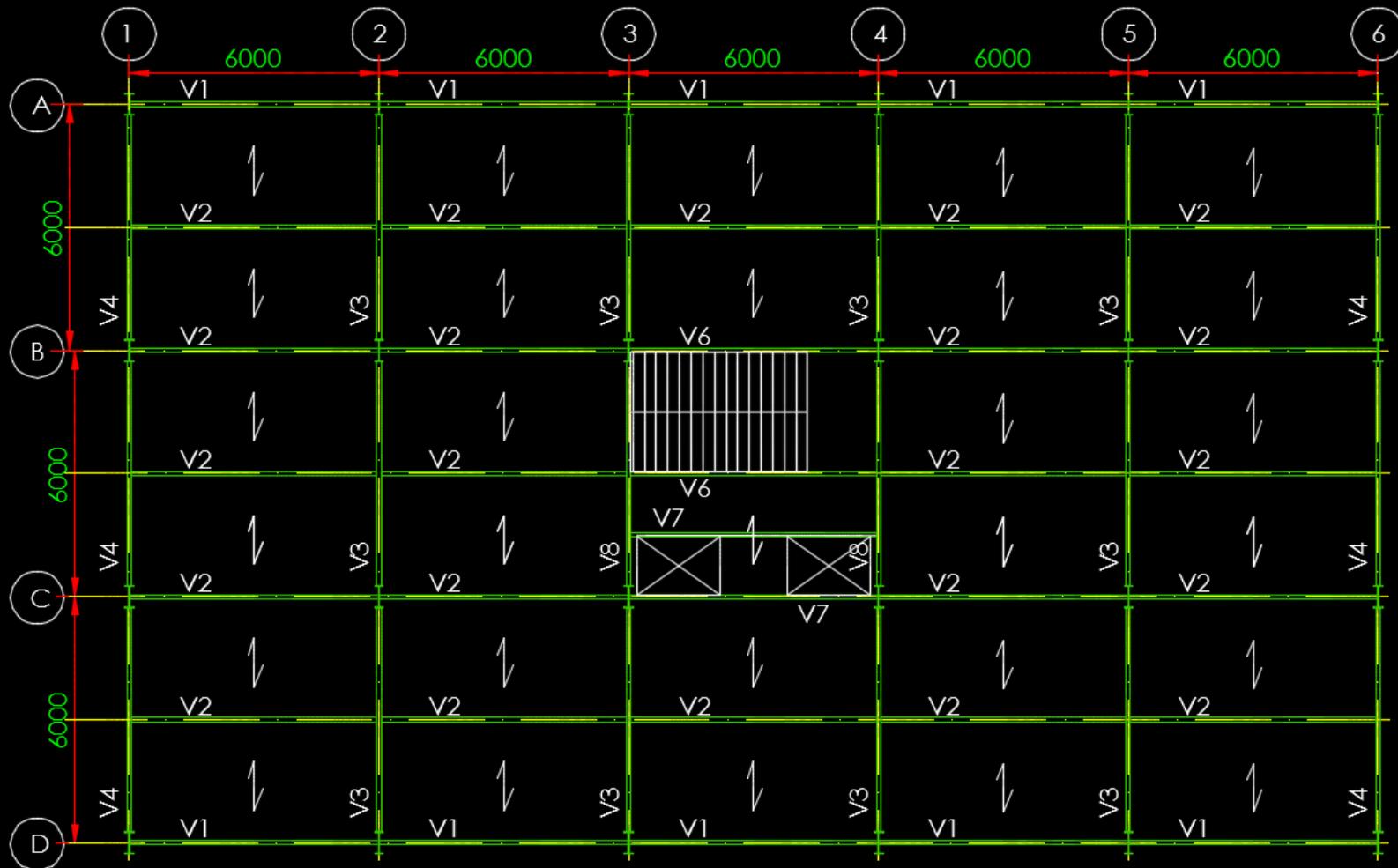


# Projeto de um edifício de 8 pavimentos 1ª parte

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas*

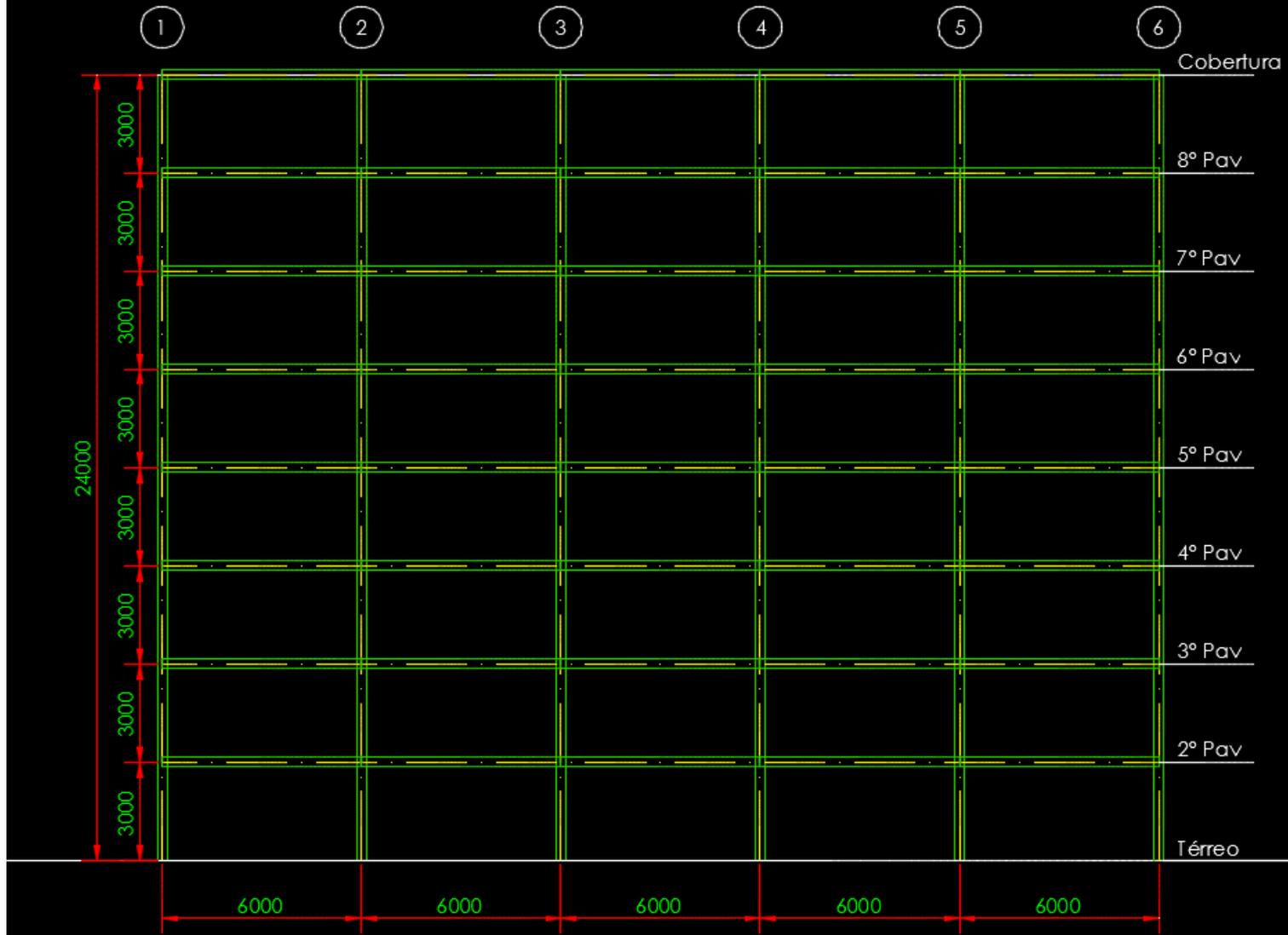
# Características Estruturais

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

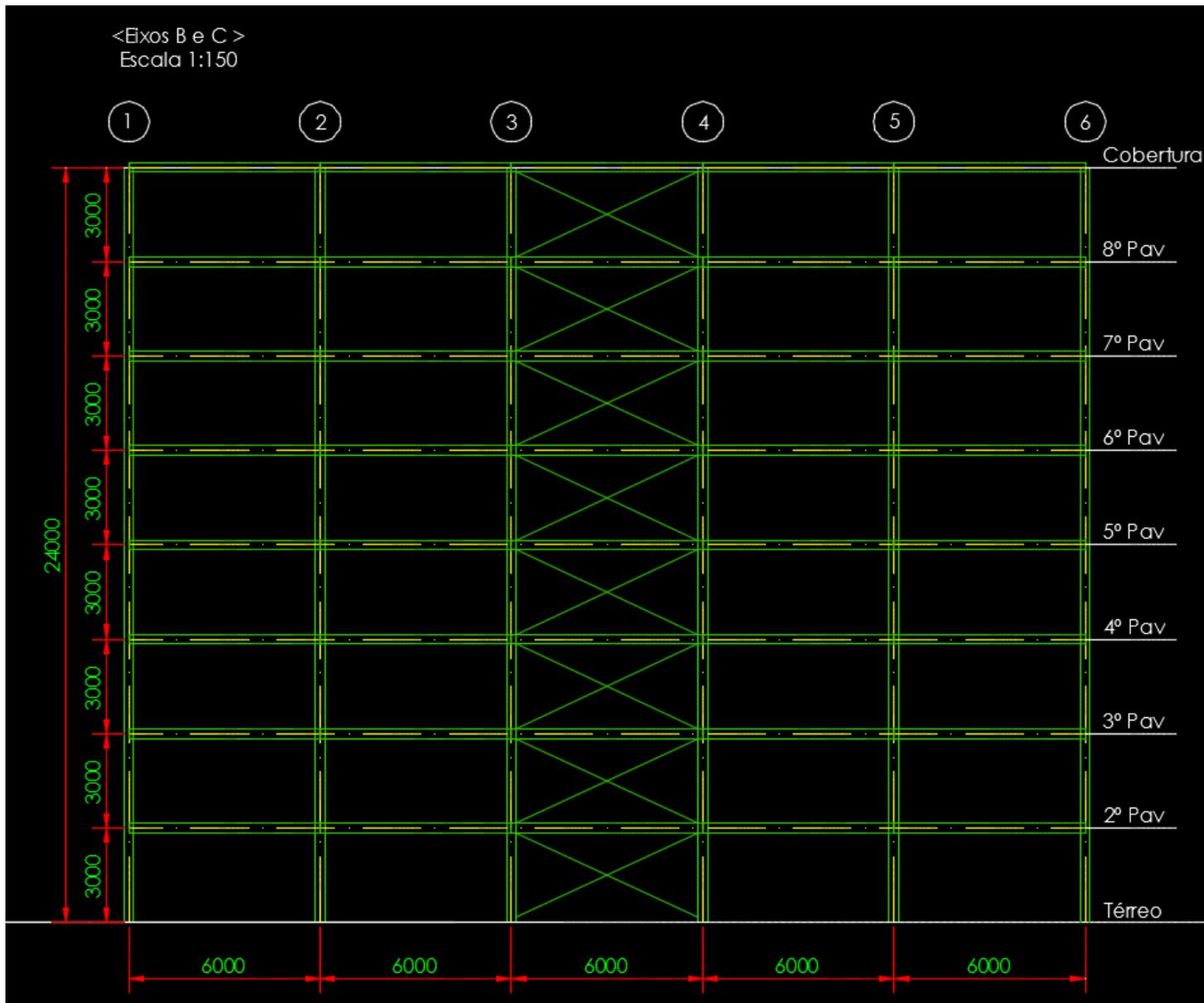


# Características Estruturais

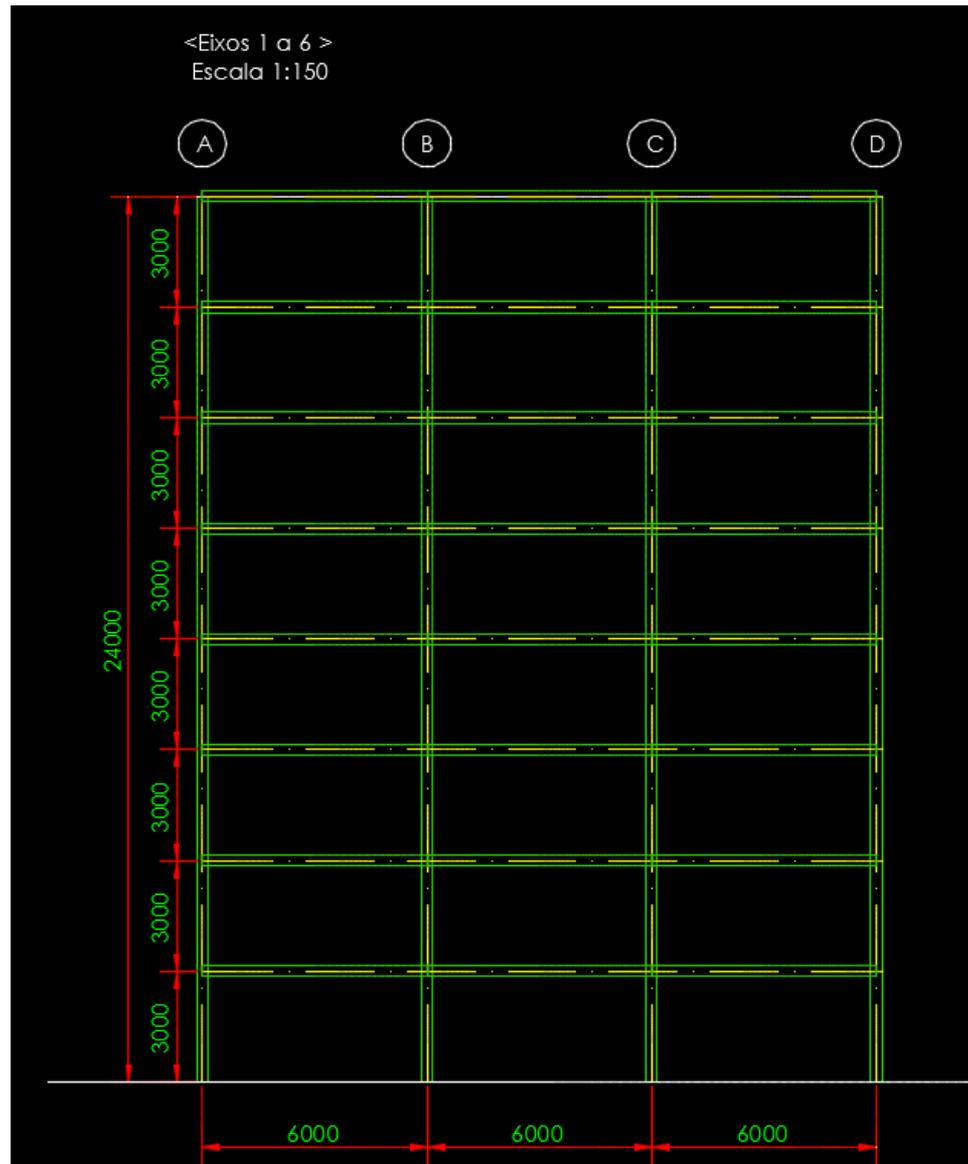
<Eixos A e D >  
Escala 1:150



# Características Estruturais

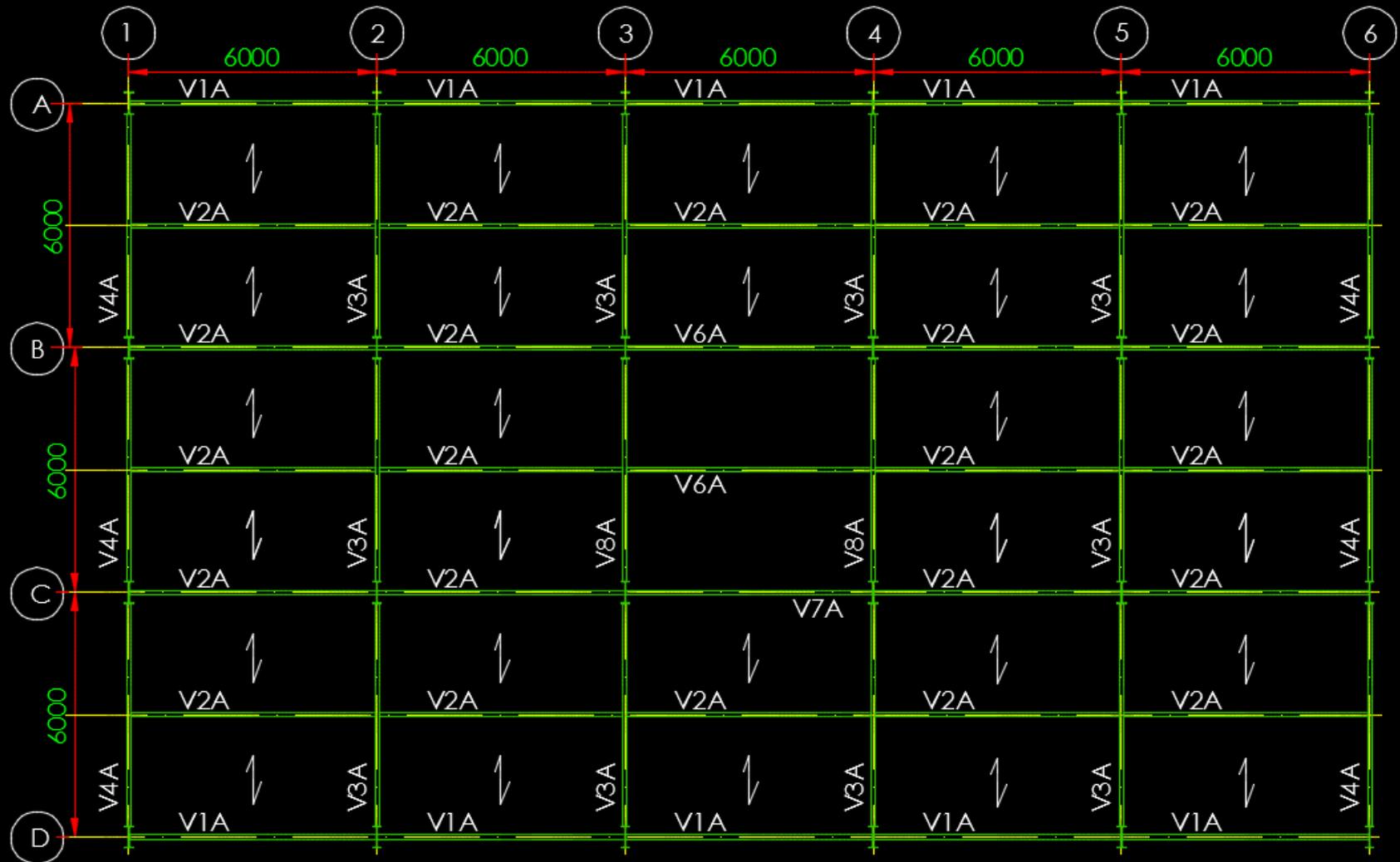


# Características Estruturais



# 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/m<sup>2</sup> para o piso de cada pavimento – Estimativa)

Forro de gesso 31kg/m<sup>2</sup>

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/m<sup>2</sup>) – Cercada por paredes do mesmo bloco sical e revestimento

## **Cargas Acidentais:**

Sobrecarga de Cobertura: 0,5kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga nos Pisos de pavimentos: 2 kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga nas escadas: 3kN/m<sup>2</sup>

Elevador (Casa de máquinas) 7,5kN/m<sup>2</sup>

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  $S_3 = 1,0$

-----

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

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

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

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

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

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

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

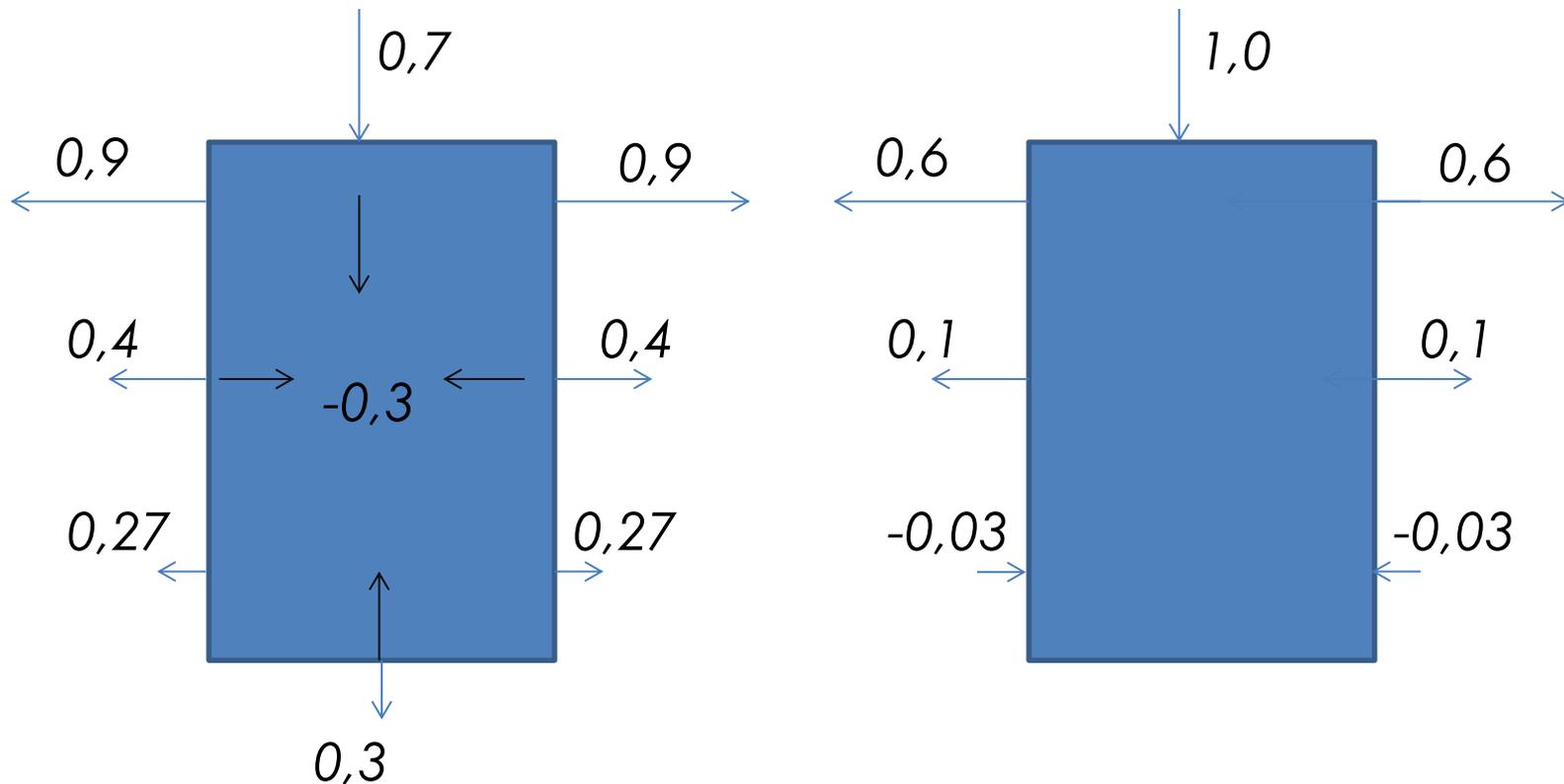
# Cálculo da pressão do vento nas paredes

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

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

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

Para vento a  $0^\circ$



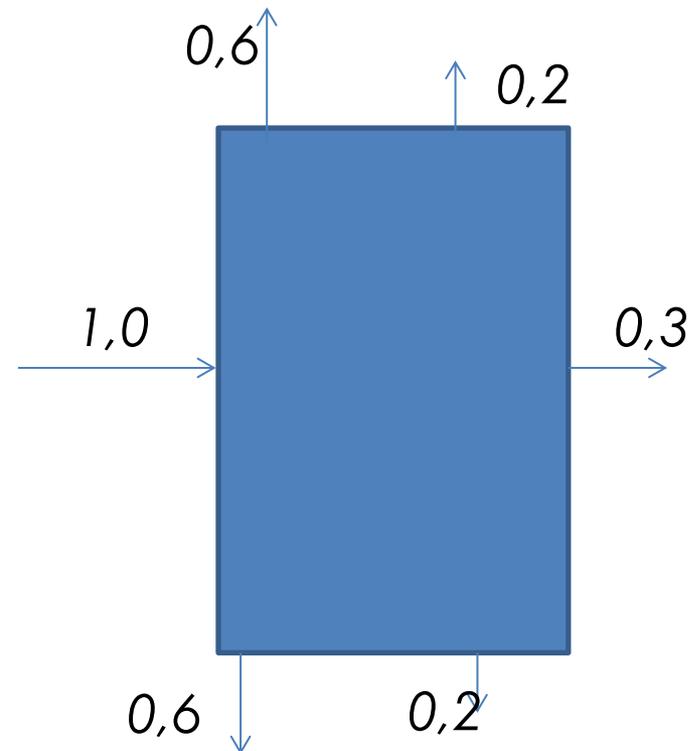
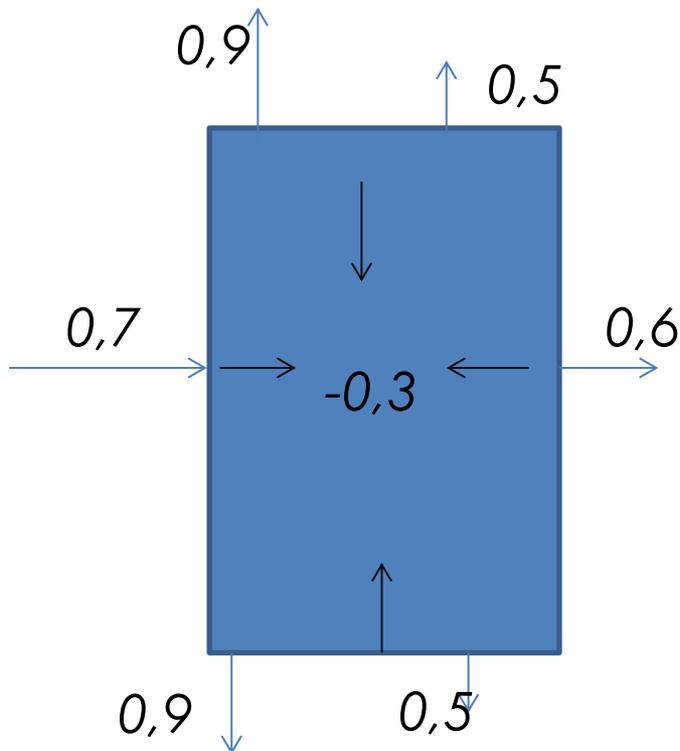
# Cálculo da pressão do vento nas paredes

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

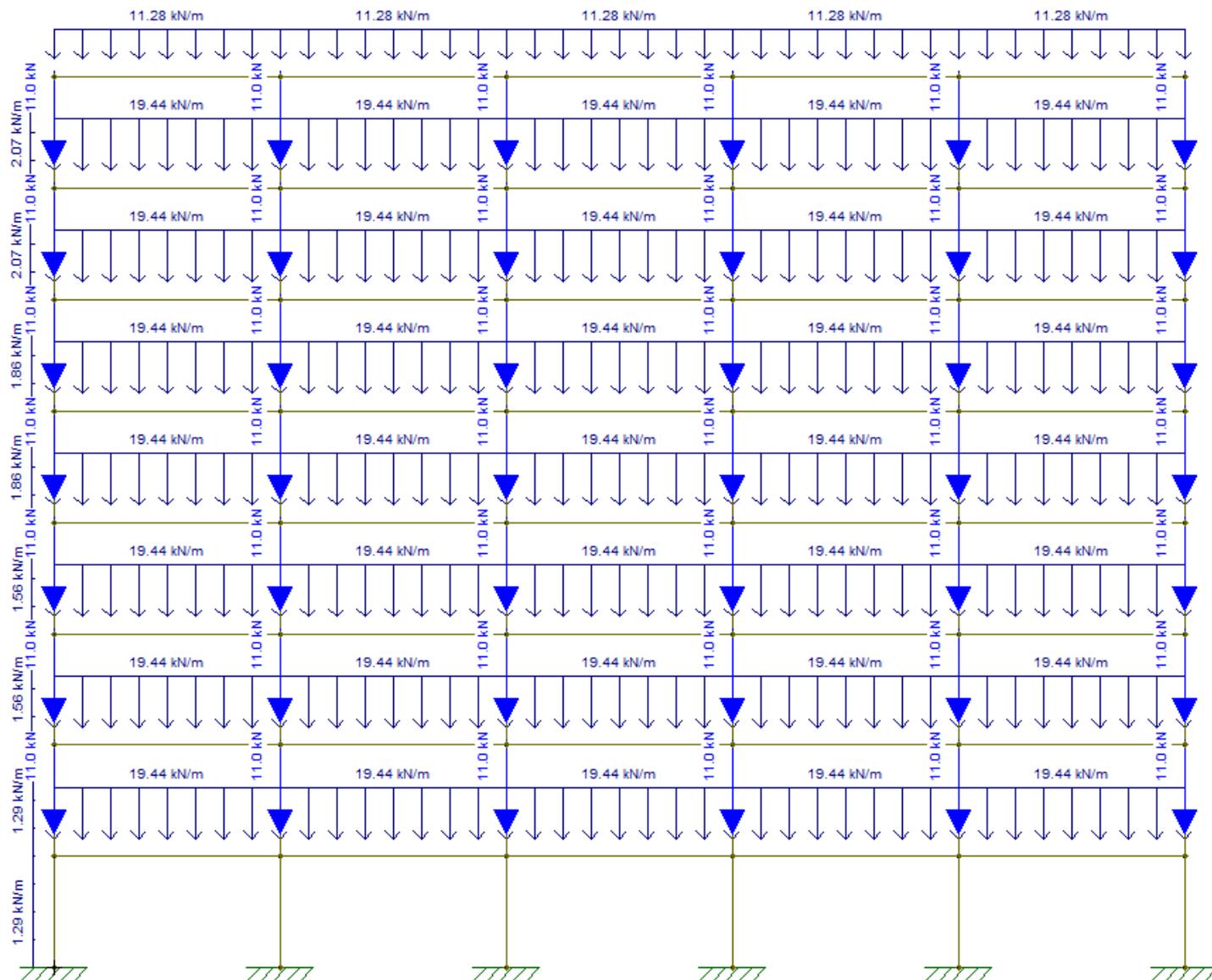
$$\frac{3}{2} < \frac{a}{b} = \frac{30}{18} = 1,67 < 4$$

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

Para vento a  $0^\circ$



# 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

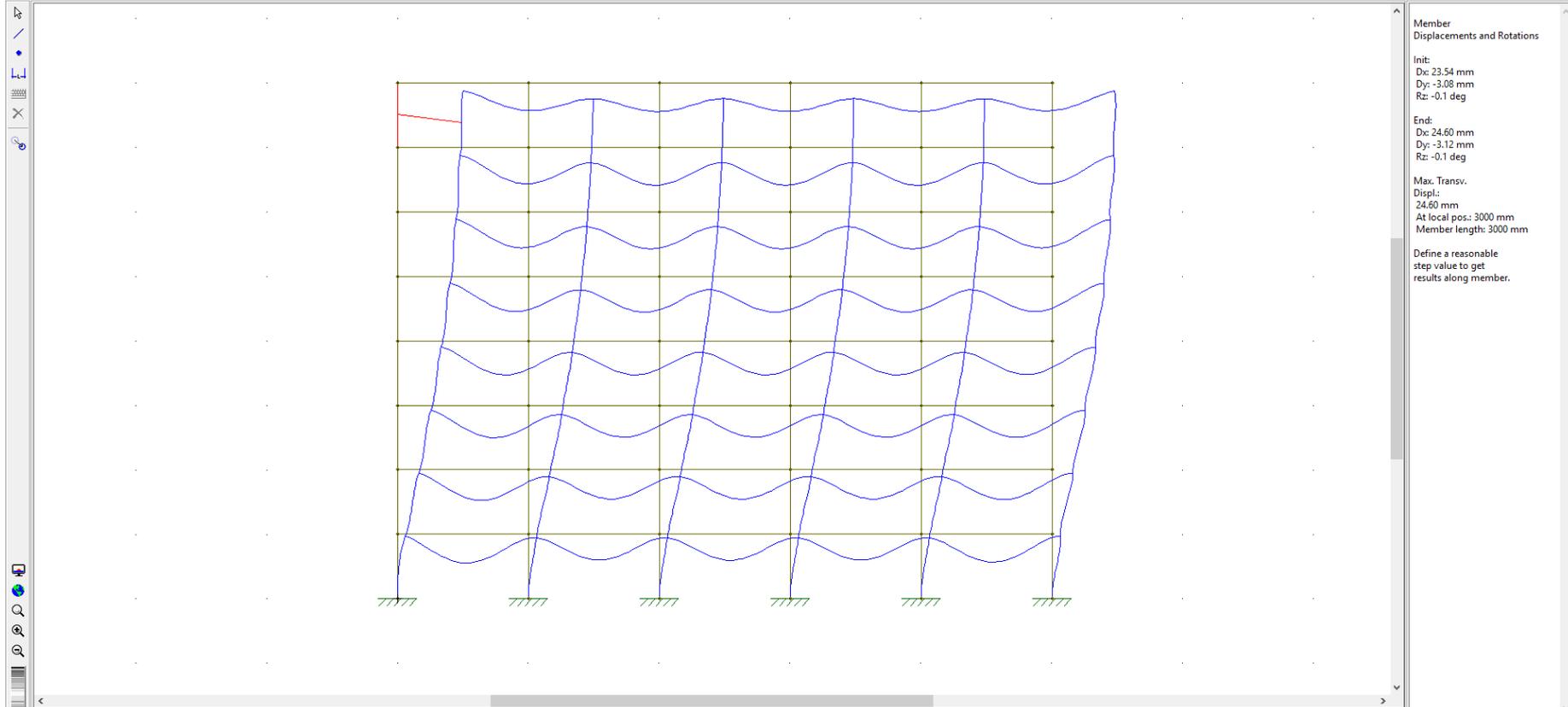


Deformed Factor: 121.9

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

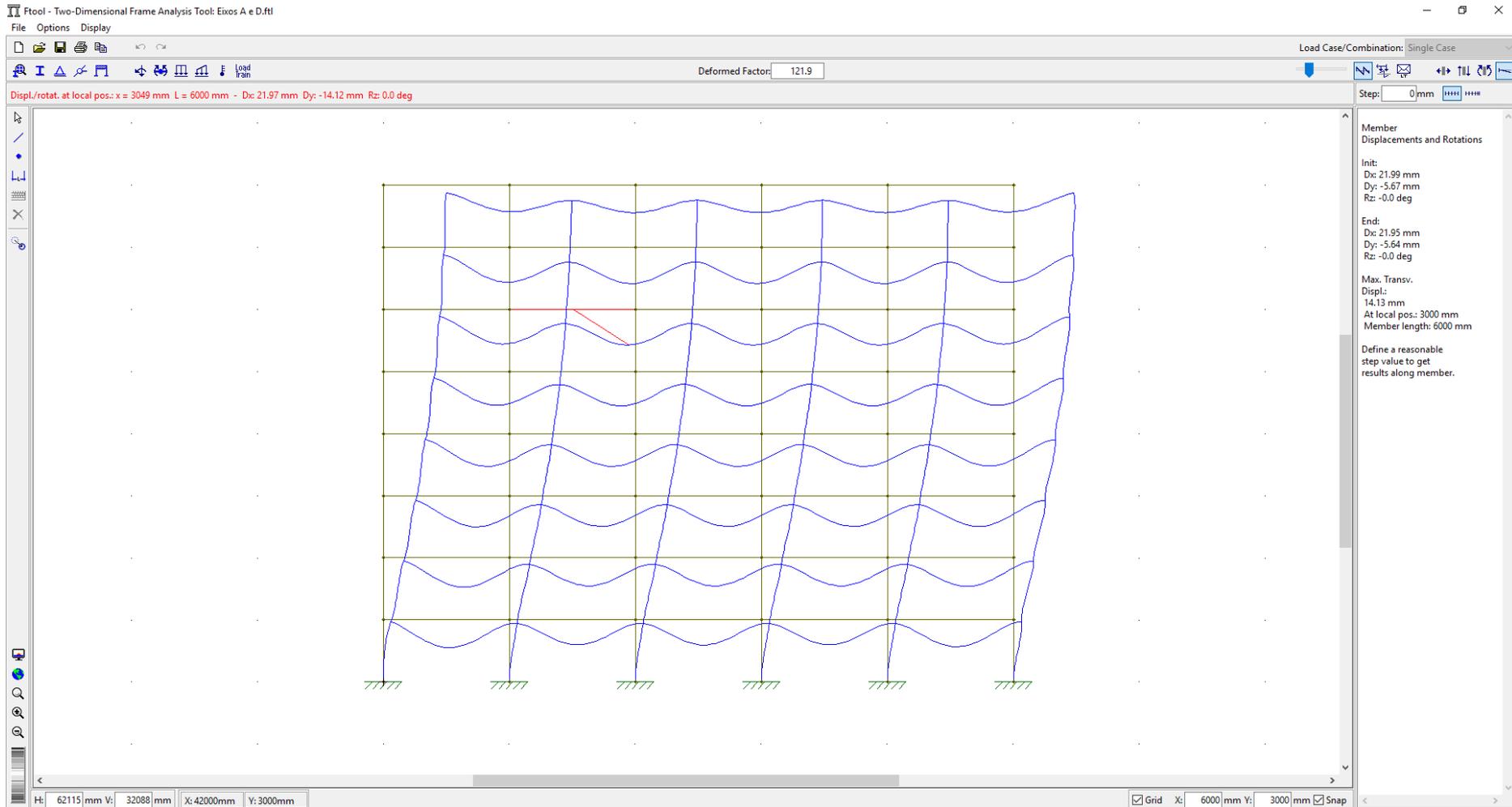
Grid X: 6000 mm Y: 3000 mm  Snap

# ELS: Eixos A e D

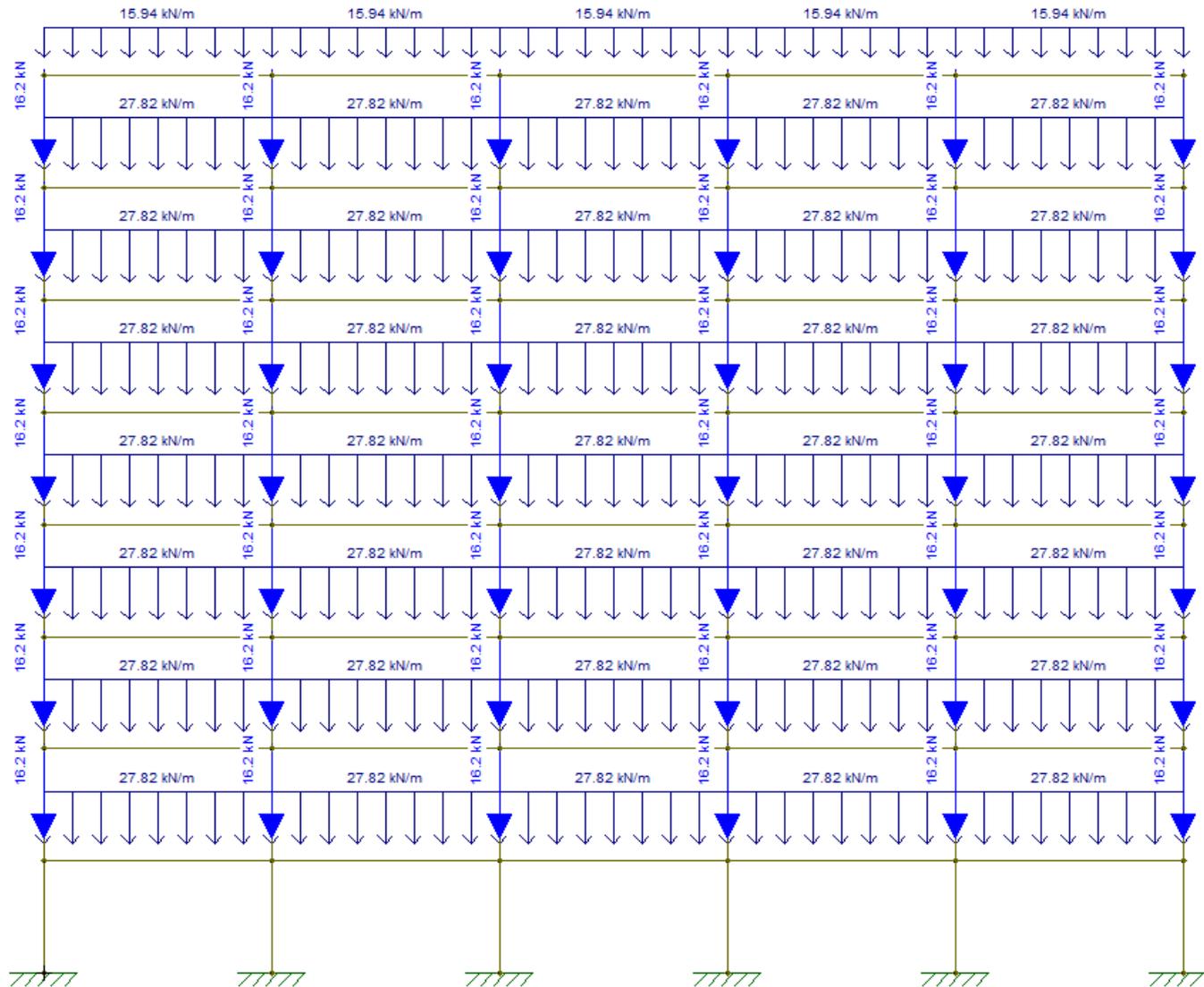
	<i>L/300</i>
Galpões em geral e edifícios de um pavimento: - Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base - Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	<i>H/300</i> <i>H/400<sup>k1</sup></i>
Edifícios de dois ou mais pavimentos: - Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base - Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	<i>H/400</i> <i>h/500<sup>m</sup></i>
Lajes mistas	Ver Anexo Q

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

# ELS: Eixos A e D

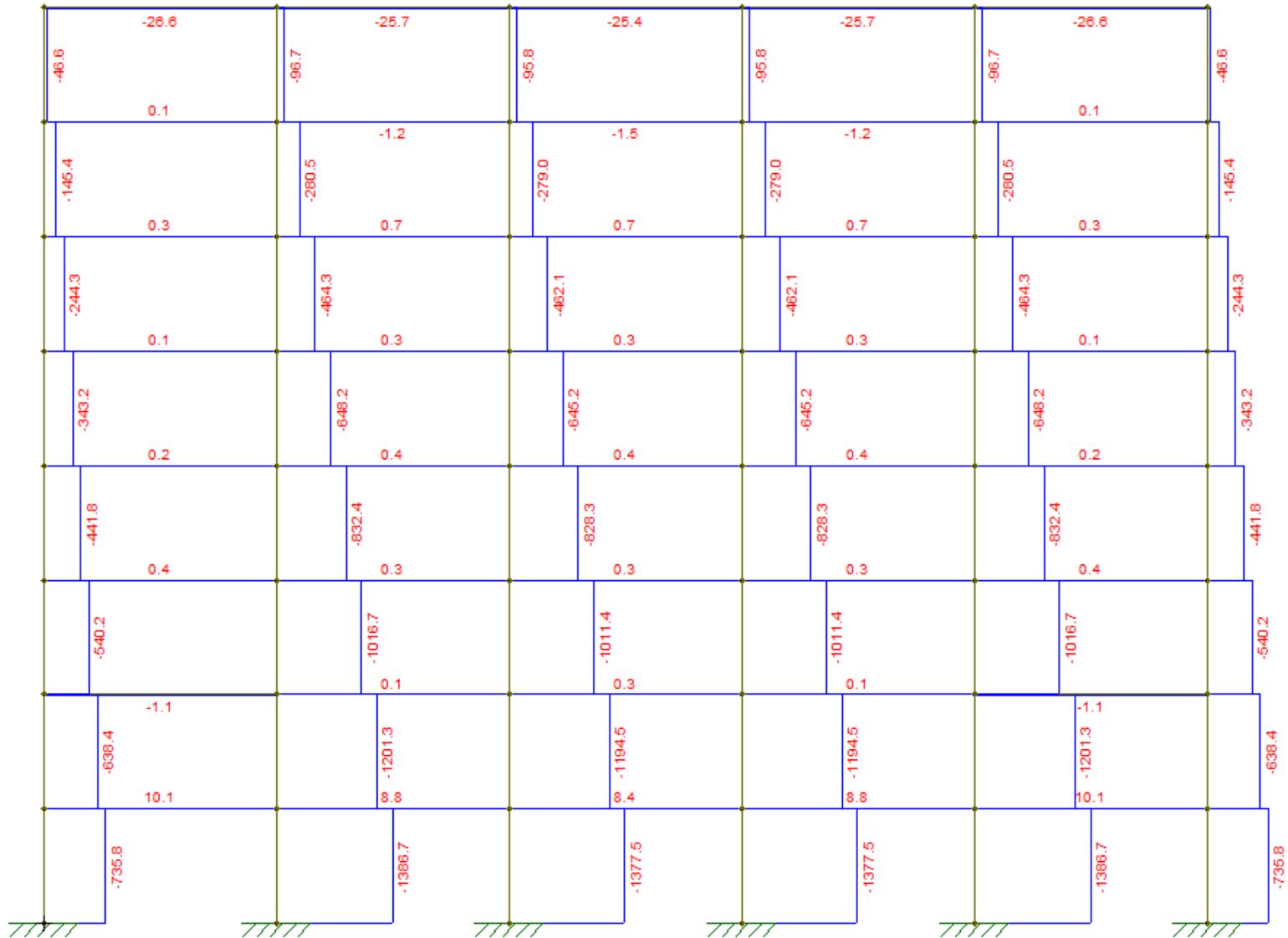


# ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)



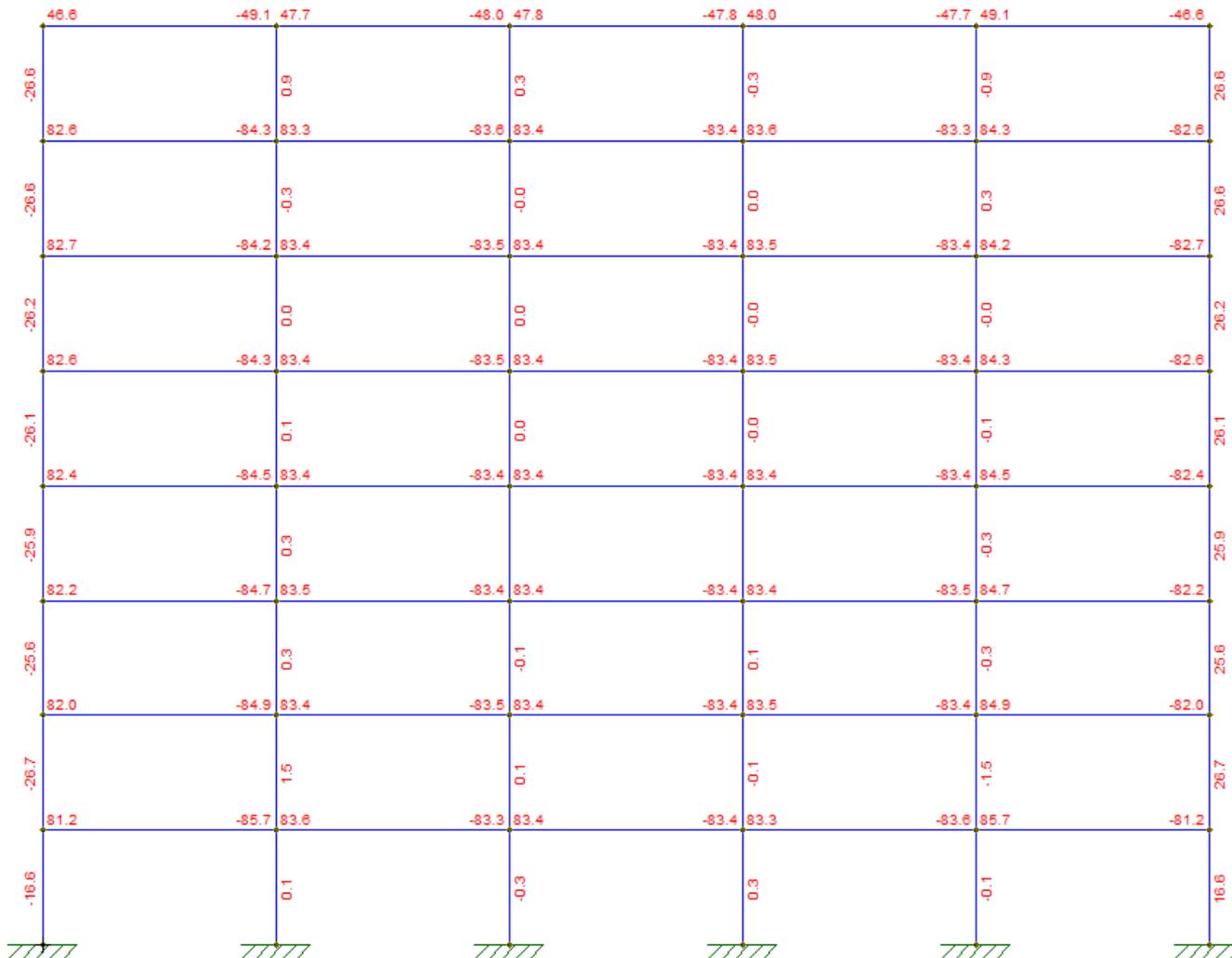
# ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

## Compressão



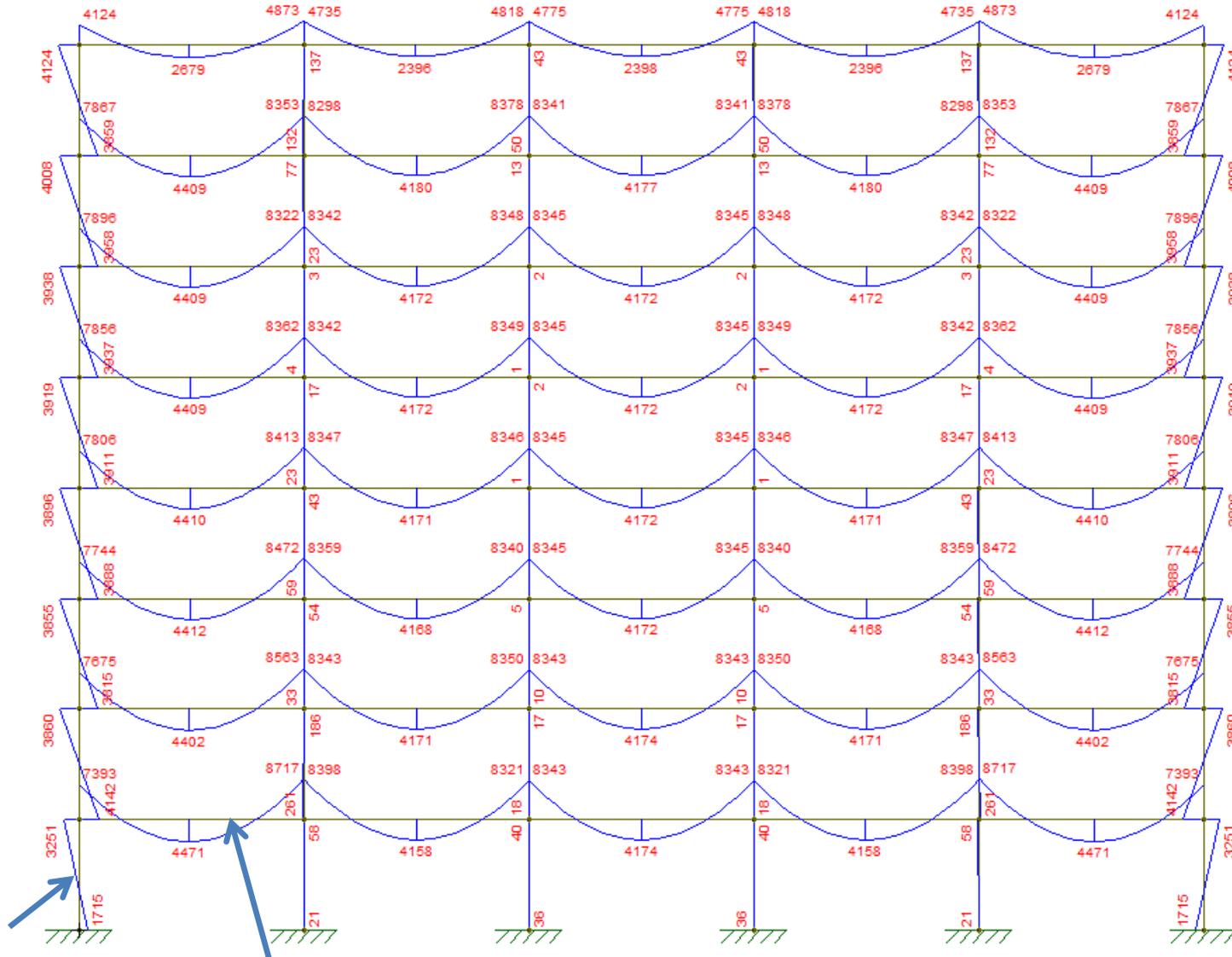
# ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+1,5SC)

## 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

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3000
Ly (mm)	3000
Ni(kN)	-735,8
Vi(kN)	16,6
Vyi(kN)	0
Mxi(kN.cm)	0
Myi(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	
Aalma	25,18	Aalma	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	
Amesa	13,91	Amesa	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(cm³)	1091,3	rx(cm)	12,77
b(mm)	306	Wy(cm³)	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	Iy(cm⁴)	16316	b/tf	13,9
h(mm)	277	Ix(cm⁴)	5258	Peso (kg/m)	79,0

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

#### 1. Verificação da Esbelteza do perfil

Limite	Real	Status	%	Coef. S
200	23	OK	11,7%	Δx
200	41	OK	20,7%	Δy

#### 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
13674	2210	OK	16,2%	1,1

bef	32,3
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)

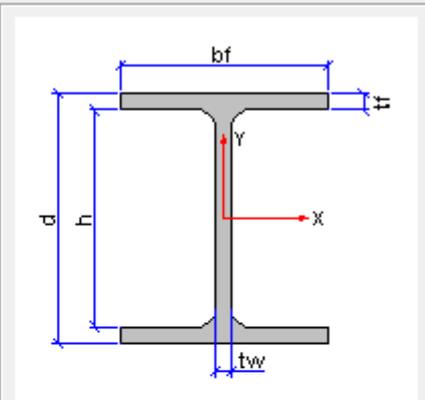
## Momentos Fletores

H Laminado

Identificação  
Perfil **HP 310 x 79**

Dimensões

d	299 mm	Ag	100 cm <sup>2</sup>	W <sub>x</sub>	1091,3 cm <sup>3</sup>
tw	11 mm	I <sub>x</sub>	16316 cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub>	343,7 cm <sup>3</sup>
bf	306 mm	I <sub>y</sub>	5258 cm <sup>4</sup>	Z <sub>x</sub>	1210,1 cm <sup>3</sup>
tf	11 mm	I <sub>T</sub>	46,72 cm <sup>4</sup>	Z <sub>y</sub>	525,4 cm <sup>3</sup>
P		79 kgf/m			



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

Compr. Flambagem

L <sub>flx</sub>	300 cm
L <sub>fly</sub>	300 cm
L <sub>b</sub>	300 cm

Solicitações

N <sub>d</sub>	-735 kN
V <sub>d</sub>	26,6 kN
M <sub>dx</sub>	1 kN.cm
M <sub>dy</sub>	2210 kN.cm

Resultados

Rd(N <sub>d</sub> )	-2453,06 kN	OK!
Rd(V <sub>d</sub> )	561,68 kN	OK!
Rd(M <sub>dx</sub> )	30045,10 kN.cm	OK!
Rd(M <sub>dy</sub> )	11691,60 kN.cm	OK!
Rd(M <sub>d</sub> +N <sub>d</sub> )	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

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

#### 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	26,65%
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

Enforcar e Distância	
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

Esbeltez Limite FLR-X		Esbeltez Limite FLR-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	

Esbeltez Limite FLM-X		Esbeltez Limite FLM-Y	
Amesa	5,73	Amesa	5,73
Ap	9,24	Ap	9,24
Ar	24,12	Ar	24,12
Mr	8597,40	Mr	748,65
Compacta		Compacta	

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

MRd-X		MRd-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 Esbeltez 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

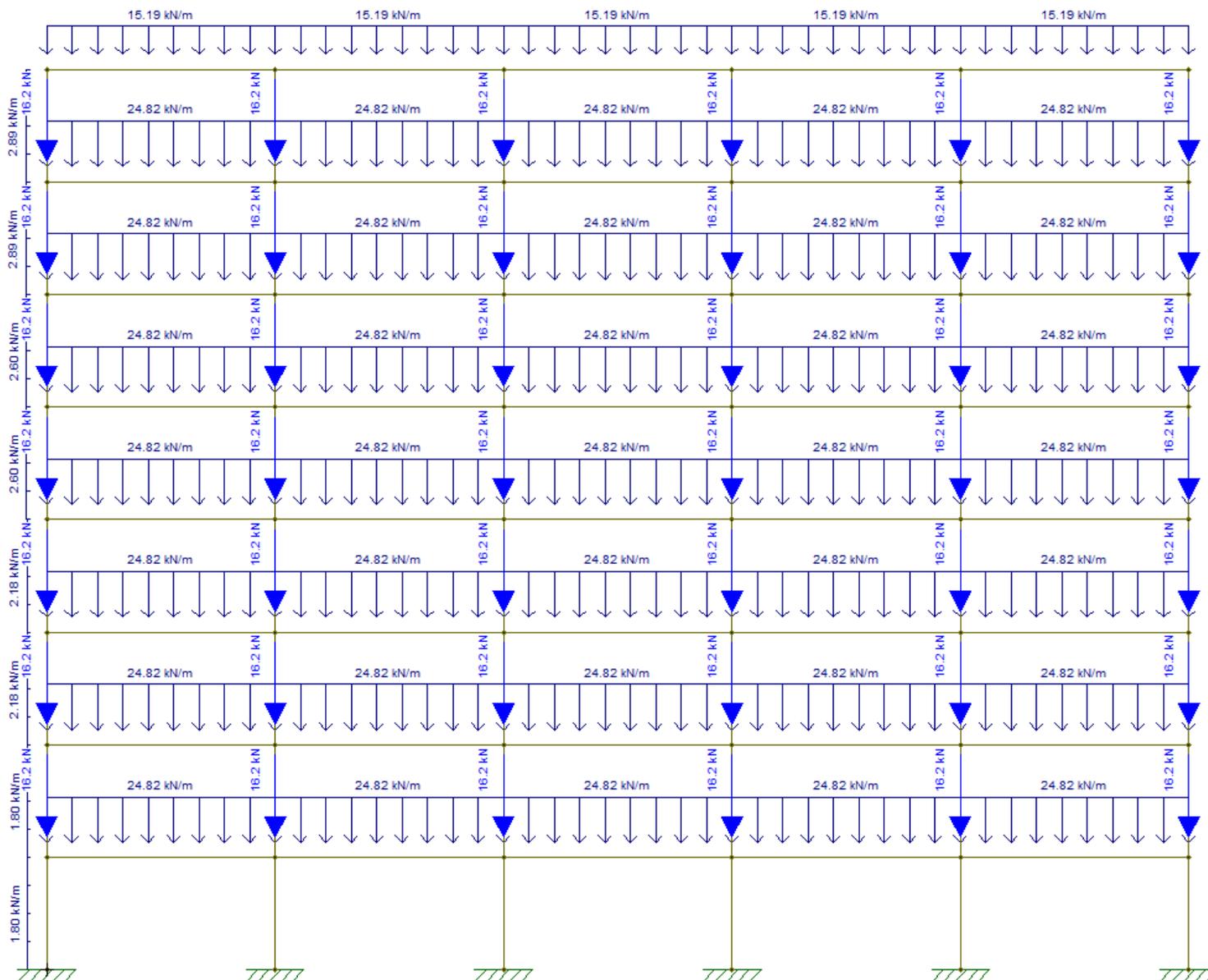
Calcular Lista

Calcular Lista Otimizando perfis

17949

Barra	Perfil	Lb <sub>x</sub> (mm)	Lb <sub>y</sub> (mm)	N(kN)	V <sub>x</sub> (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN.cm)	M <sub>y</sub> (kN.cm)	k <sub>x</sub>	k <sub>y</sub>	d (mm)	Resultado	λ <sub>x</sub>	λ <sub>y</sub>	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηM <sub>x</sub>	ηM <sub>y</sub>	ηV <sub>x</sub>	ηV <sub>y</sub>	η N.Mx.M <sub>y</sub>	%	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

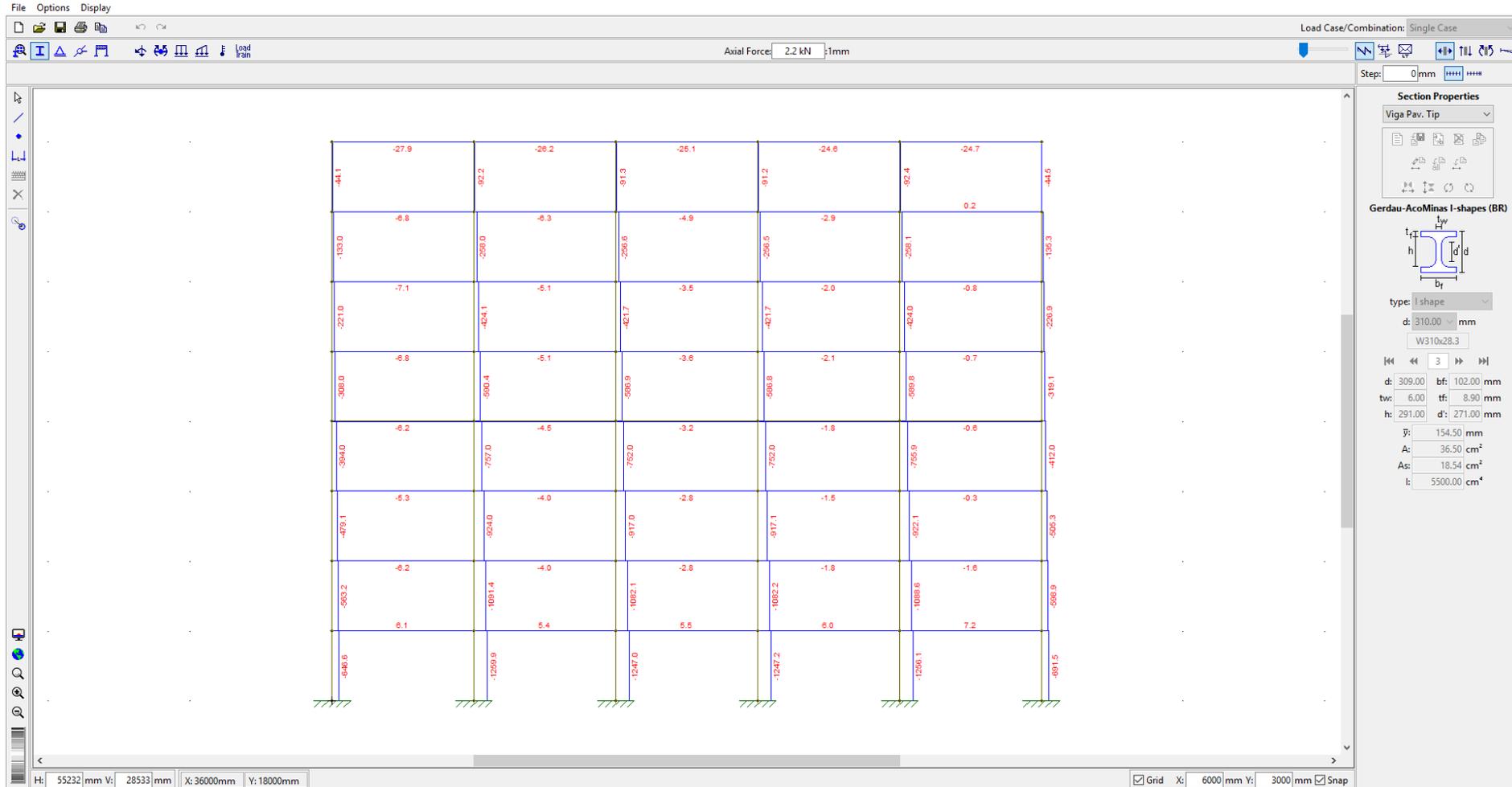
# ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)



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

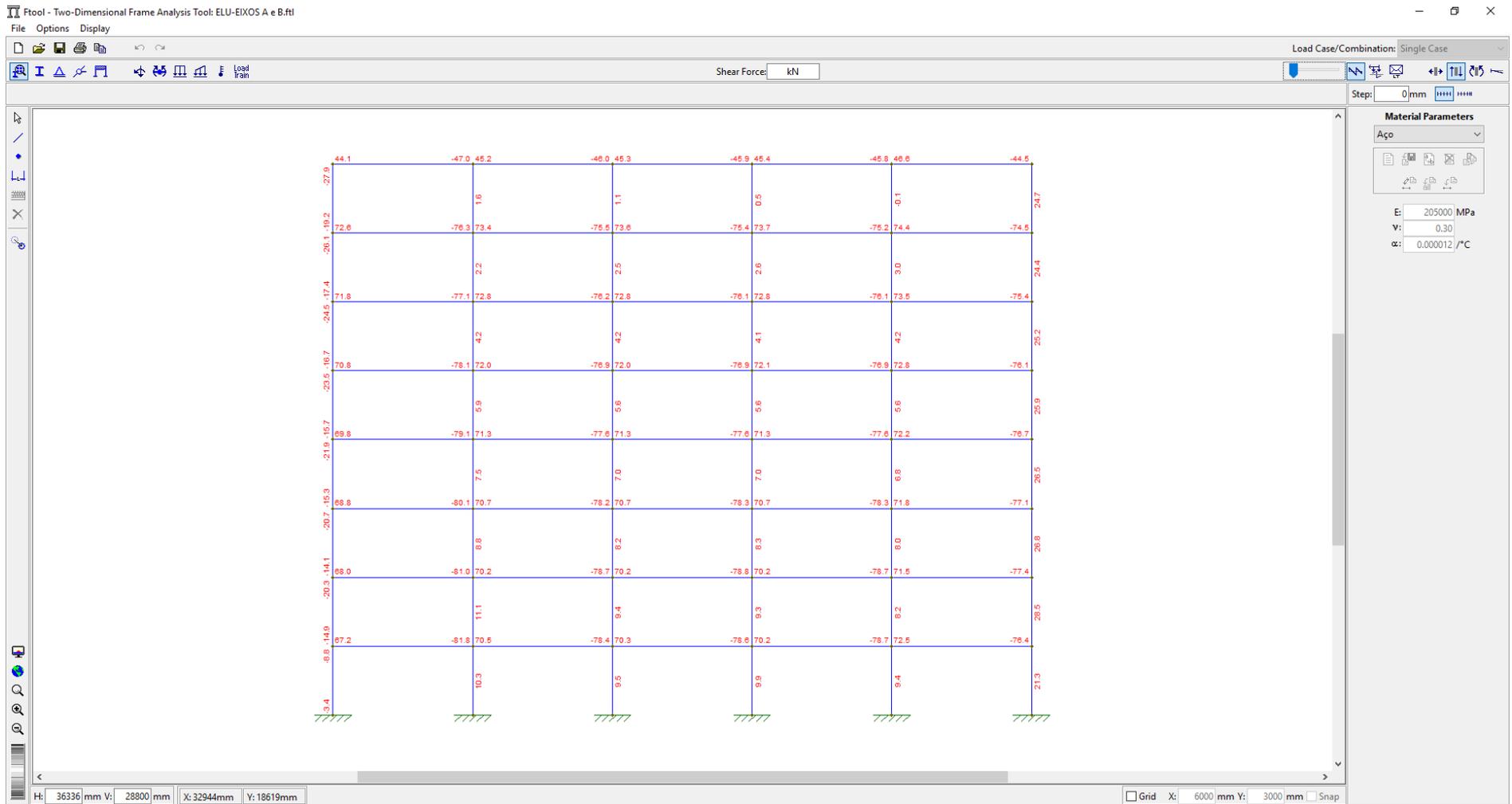
## Compressão

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



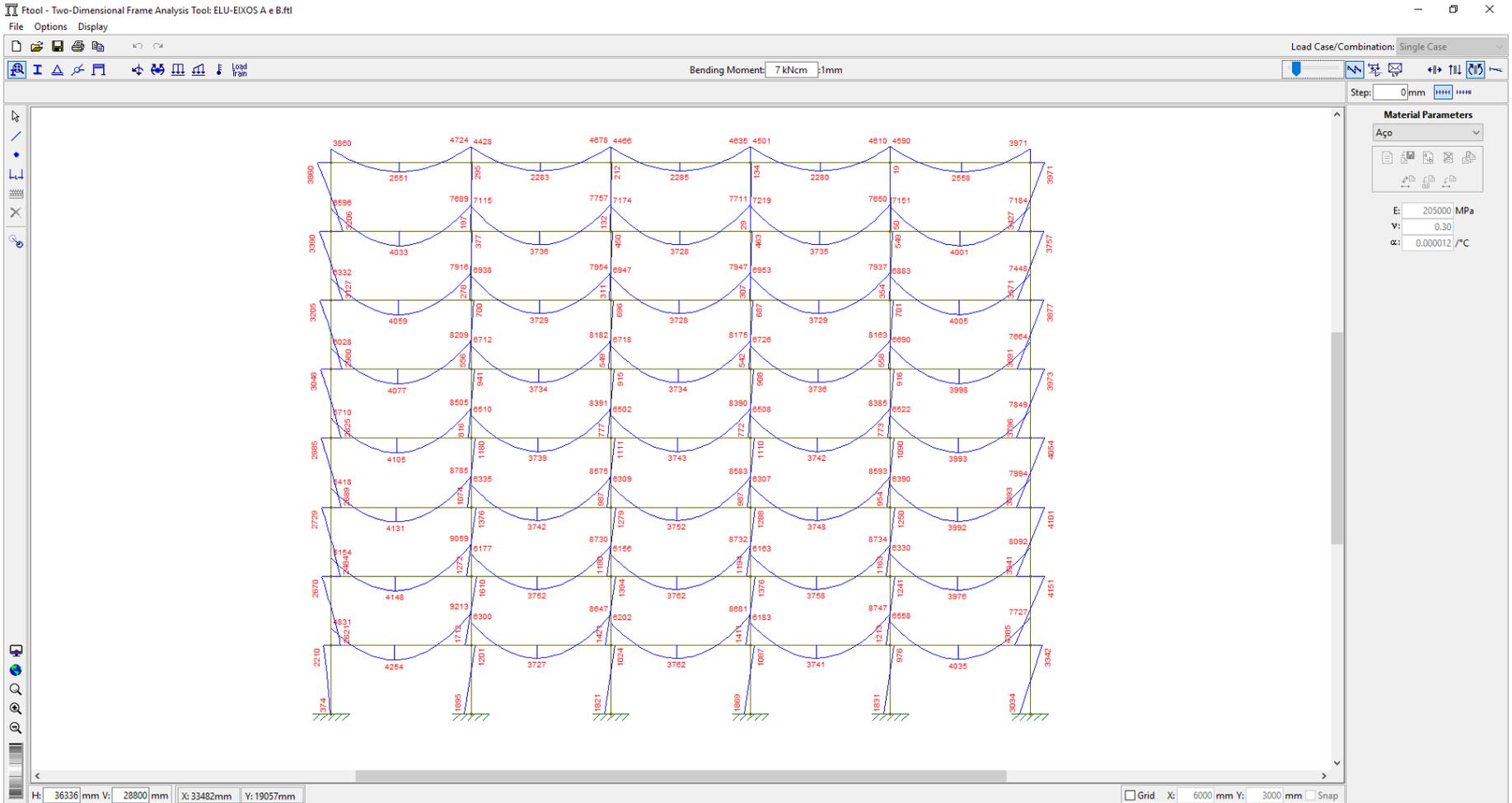
# ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)

## Cortante



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

## Momentos



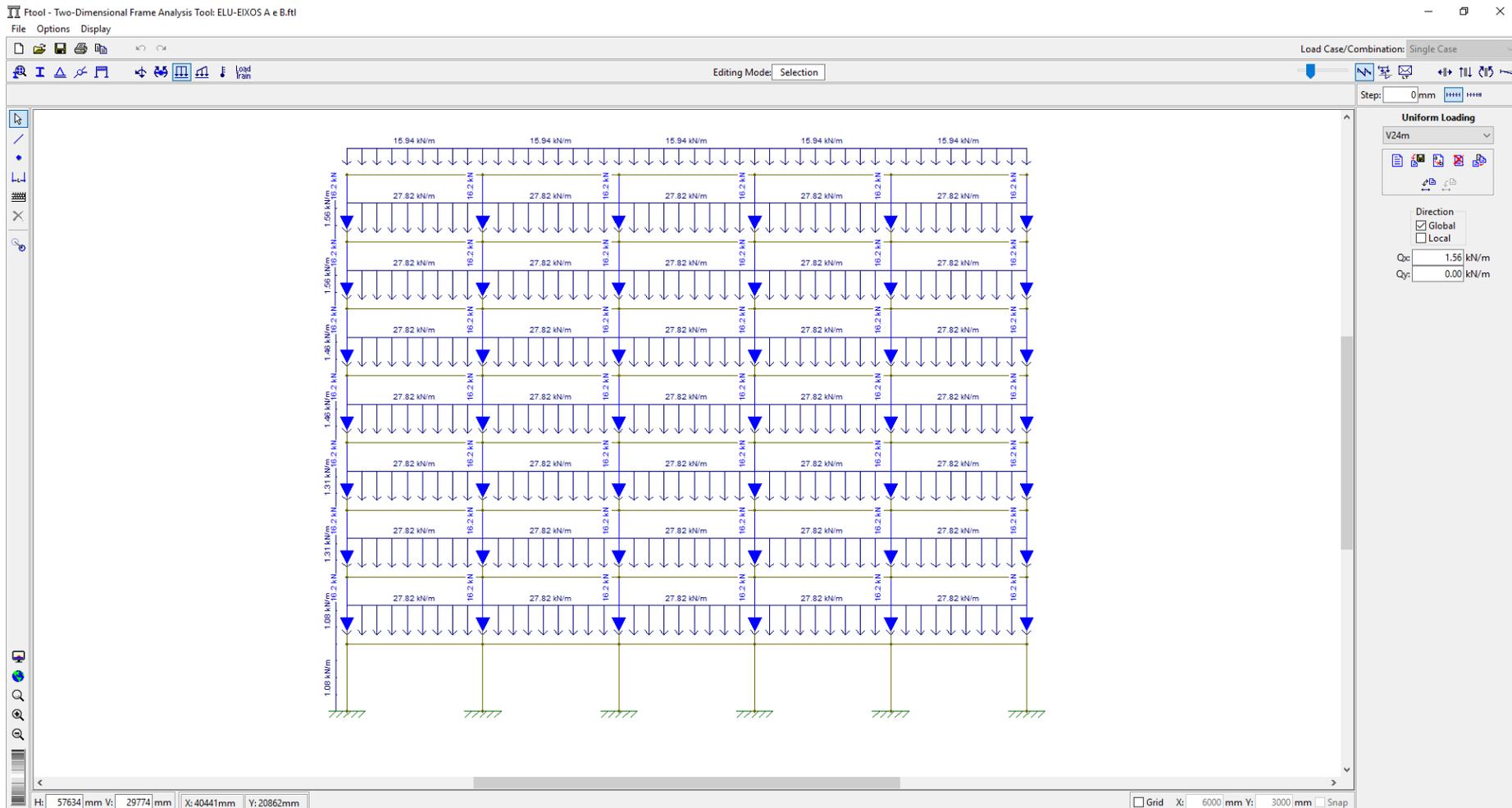
# ELU: Eixos A e D (Combinação 1,4PP+0,98SC + 1,4V)

## Verificações

Calcular Lista		Calcular Lista Otimizando perfis																				17949				
Barra	Perfil	Lb <sub>x</sub> (mm)	Lb <sub>y</sub> (mm)	N(kN)	V <sub>x</sub> (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN.cm)	M <sub>y</sub> (kN.cm)	k <sub>x</sub>	k <sub>y</sub>	d (mm)	Resultado	λ <sub>x</sub>	λ <sub>y</sub>	ηN (Tração)	ηN (Comp.)	ηM <sub>x</sub>	ηM <sub>y</sub>	ηV <sub>x</sub>	ηV <sub>y</sub>	η N.M <sub>x</sub> .M <sub>y</sub>	%	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