	1000	6000	169,8
V6	W 310 x 28,3	6000	1000	-12,5	133	0	13926	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	114%	0%	39%	0%	115%	115%	1000	6000	169,8
V7	W 310 x 28,3	6000	1000	-14	133	0	14080	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	115%	0%	39%	0%	116%	116%	1000	6000	169,8
V8	W 310 x 28,3	6000	1000	4,5	133	0	14726	0	1	1	0	REPROVADO	16%	16%	0%	0%	121%	0%	39%	0%	121%	121%	1000	6000	169,8
V9	W 310 x 21,0	6000	1000	-45,7	133	0	13204	0	1	1	0	REPROVADO	25%	26%	0%	7%	179%	0%	61%	0%	182%	182%	1000	6000	126
V10	W 310 x 28,3	6000	1000	-24,5	133	0	13552	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	3%	111%	0%	39%	0%	112%	112%	1000	6000	169,8
V11	W 310 x 28,3	6000	1000	-11,6	133	0	13749	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	113%	0%	39%	0%	113%	113%	1000	6000	169,8
V12	W 310 x 28,3	6000	1000	-16,1	133	0	13668	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	2%	112%	0%	39%	0%	113%	113%	1000	6000	169,8
V13	W 310 x 28,3	6000	1000	-13,3	133	0	13712	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	112%	0%	39%	0%	113%	113%	1000	6000	169,8
V14	W 310 x 28,3	6000	1000	-12,8	133	0	13711	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	112%	0%	39%	0%	113%	113%	1000	6000	169,8
V15	W 310 x 28,3	6000	1000	-11,5	133	0	13748	0	1	1	0	REPROVADO	24%	24%	0%	1%	113%	0%	39%	0%	113%	113%	1000	6000	169,8
V16	W 310 x 28,3	6000	1000	1,2	133	0	13617	0	1	1	0	REPROVADO	16%	16%	0%	0%	111%	0%	39%	0%	112%	112%	1000	6000	169,8
V17	W 310 x 21,0	6000	1000	-72,9	133	0	23775	0	1	1	0	REPROVADO	25%	26%	0%	10%	322%	0%	61%	0%	328%	328%	1000	6000	126
V18	W 310 x 28,3	6000	1000	62,1	133	0	13852	0	1	1	0	REPROVADO	16%	16%	5%	0%	113%	0%	39%	0%	116%	116%	1000	6000	169,8

Vigas dos pavimentos foram reprovadas

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	6000
Ly (mm)	1000
N(kN)	13,2
Vx(kN)	133
Vy(kN)	0
Mx(kN.cm)	14726
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	1000
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd	
Qa	1,00

Resultado:

8,8%

W 610 x 174,0					
d(mm)	616	Wx(cm³)	4797,2	rx(cm)	25,75
bf(mm)	325	Wy(cm³)	761,5	ry(cm)	7,45
d'(mm)	541	Zx(cm³)	5383,3	Área(cm²)	222,8
tw(mm)	14	Zy(cm³)	1171,1	ho/tw	38,6
tf(mm)	21,6	Ix(cm4)	147754	b/tf	7,5
h(mm)	572,8	Iy(cm4)	12374	Peso (kg/m)	174,0

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

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	23	OK	7,8%	λx
300	13	OK	4,5%	λy

2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
6988	13,2	OK	0,2%	1,1

3. Resistência à Compressão

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 360 x 32,9	32,90	86,24%
W 250 x 38,5	38,50	91,10%
W 310 x 38,7	38,70	76,72%
W 410 x 38,8	38,80	64,14%
W 360 x 39,0	39,00	70,74%
W 360 x 44,0	44,00	60,23%
W 310 x 44,5	44,50	66,24%
W 250 x 44,8	44,80	77,81%
W 200 x 46,1 (H)	46,10	95,16%
W 410 x 46,1	46,10	53,05%
W 360 x 51,0	51,00	52,52%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	82,33%
W 310 x 52,0	52,00	56,04%
W 460 x 52,0	52,00	43,16%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	85,48%
W 410 x 53,0	53,00	44,93%
W 360 x 57,8	57,80	46,56%

A planilha sugere escolher W310X38,7 – Mantem a altura e está abaixo dos 80%

PARA AS VIGAS DO PAV TIPO

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Ativar Planilha

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	6000
Ly (mm)	1000
N(kN)	-72,9
Vx(kN)	133
Vy(kN)	0
Mx(kN.cm)	23775
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	1000
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd

Resultado:

14,6%

W 610 x 174,0

d(mm)	616	Wx(cm²)	4797,2	rx(cm)	25,75
bf(mm)	325	Wy(cm²)	761,5	ry(cm)	7,45
d'(mm)	541	Zx(cm³)	5383,3	Área(cm²)	222,8
tw(mm)	14	Zy(cm³)	1171,1	ho/tw	38,6
tf(mm)	21,6	Ix(cm4)	147754	b/tf	7,5
h(mm)	572,8	Iy(cm4)	12374	Peso (kg/m)	174,0

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

1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	23	OK	11,7%	λx
200	13	OK	6,7%	λy

2. Resistência à tração

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

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 360 x 44,0	44,00	98,93%
W 410 x 46,1	46,10	87,23%
W 360 x 51,0	51,00	86,29%
W 310 x 52,0	52,00	91,98%
W 460 x 52,0	52,00	71,06%
W 410 x 53,0	53,00	73,91%
W 360 x 57,8	57,80	76,50%
W 410 x 60,0	60,00	64,76%
W 460 x 60,0	60,00	60,31%
W 360 x 64,0	64,00	67,78%
W 530 x 66,0	66,00	50,15%
W 410 x 67,0	67,00	57,10%
W 460 x 68,0	68,00	52,12%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	96,11%
W 360 x 72,0	72,00	60,38%
W 530 x 72,0	72,00	44,81%

**Para viga da caixa d'água selecionaremos
W460X52,00**

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: ELU - Eixos B e C.ftl

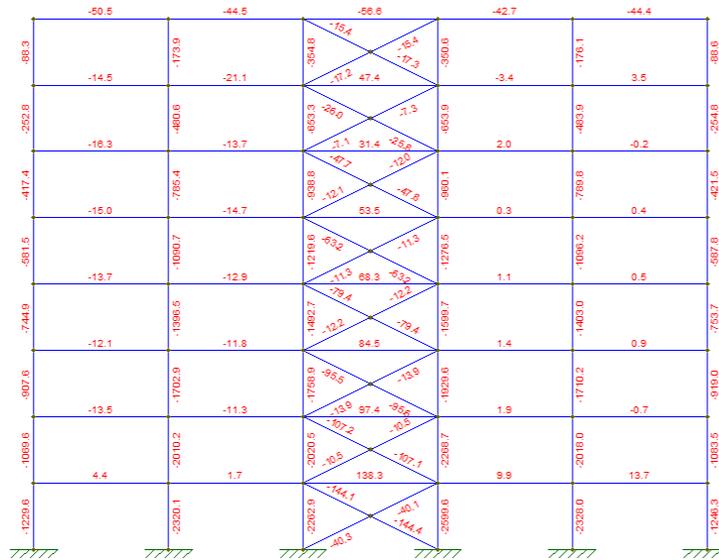
File Options Display



Axial Force: kN

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm



ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: ELU - Eixos B e C.ftl

File Options Display

Bending Moment: 35 kNcm | 1mm

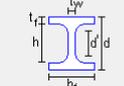
Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Section Properties

VCXDAGUA

Gerdau-AcoMinas I-shapes (BR)



type: I shape

d: 460.00 mm

W460x52.0

d: 450.00 mm

tw: 7.60 mm

h: 428.00 mm

bf: 152.00 mm

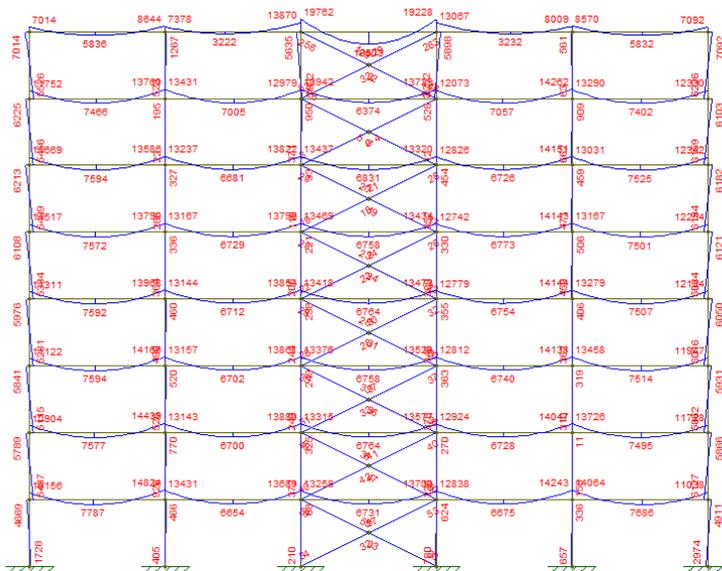
tf: 10.80 mm

d': 404.00 mm

A: 225.00 cm²

A_s: 66.60 cm²

I: 34.20 cm⁴



H: 74228 mm V: 38346 mm X: 45301 mm Y: 22146 mm

Grid X: 6000 mm Y: 3000 mm Snap

ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Calcular Lista Calcular Lista Otimizando perfis

20743,8

Barra	Perfil	LbX (mm)	LbY (mm)	N(kN)	Vx(kN)	Vy(kN)	Mx(kN.cm)	My(kN.cm)	kx	ky	d (mm)	Resultado	λx	λy	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηMx	ηMy	ηVx	ηVy	η N.Mx.My %	Lb(mm)	L total(mm)	Peso	
P44	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-590	0	50	0	6458	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	21%	0%	47%	0%	8%	63%	63%	3000	3000	237
P45	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-757	0	50	0	6412	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	27%	0%	47%	0%	8%	69%	69%	3000	3000	237
P46	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-924	0	50	0	6346	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	34%	0%	46%	0%	8%	75%	75%	3000	3000	237
P47	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1090	0	50	0	6303	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	40%	0%	46%	0%	8%	81%	81%	3000	3000	237
P48	HP 310 x 79,0 (H)	3000	3000	-1255	0	50	0	5590	1	1	0	APROVADO	12%	21%	0%	46%	0%	41%	0%	8%	82%	82%	3000	3000	237
V1	W 310 x 38,7	6000	1000	-53,9	133	0	9091	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	4%	47%	0%	22%	0%	49%	49%	1000	6000	232,2
V2	W 310 x 38,7	6000	1000	-14,3	133	0	13795	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V3	W 310 x 38,7	6000	1000	-15,9	133	0	13592	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	70%	0%	22%	0%	71%	71%	1000	6000	232,2
V4	W 310 x 38,7	6000	1000	-15,5	133	0	13754	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V5	W 310 x 38,7	6000	1000	-14	133	0	13833	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	72%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V6	W 310 x 38,7	6000	1000	-12,5	133	0	13926	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	72%	0%	22%	0%	73%	73%	1000	6000	232,2
V7	W 310 x 38,7	6000	1000	-14	133	0	14080	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	73%	0%	22%	0%	73%	73%	1000	6000	232,2
V8	W 310 x 38,7	6000	1000	4,5	133	0	14726	0	1	1	0	APROVADO	15%	9%	0%	0%	76%	0%	22%	0%	76%	76%	1000	6000	232,2
V9	W 310 x 38,7	6000	1000	-45,7	133	0	13204	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	3%	68%	0%	22%	0%	70%	70%	1000	6000	232,2
V10	W 310 x 38,7	6000	1000	-24,5	133	0	13552	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	2%	70%	0%	22%	0%	71%	71%	1000	6000	232,2
V11	W 310 x 38,7	6000	1000	-11,6	133	0	13749	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V12	W 310 x 38,7	6000	1000	-16,1	133	0	13668	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	71%	71%	1000	6000	232,2
V13	W 310 x 38,7	6000	1000	-13,3	133	0	13712	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V14	W 310 x 38,7	6000	1000	-12,8	133	0	13711	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V15	W 310 x 38,7	6000	1000	-11,5	133	0	13748	0	1	1	0	APROVADO	23%	13%	0%	1%	71%	0%	22%	0%	72%	72%	1000	6000	232,2
V16	W 310 x 38,7	6000	1000	1,2	133	0	13617	0	1	1	0	APROVADO	15%	9%	0%	0%	71%	0%	22%	0%	71%	71%	1000	6000	232,2
V17	W 460 x 52,0	6000	1000	-72,9	133	0	23775	0	1	1	0	APROVADO	17%	16%	0%	4%	69%	0%	22%	0%	71%	71%	1000	6000	312
V18	W 310 x 38,7	6000	1000	62,1	133	0	13852	0	1	1	0	APROVADO	15%	9%	4%	0%	72%	0%	22%	0%	74%	74%	1000	6000	232,2
V19	W 310 x 38,7	6000	1000	14,7	133	0	13393	0	1	1	0	APROVADO	15%	9%	1%	0%	69%	0%	22%	0%	70%	70%	1000	6000	232,2

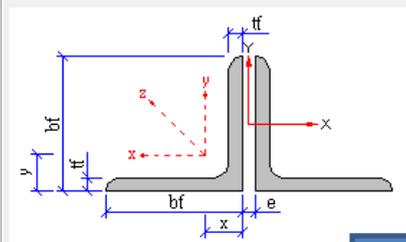
ELU: Eixos B e C (Combinação 1,4PP+1,05SC+1,4V0)

Laminado

Identificação
Perfil L 101,6 x 9,8

Dimensões
bf* 101,6 mm Ag* 12,5 cm²
tf* 6,4 mm Ix*=Iy* 125 cm⁴
x=y* 2,77 cm rz* 2,01 cm
P* 9,8 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira



Perfil indicado para elementos sujeitos à tração ou compressão (Ex.: elementos de treliça)

Resultados
Rd(Nc) -100,05 kN **Não Ok!**
Rd(Nt) 0,00 kN

Espaçadores no máximo a cada 386,20 cm

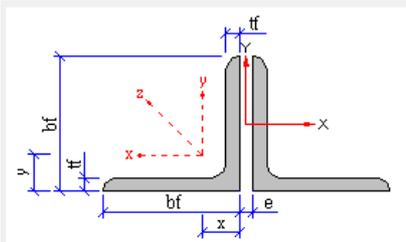
Calculador Mais Leve Relatório Ok

Laminado

Identificação
Perfil L 101,6 x 14,6

Dimensões
bf* 101,6 mm Ag* 18,5 cm²
tf* 9,5 mm Ix*=Iy* 183 cm⁴
x=y* 2,9 cm rz* 2 cm
P* 14,6 kgf/m

* Dado referente a uma única cantoneira



Perfil indicado para elementos sujeitos à tração ou compressão (Ex.: elementos de treliça)

Resultados
Rd(Nc) -148,38 kN **Ok!**
Rd(Nt) 0,00 kN

Espaçadores no máximo a cada 386,37 cm

Calculador **Mais Leve** Relatório Ok

ELS: Eixos 1 a 6

Faremos verificação para os eixos $\frac{3}{4}$ e repetiremos

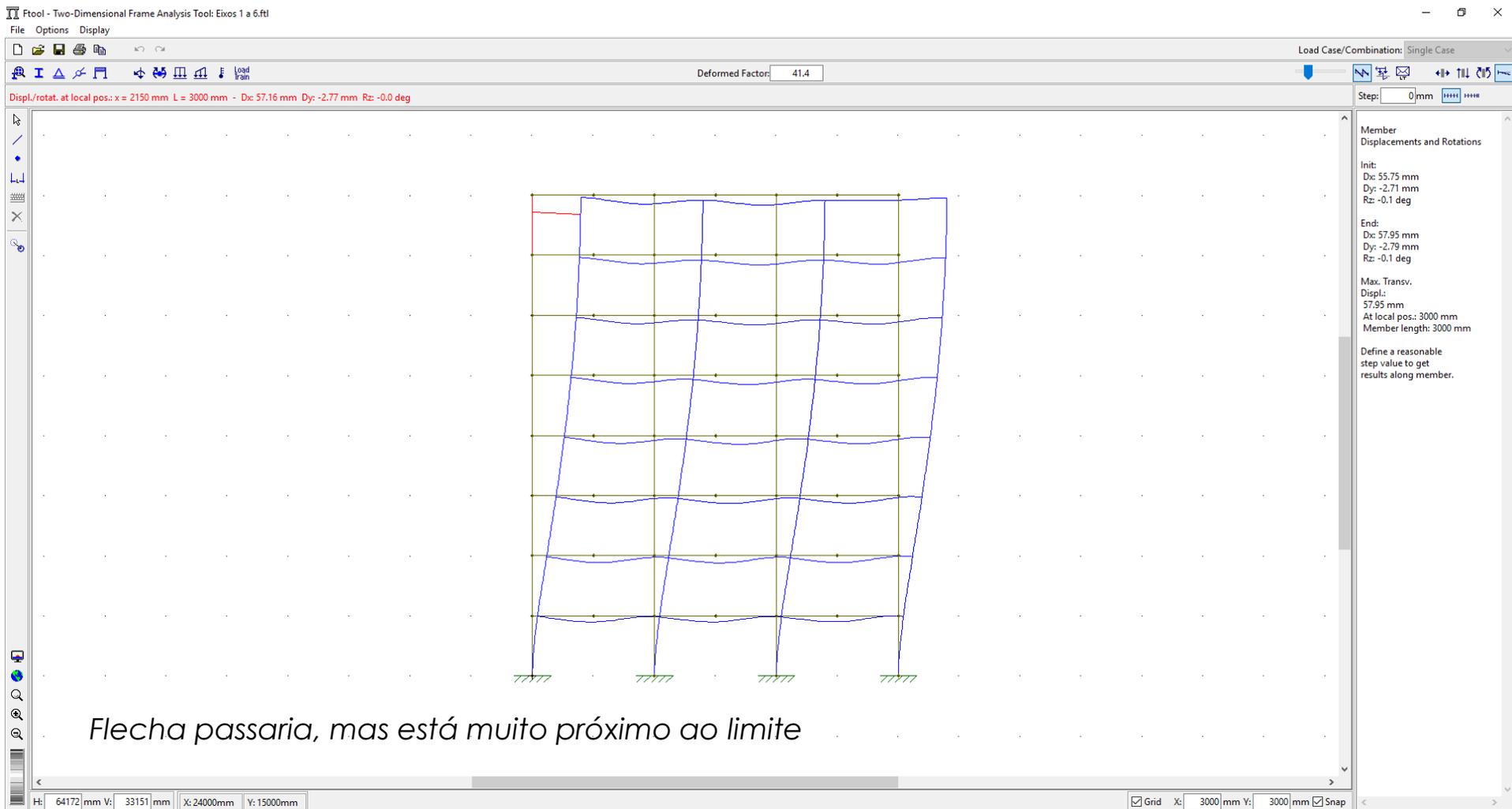
Carga distribuída na viga da cobertura

$$PP + SC = 0,283 \text{ kN/m}$$

Carga distribuída na viga do Pav. Tipo

$$PP + SC = 0,283 + 1,22 \times 3 = 3,943 \text{ kN/m}$$

ELS: Eixos 1 a 6



ELS: Eixos 1 a 6

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Eixos 1 a 6.ftl

File Options Display

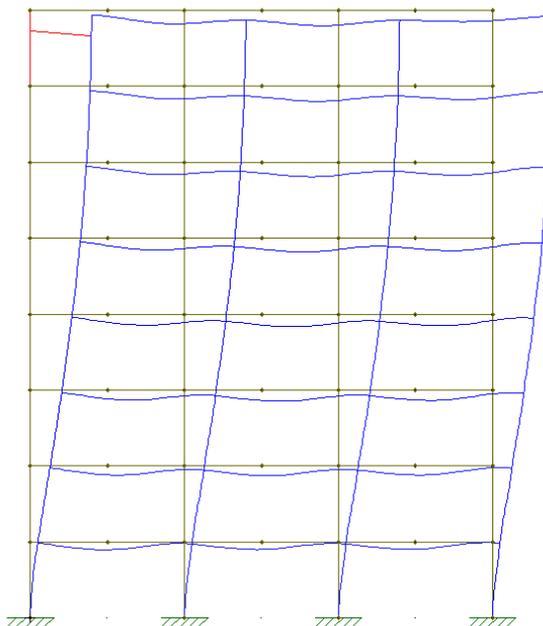


Deformed Factor: 64.3

Load Case/Combination: Single Case

Displ./rotat. at local pos.: x = 2189 mm L = 3000 mm - Dx: 36.79 mm Dy: -2.79 mm Rz: -0.0 deg

Step: 0/mm



Member Displacements and Rotations

Init:

Dx: 36.04 mm

Dy: -2.73 mm

Rz: -0.0 deg

End:

Dx: 37.34 mm

Dy: -2.81 mm

Rz: -0.1 deg

Max. Transv.

Displ.:

37.34 mm

At local pos: 3000 mm

Member length: 3000 mm

Define a reasonable

step value to get

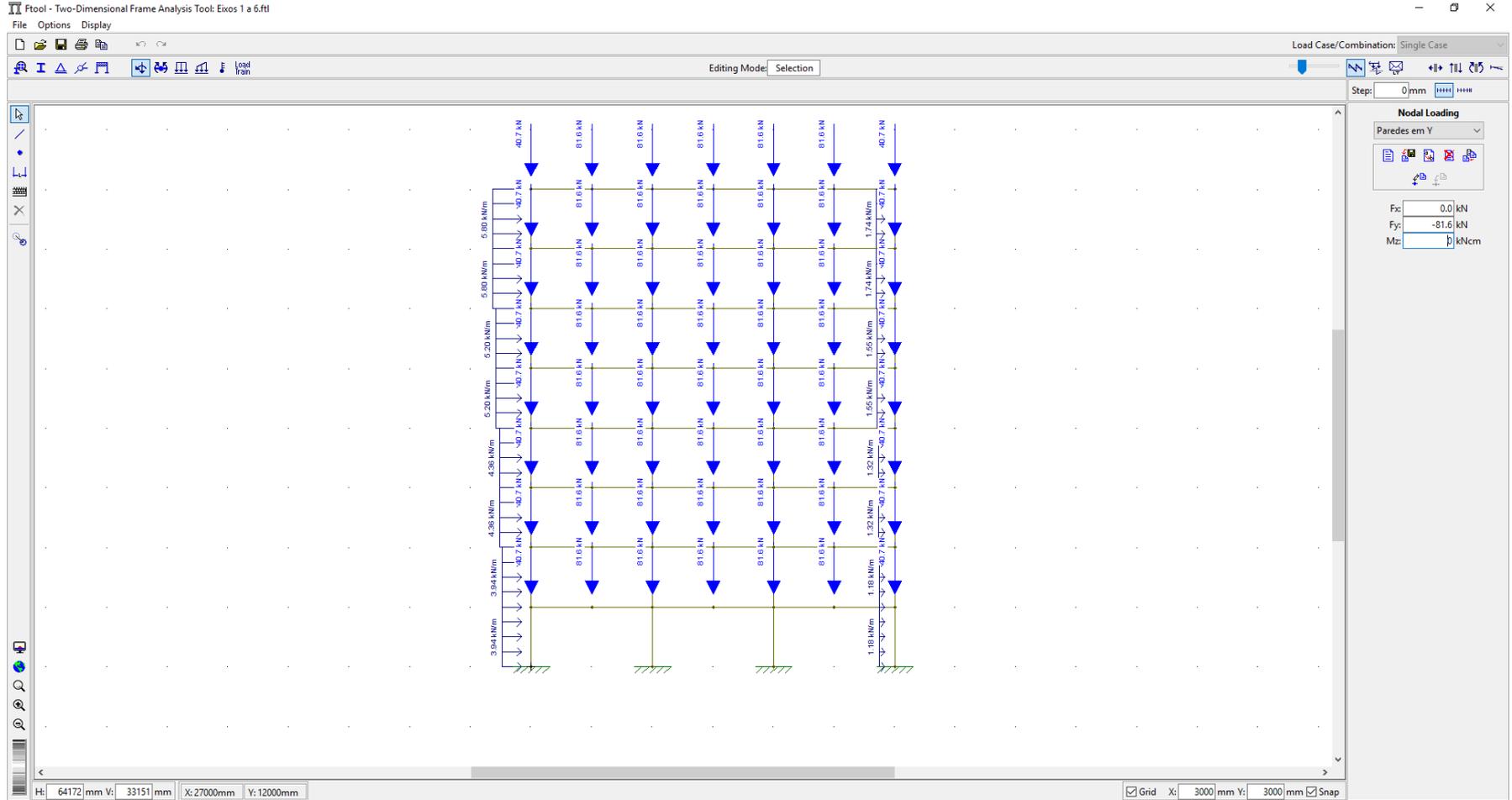
results along member.

Condição confortável com W310X44,5

H: 64172 mm V: 33151 mm X: 27000 mm Y: 12000 mm

Grid X: 3000 mm Y: 3000 mm Snap

ELU: Eixos 1 a 6



ELU: Eixos 1 a 6

Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool: Eixos 1 a 6.ftl

File Options Display



Bending Moment: 7 kNcm 1mm

Load Case/Combination: Single Case

Step: 0 mm

Nodal Loading

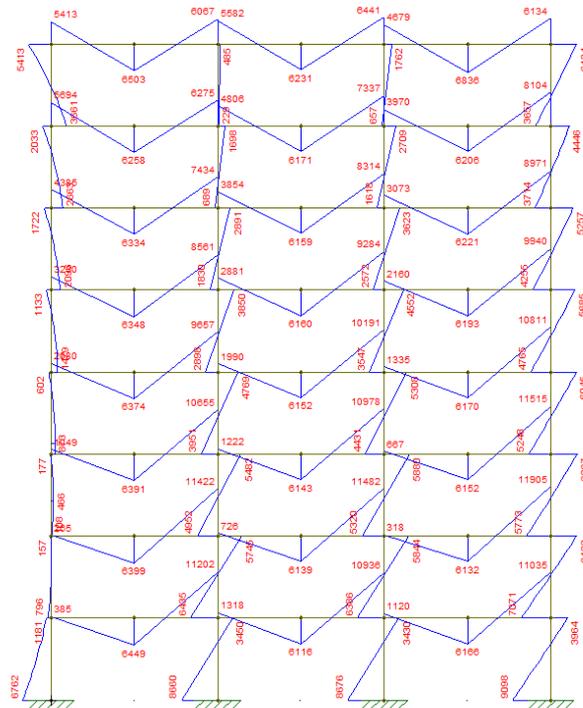
Paredes em Y



Fx: 0.0 kN

Fy: -81.6 kN

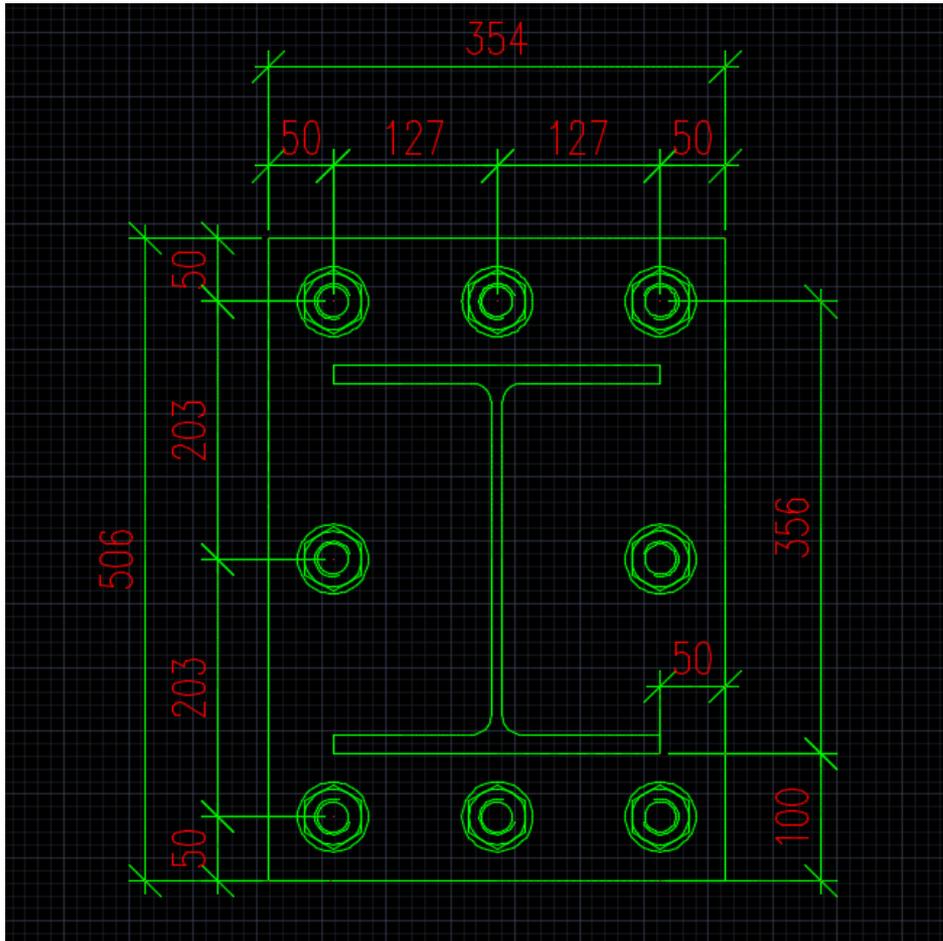
Mz: 0 kNcm



H: 58928 mm V: 30442 mm X: 30000 mm Y: 15000 mm

Grid X: 3000 mm Y: 3000 mm Snap

ELU: Cálculo da placa de base



$$f_c - \text{máx} = \frac{N}{A_p} + \frac{M}{W} = \frac{Nsd}{A \cdot B} + \frac{6 \cdot Msd}{B \cdot A^2}$$

$$f_c - \text{mín} = \frac{N}{A_p} + \frac{M}{W} = \frac{Nsd}{B \cdot A} - \frac{6 \cdot Msd}{B \cdot A^2}$$

$$f_c - \text{máx} = \frac{2599}{35,4 \cdot 50,6} + \frac{6 \cdot 9098}{35,4 \cdot 50,6^2} = 2,05 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_c - \text{mín} = \frac{2599}{35,4 \cdot 50,6} - \frac{6 \cdot 9098}{35,4 \cdot 50,6^2} = 0,85 \text{ kN/cm}^2$$

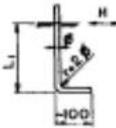
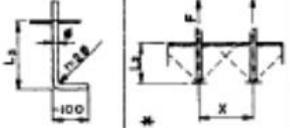
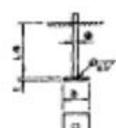
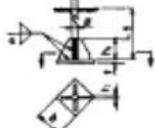
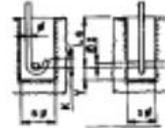
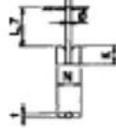
$$Msd = \frac{2,05 \cdot 10^2}{2} = 102,5 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$t = \sqrt{\frac{6,6 \cdot Msd}{F_y}} \quad t = \sqrt{\frac{6,6 \cdot 102,5}{25}} = 5,20 \text{ cm}$$

$$Nt, Sd = \frac{Msd}{L} \quad Nt, Sd = \frac{9098}{35,6} = 255 \text{ kN ou } 85 \text{ kN por parafuso}$$

ELU: Cálculo da placa de base

Tabela 12.5 - Força admissível e comprimento de arrancamento dos chumbadores

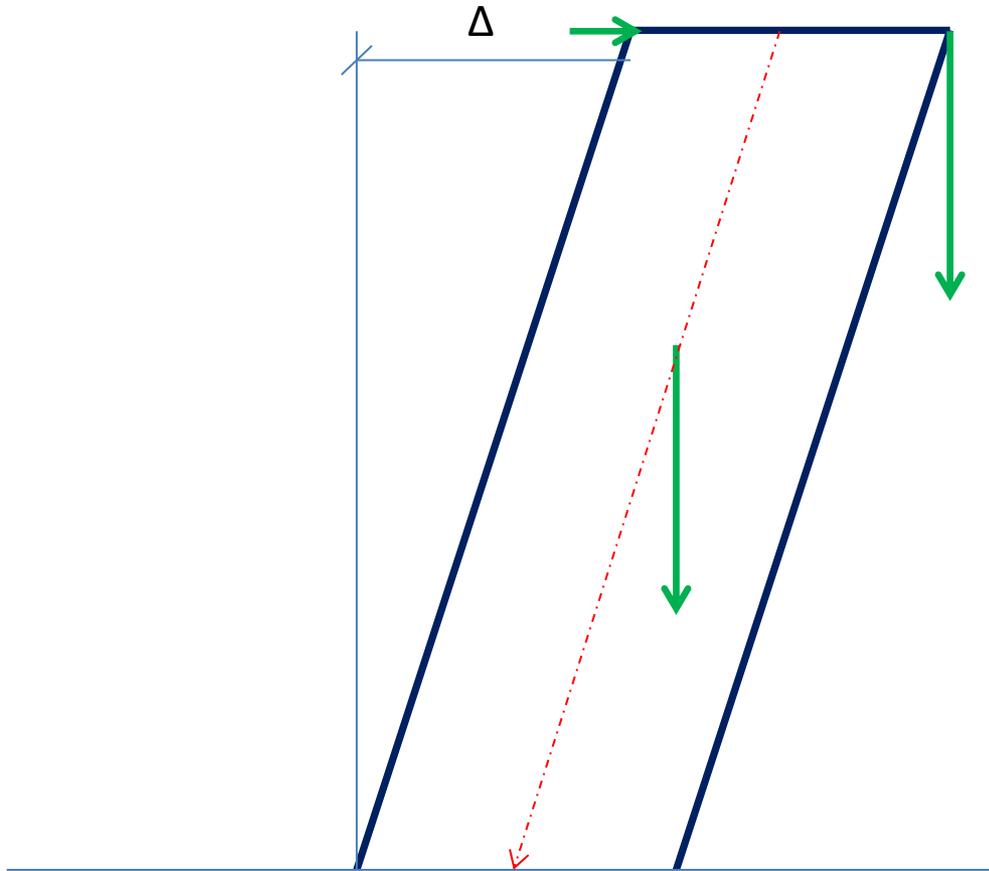
Chumbadores a cortante		Chumbadores a arrancamento																			
		fixos								com nichos											
																					
		Ø ext.	Área	H (adm)		F (adm)	altura mínima do cone de arrancamento	tipo CAL	tipo CAC		tipo CAR			tipo CAG				tipo CAM			
	cm²	tf	L1	tf	L2	L3	L4	q	t. b	L5	t. b	t, h	L6	Ø2	Y	K	L7	t	N	K	
19	2,84	2,6	330																		
22	3,80	3,5	330																		
25	5,06	4,5	380	6,1	450	800	600	10	19 x 100				600	38	125	60					
32	7,92	7,1	380	9,5	450	1000	600	10	19 x 100				600	44	150	75					
38	11,40	10,3	380	13,7	600	1250	600	12	25 x 120				700	50	180	85					
44	15,20	13,7		18,2	600	1250	800	12	32 x 150				800	57	210	100					
50	19,60	17,6		23,5	750	1700	800	16	32 x 150	800	19 x 200	8 x 150	800	70	240	115	800	32	160	100	
57	25,60			31	900					950	25 x 230	8 x 170					950	38	180	120	
64	31,70			38	900					950	25 x 250	8 x 200					950	38	18	130	
70	38,30			46	1000					1100	32 x 280	8 x 220					1100	50	210	150	
76	45,60			55	1100					1200	32 x 300	8 x 240					1200	50	210	150	
89	62,20			74	1300					1400	38 x 360	10 x 270					1400	64	270	170	
102	81,00			97	1400					1500	38 x 400	10 x 300					1500	76	300	170	

1) Aço SAE 1020 - Fv = 0,9 tf/cm², Ft = 1,2 tf/cm²
 2) Dimensões em mm
 3) A resistência dos cones de arrancamento foram reduzidas de 50% para compensar as perdas de áreas nas extremidades das fundações
 4) Para chumbadores sujeitos a esforços de tração e cisalhamento, fazer a verificação pela fórmula $F = \sqrt{R^2 + 3F_v^2}$

ELU: Lista de Materiais

APLICAÇÃO	PERFIL	QTD	UM	Peso Unit	Peso Total	%
Pilares	HP310X79	48	Barras 12m	948	45504	36,19%
Vigas Pav Tipo	W310X23,8	123	Barras 12m	285,6	35128,8	27,94%
Vigas Pav Tipo	W310X44,5	72	Barras 12m	534	38448	30,58%
Vigas Cobertura	W460X52	1	Barras 12m	624	624	0,50%
Vigas Cobertura	W310X21	17	Barras 12m	252	4284	3,41%
Placas de Base	Chapa 354X506X52mm	24	Peças	73	1752	1,39%
				PESO TOTAL	125740,8	100,00%
				Peso /m ³	9,70	

Considerações sobre *Efeitos de Segunda Ordem*



Anexo D da NBR8800

4.9.2.2 Quanto ao efeito dos deslocamentos, os esforços internos podem ser determinados por:

- a) análise linear (teoria de primeira ordem), com base na geometria indeformada da estrutura;
- b) análise não-linear, com base na geometria deformada da estrutura.

A análise não-linear deve ser usada sempre que os deslocamentos afetarem de forma significativa os esforços internos. Essa análise pode ter como base teorias geometricamente exatas, teorias aproximadas ou adaptações a resultados da teoria de primeira ordem. Nesta Norma, por simplicidade, os três tipos de análise são denominados de segunda ordem.

Os efeitos decorrentes dos deslocamentos horizontais dos nós da estrutura são ditos efeitos globais de segunda ordem ($P-\Delta$) e os decorrentes da não-retilineidade dos eixos das barras, efeitos locais de segunda ordem ($P-\delta$).

4.9.2.3 Métodos de análise que considerem direta ou indiretamente a influência da geometria deformada da estrutura (efeitos $P-\delta$ e $P-\Delta$), das imperfeições iniciais, do comportamento das ligações e da redução de rigidez dos elementos componentes, quer pela não-linearidade do material, quer pelo efeito das tensões residuais, podem ser utilizados. Os métodos aproximados, apresentados em 4.9.7, satisfazem essas exigências.

Anexo D da NBR8800

Estruturas de Pequena Deslocabilidade: flecha horizontal (1ª Ordem / 2ª Ordem) <1,1

Estruturas de Média Deslocabilidade: flecha horizontal (1ª Ordem / 2ª Ordem) <1,4

Estruturas de Grande Deslocabilidade: flecha horizontal (1ª Ordem / 2ª Ordem) > 1,4

POR SIMPLIFICAÇÃO PODEMOS CONSIDERAR ESSA RELAÇÃO COMO O FATOR B2

4.9.4.6 A classificação da estrutura depende da combinação última de ações considerada. Por simplicidade, essa classificação pode ser feita uma única vez, tomando-se a combinação de ações que fornecer, além de forças horizontais, a maior resultante de carga gravitacional.

Anexo D da NBR8800 (Método aproximado)

Para cada andar da estrutura, deve-se aplicar um coeficiente B1 e B2 nos esforços solicitantes:

$$M_{Sd} = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$N_{Sd} = N_{nt} + B_2 N_{lt}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Sd1}}{N_e}} \geq 1,0$$

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{R_s} \frac{\Delta_h}{h} \frac{\sum N_{Sd}}{\sum H_{Sd}}}$$

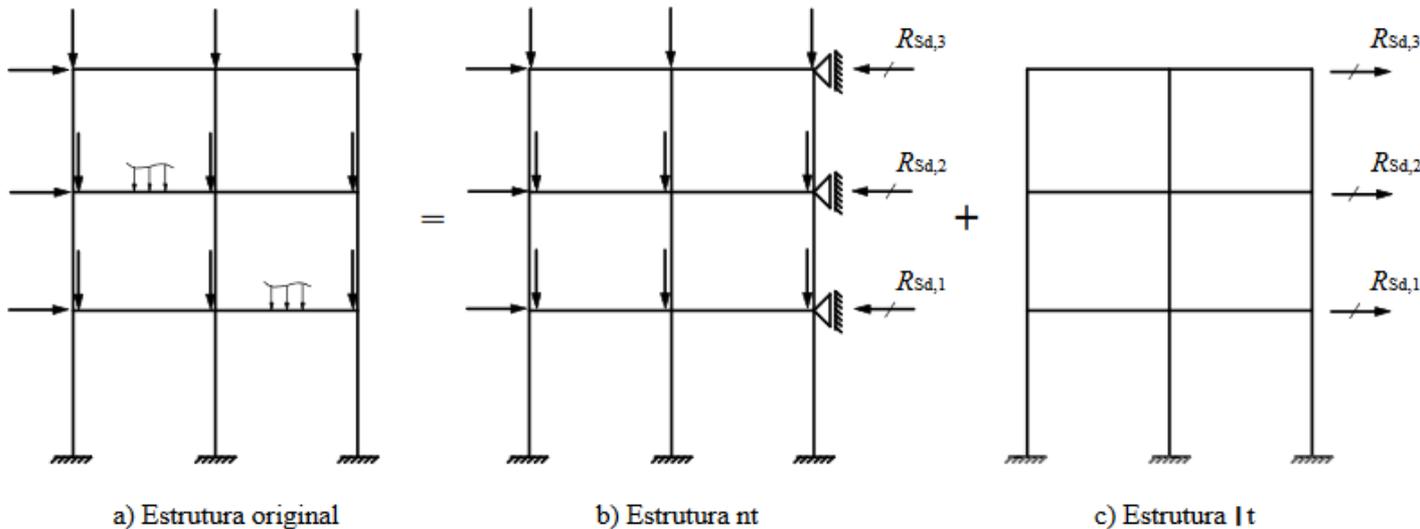


Figura D.1 — Modelo para análise

Anexo D da NBR8800 (Método aproximado)

Entendendo B2

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{R_s} \frac{\Delta_h}{h} \frac{\sum N_{Sd}}{\sum H_{Sd}}}$$

Deslocamento relativo do andar

Soma das cargas verticais

Soma das cargas Horizontais

$R_s = 0,85$ para pórticos

$R_s = 1,00$ para

estruturas

contraventadas e

paredes de

cisalhamento

Altura do andar

Anexo D da NBR8800 (Método aproximado)

Dh Lim	Forças verticais / Forças horizontais						
	0	5	10	20	30	40	50
h/100	1,0	1,1	1,1	1,3	*	*	*
h/200	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4
h/300	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
h/400	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
h/500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1

No nosso caso:

No pavimento : $PP+SC = 2,25+0,36+0,31+ (1,22 \times 3 \times (96) / (30 \times 18)) + 2,00 = 3,57 \text{ kN/m}^2$

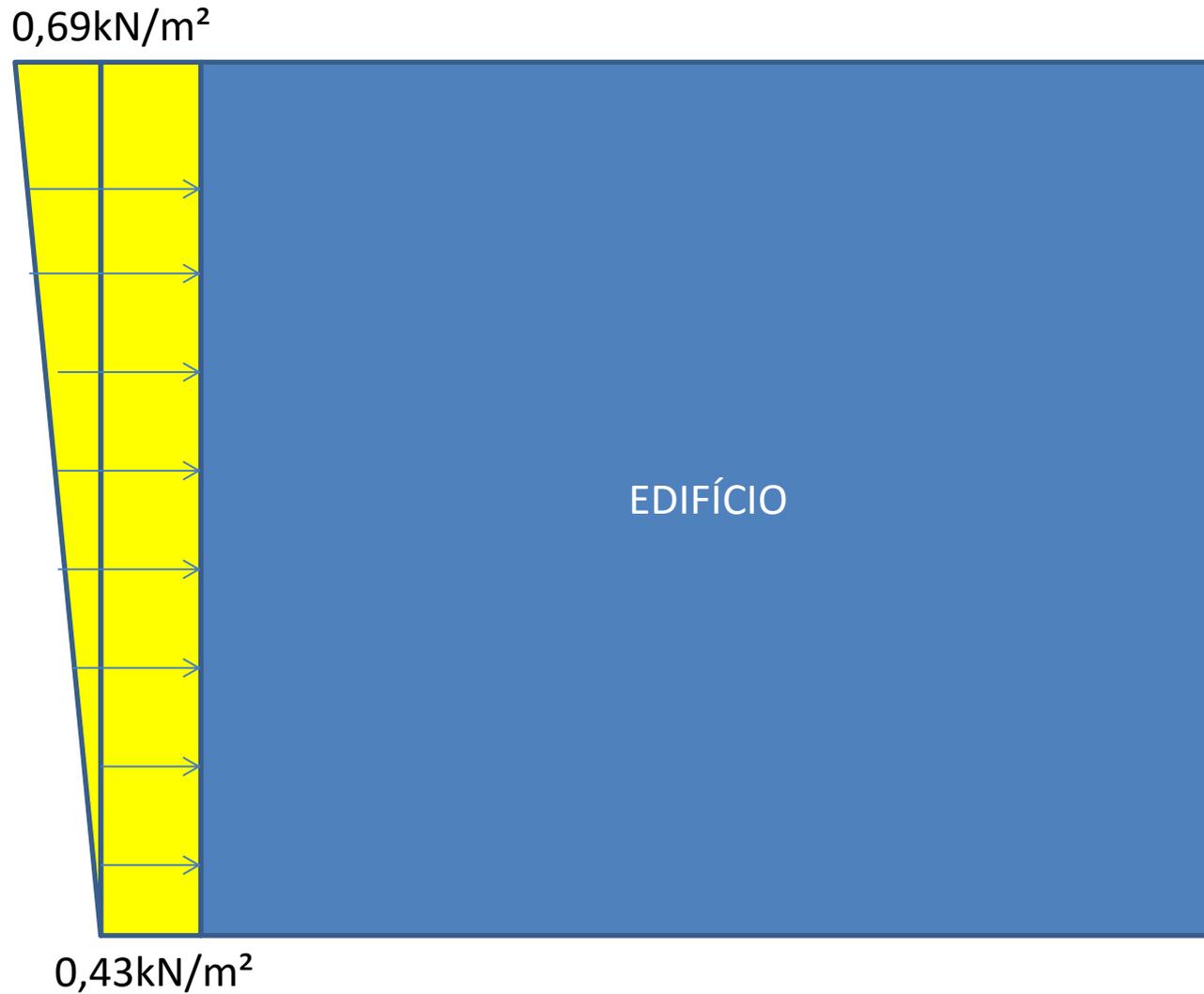
Carga vertical total = $3,57 \times 30 \times 18 \times 8 = 15422 \text{ kN}$

Carga Horizontal Total: (Área do triângulo da carga de vento X Largura da face)

= $(0,43-0,69) \times 24 / 2 + 0,43 \times 24 = 16,56 \times 18 = 298,08 \text{ kN}$

Relação = $15422 / 298 \sim 50$ como Dh limite = h/500 então B2 = 1,1 (Estrutura de pequena deslocabilidade)

Anexo D da NBR8800 (Método aproximado)



Anexo D da NBR8800 (Método aproximado)

C_m é um coeficiente igual a:

- se não houver forças transversais entre as extremidades da barra no plano de flexão:

$$C_m = 0,60 - 0,40 \frac{M_1}{M_2}$$

sendo M_1/M_2 a relação entre o menor e o maior dos momentos fletores solicitantes de cálculo na estrutura no plano de flexão, nas extremidades apoiadas da barra, tomada como positiva quando os momentos provocarem curvatura reversa e negativa quando provocarem curvatura simples ($M_1 = M_{nt1}$; $M_2 = M_{nt2}$);

- se houver forças transversais entre as extremidades da barra no plano de flexão, o valor de C_m deve ser determinado por análise racional ou ser tomado conservadoramente igual a 1,0.

Anexo D da NBR8800

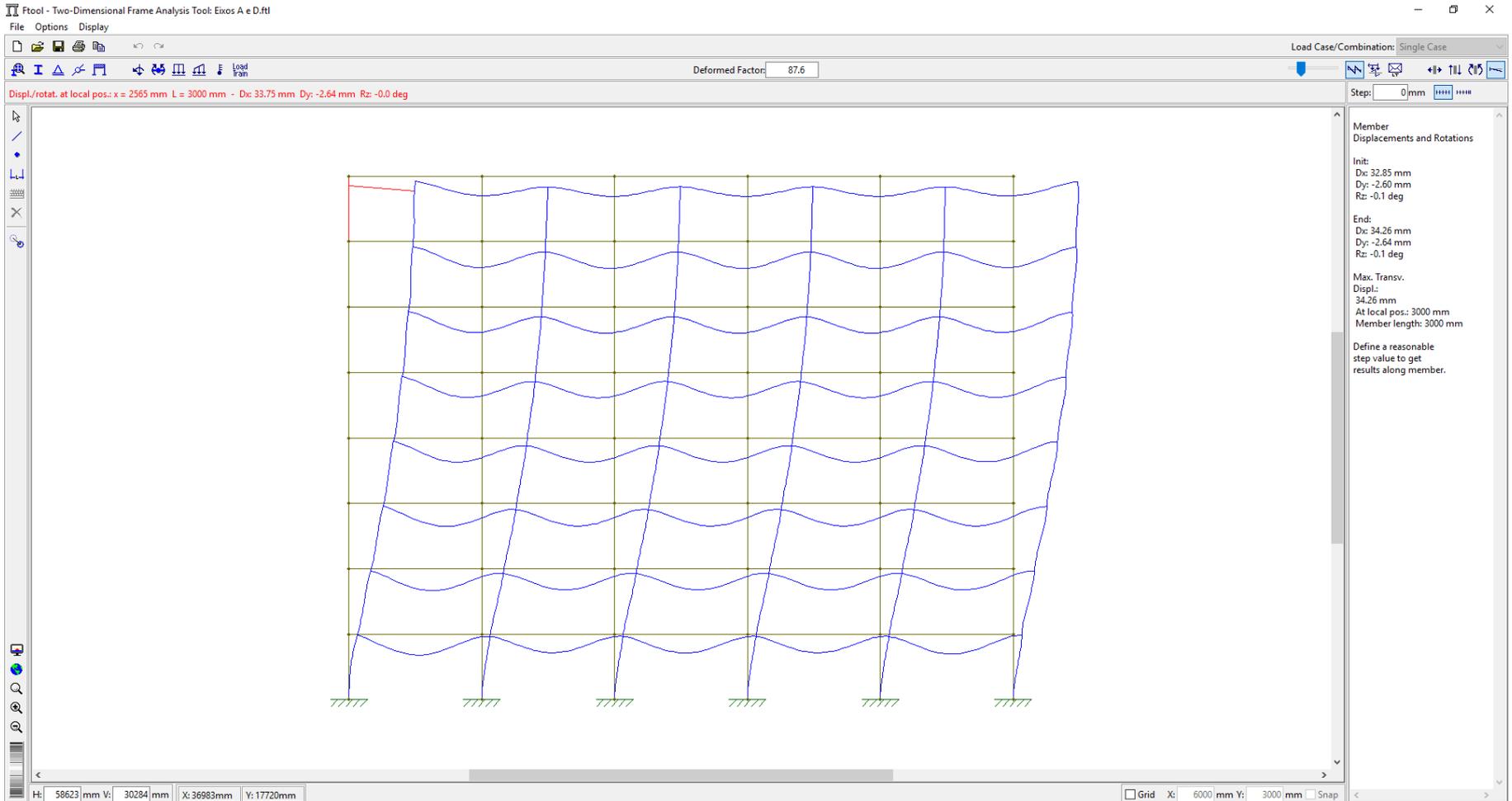
4.9.7.1.1 Nas estruturas de pequena deslocabilidade e média deslocabilidade, os efeitos das imperfeições geométricas iniciais devem ser levados em conta diretamente na análise, por meio da consideração, em cada andar, de um deslocamento horizontal relativo entre os níveis inferior e superior (deslocamento interpavimento) de $h/333$, sendo h a altura do andar (distância entre eixos de vigas). Admite-se também que esses efeitos sejam levados em conta por meio da aplicação, em cada andar, de uma força horizontal equivalente, denominada aqui força nocional, igual a 0,3% do valor das cargas gravitacionais de cálculo aplicadas em todos os pilares e outros elementos resistentes a cargas verticais, no andar considerado. Não é necessário somá-las às reações horizontais de apoio. Os efeitos das imperfeições geométricas iniciais devem ser considerados independentemente em duas direções ortogonais em planta da estrutura. Além disso, esses efeitos podem ser entendidos como um carregamento lateral mínimo da estrutura, exceto nas estruturas de pequena deslocabilidade, se for utilizada a condição prevista em 4.9.7.1.4.

4.9.7.1.4 Nas estruturas de pequena deslocabilidade, os efeitos globais de segunda ordem podem ser desconsiderados, desde que sejam atendidas as seguintes exigências:

- a) as forças axiais solicitantes de cálculo de todas as barras cuja rigidez à flexão contribua para a estabilidade lateral da estrutura, em cada uma das combinações últimas de ações estipuladas em 4.7.7.2, não sejam superiores a 50% da força axial correspondente ao escoamento da seção transversal dessas barras;
- b) os efeitos das imperfeições geométricas iniciais sejam adicionados às respectivas combinações, inclusive àquelas em que atuem ações variáveis devidas ao vento.

Os efeitos locais de segunda ordem devem ser considerados amplificando-se os momentos fletores pelo coeficiente B_1 , calculado de acordo com o Anexo D, mas com as grandezas que influem no seu valor obtidas da estrutura original, em todas as barras da estrutura.

Anexo D da NBR8800



Relação Análise linear x Análise não linear:
Flecha horizontal na análise linear: 23,54
Flecha com as cargas nocionais: 32,85mm
Flecha limite : 60mm

Anexo D da NBR8800

$$M_{Sd} = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Sd1}}{N_e}} \geq 1,0$$

N_{Sd1} é a força axial de compressão solicitante de cálculo na barra considerada, em análise de primeira ordem ($N_{Sd1} = N_{nt} + N_{lt}$);

C_m é um coeficiente igual a:

- se não houver forças transversais entre as extremidades da barra no plano de flexão:

$$C_m = 0,60 - 0,40 \frac{M_1}{M_2}$$

sendo M_1/M_2 a relação entre o menor e o maior dos momentos fletores solicitantes de cálculo na estrutura no plano de flexão, nas extremidades apoiadas da barra, tomada como positiva quando os momentos provocarem curvatura reversa e negativa quando provocarem curvatura simples ($M_1 = M_{nt1}$; $M_2 = M_{nt2}$);

- se houver forças transversais entre as extremidades da barra no plano de flexão, o valor de C_m deve ser determinado por análise racional ou ser tomado conservadoramente igual a 1,0.

Anexo D da NBR8800

$$M_{Sd} = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Sd1}}{N_e}} \geq 1,0$$

N_{Sd1} é a força axial de compressão solicitante de cálculo na barra considerada, em análise de primeira ordem
($N_{Sd1} = N_{nt} + N_{lt}$);

C_m é um coeficiente igual a:

- se não houver forças transversais entre as extremidades da barra no plano de flexão:

$$C_m = 0,60 - 0,40 \frac{M_1}{M_2}$$

sendo M_1/M_2 a relação entre o menor e o maior dos momentos fletores solicitantes de cálculo na estrutura no plano de flexão, nas extremidades apoiadas da barra, tomada como positiva quando os momentos provocarem curvatura reversa e negativa quando provocarem curvatura simples ($M_1 = M_{nt1}$; $M_2 = M_{nt2}$);

- se houver forças transversais entre as extremidades da barra no plano de flexão, o valor de C_m deve ser determinado por análise racional ou ser tomado conservadoramente igual a 1,0.