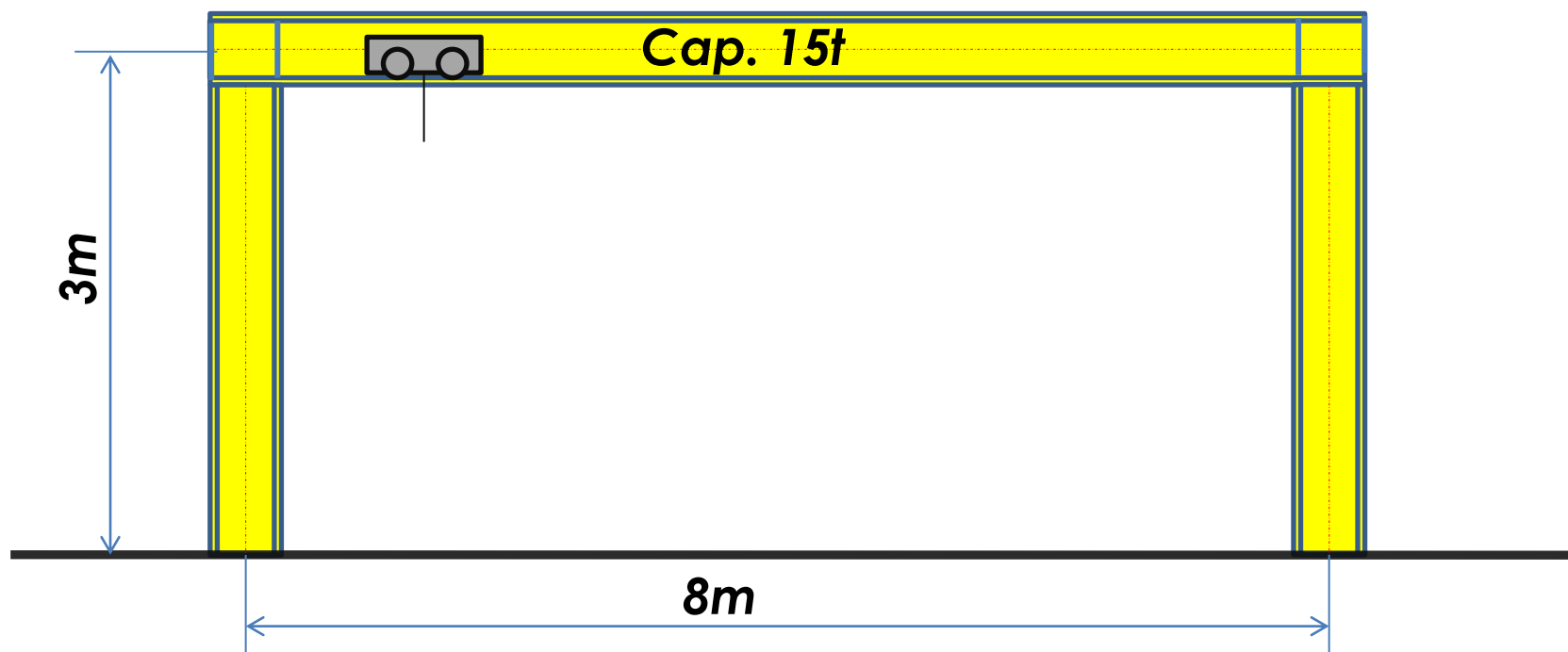


# Exercício Proposto

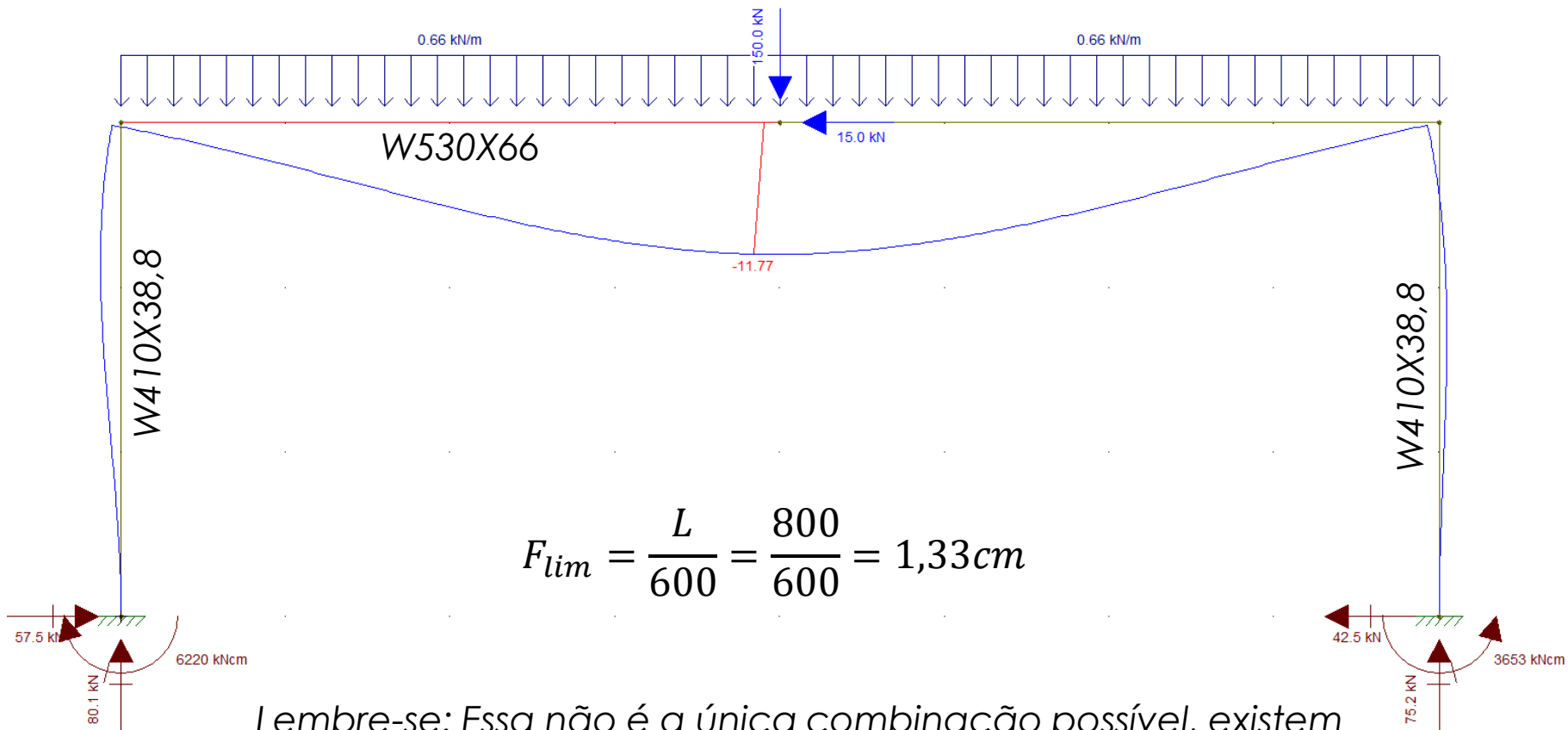
## Cálculo de uma Monovia

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas*

**Calcule um pórtico de monovia com capacidade 15t, para 1.900.000 ciclos.**



# 1 – Predimensionar Lançando no Ftool para atingir o mais próximo possível da flecha máxima (L/600)



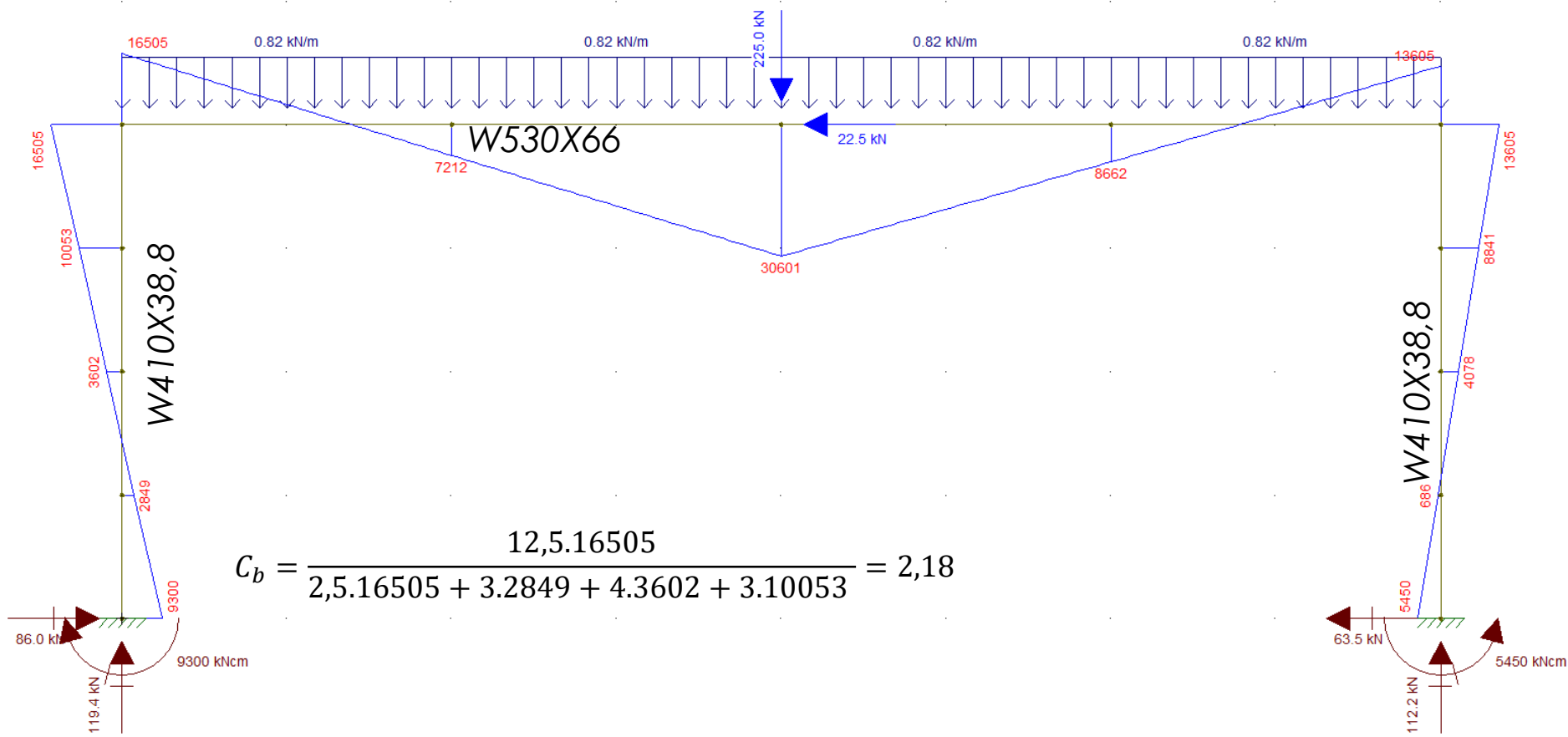
Lembre-se: Essa não é a única combinação possível, existem outras que podem ser exploradas

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas*

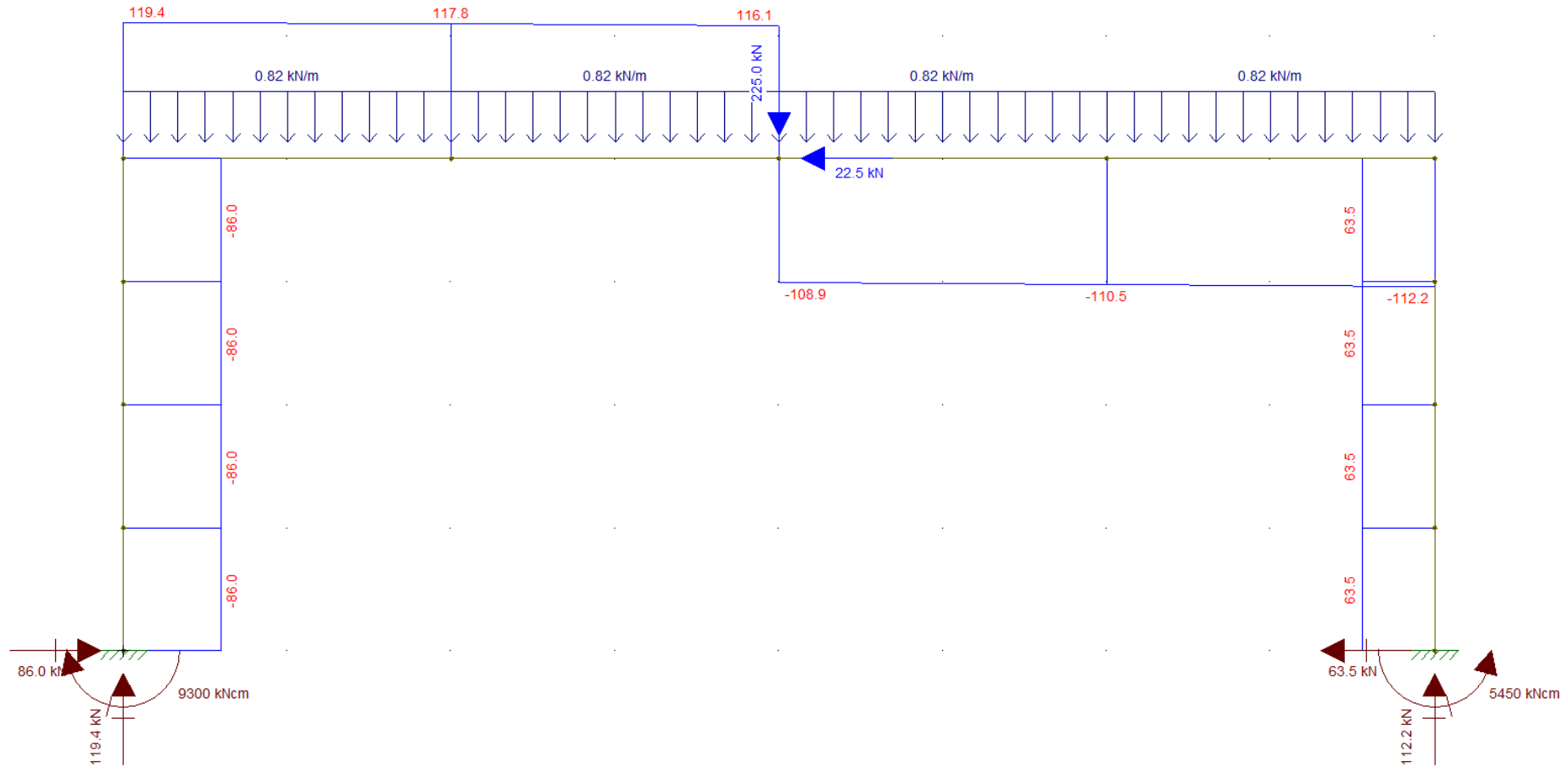
## 2 – Majorar as cargas e extrair esforços (Momento Fletor)

$$C_b = \frac{12,5 \cdot M_{max}}{2,5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_a + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C}$$

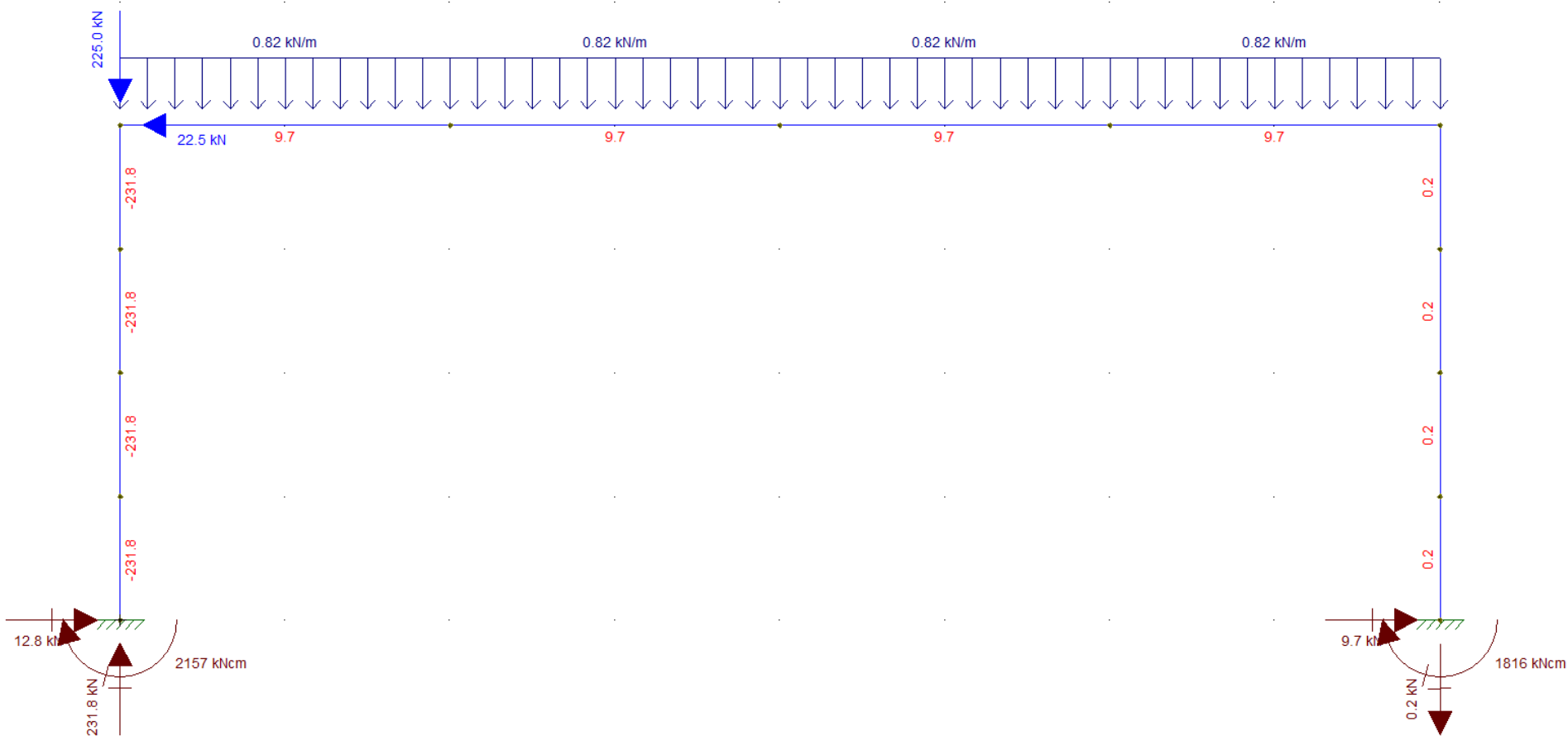
$$C_b = \frac{12,5 \cdot 30601}{2,5 \cdot 30601 + 3 \cdot 7212 + 4 \cdot 30601 + 3 \cdot 8662} = 1,55$$



## 2 – Majorar as cargas e extrair esforços (Cortante)



### 3 – Majorar as cargas e extrair esforços (Axial)



# 4 – Verificar a primeira Rodada de Cálculo (Viga)

Resultado:

241,8%

## W 530 x 66,0

d(mm)	525	Vx(cm³)	1332,2	rx(cm)	20,46
bf(mm)	165	Wy(cm³)	103,9	ry(cm)	3,2
d'(mm)	478	Zx(cm³)	1558	Area(cm²)	83,6
tw(mm)	8,9	Zy(cm³)	166	ho/tw	53,7
tf(mm)	11,4	Ix(cm⁴)	34971	b/tf	7,2
h(mm)	502,2	Iy(cm⁴)	857	Peso (kg/m)	66,0

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

### 1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	39	OK	19,6%	$\lambda_x$
200	250	NOK	125,0%	$\lambda_y$

### 2. Resistência à tração

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

### 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
216	86	OK	39,8%	1,1

### 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
15150	30601	NOK	202,0%	1,1

### 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef
3259	0	N.A	0,0%	1,1	35,2
					ly 855,6
					Wef 77,8

### 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
708	0	N.A	0,0%	1,1

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%	lx
W 250 x 73,0 (H)	73,00	94,60%	11257
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	94,36%	16316
W 360 x 79,0	79,00	91,45%	22713
W 250 x 80,0 (H)	80,00	85,43%	12550
W 200 x 86,0 (H)	86,00	95,56%	9498
W 250 x 89,0 (H)	89,00	75,97%	14237
W 460 x 89,0	89,00	93,46%	41105
W 360 x 91,0 (H)	91,00	64,31%	26755
W 530 x 92,0	92,00	88,89%	55157
HP 310 x 93,0 (H)	93,00	74,44%	19682
W 310 x 97,0 (H)	97,00	64,58%	22284
W 460 x 97,0	97,00	93,02%	44658
W 250 x 101,0 (H)	101,00	66,66%	16352
W 360 x 101,0 (H)	101,00	64,00%	30279
W 530 x 101,0	101,00	87,91%	62198
W 610 x 101,0	101,00	84,03%	77003
W 460 x 106,0	106,00	92,59%	48978
W 310 x 107,0 (H)	107,00	52,33%	24839
W 530 x 109,0	109,00	86,96%	67226
HP 310 x 110,0 (H)	110,00	59,69%	23703
W 360 x 110,0 (H)	110,00	63,59%	33155
W 610 x 113,0	113,00	82,30%	88196
W 250 x 115,0 (H)	115,00	60,42%	18920
W 310 x 117,0 (H)	117,00	51,55%	27563
W 360 x 122,0 (H)	122,00	63,59%	36599
HP 310 x 125,0 (H)	125,00	53,69%	27076
W 610 x 125,0	125,00	80,65%	99184
W 610 x 140,0	140,00	79,68%	112619
W 610 x 155,0	155,00	54,20%	129583
W 610 x 174,0	174,00	53,69%	147754

## Esforços e Distâncias

Lx (mm)	8000
Ly (mm)	8000
N(kN)	-86
Vx(kN)	0
Vy(kN)	119
Mx(kN.cm)	30601
My(kN.cm)	0
kx	1

ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1,55
Lb (mm)	8000		

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

## Dados para Cálculo de NRd

Q	0,84	r0(cm)	20,7
Nex(kN)	11055,6	Nez(kN)	980,86
Ney(kN)	270,9		
λ0	2,99		
χ	0,098		

Esbeltez Limite FLA X-X	Esbeltez Limite FLA Y-Y
λalma 56,43	λalma 56,43
λp 91,65	λp 27,30
λr 138,94	λr 34,13
Mr 45960,90	Mr 2683,39
Compacta	Esbelta

Viga Falhou em duas Verificações (Esbeltez em torno de Y e Flexão em torno de X-X) o perfil mais leve que tem inércia maior ou igual para manter a flecha é W460X89)

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas



# 4 – Verificar a primeira Rodada de Cálculo (Viga)

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3000
Ly (mm)	3000
N(kN)	-86
Vx(kN)	0
Vy(kN)	-119,4
Mx(kN.cm)	16505
My(kN.cm)	0
kx	0,7
ky	0,7
d (mm)	0
Lb (mm)	3000
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,85		
Nex(kN)	58619,7	r0(cm)	16,2
Ney(kN)	1853,5	Nez(kN)	474,84
λ0	1,76		
χ	0,282		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	59,59	λalma	59,59
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	22097,25	Mr	1489,70
Compacta		Esbelta	
Esbeltez Limite FLM X-X		Esbeltez Limite FLM Y-Y	

Resultado:

100,4%

W 410 x 38,8					
d(mm)	399	Wx(cm²)	640,5	rx(cm)	15,94
bf(mm)	140	Wy(cm²)	57,7	ry(cm)	2,83
d'(mm)	357	Zx(cm³)	736,8	Area(cm²)	50,3
tw(mm)	6,4	Zy(cm³)	90,9	ho/tw	55,8
tf(mm)	8,8	Ix(cm4)	12777	b/tf	8,0
h(mm)	381,4	Iy(cm4)	404	Peso (kg/m)	38,8

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

## 1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	13	OK	6,6%	λx
200	74	OK	37,1%	λy

## 2. Resistência à tração

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

## 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
379	86	OK	22,7%	1,1

## 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
21258	16505	OK	77,6%	1,1

## 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
1810	0	N.A	0,0%	1,1

## 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
464	0	N.A	0,0%	1,1

Listar Perfis que atendem

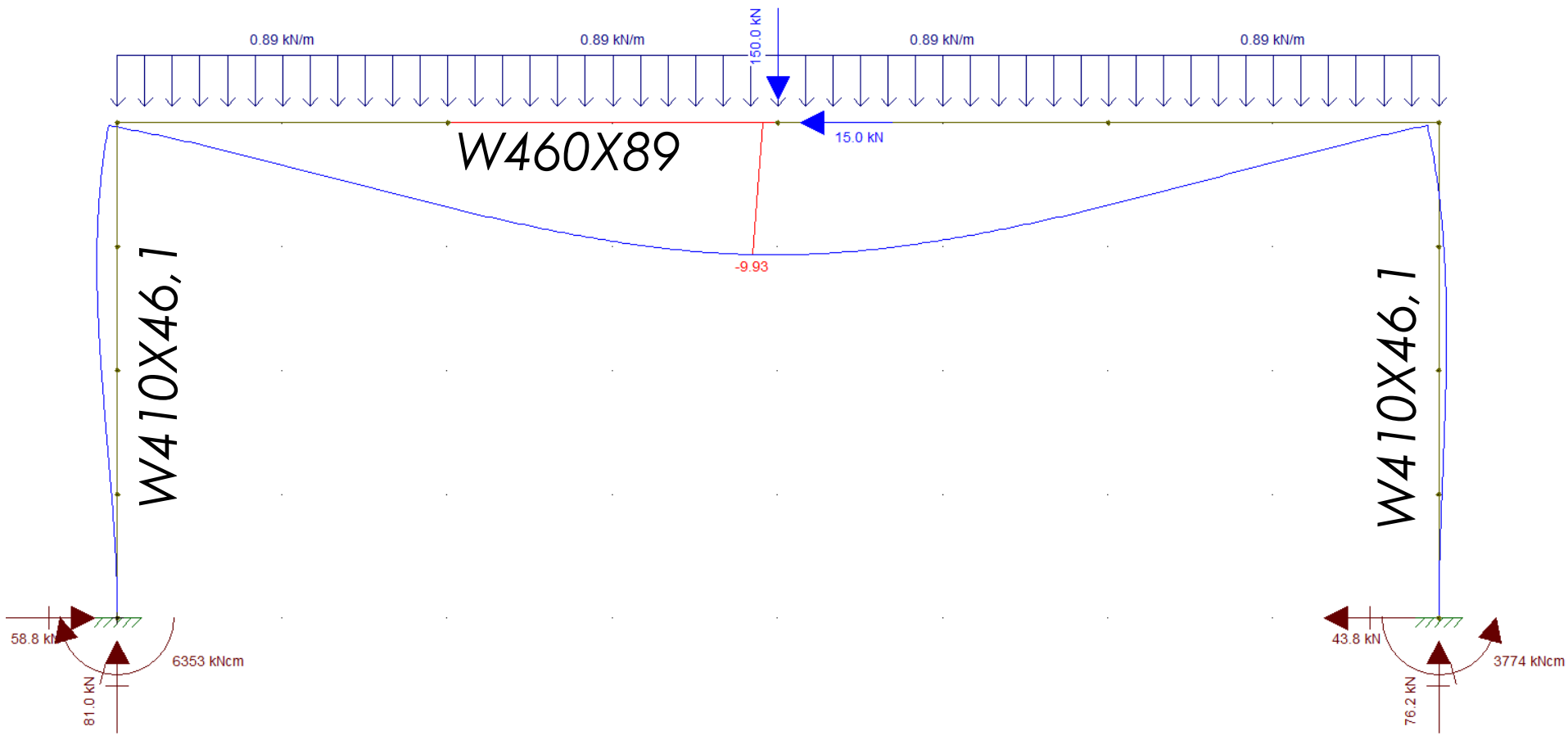
Perfil	Peso	%	Ix
W 360 x 32,9	32,90	93,05%	8358
W 250 x 38,5	38,50	96,04%	6057
W 310 x 38,7	38,70	81,61%	8581
W 360 x 39,0	39,00	76,05%	10331
W 360 x 44,0	44,00	64,32%	12258
W 310 x 44,5	44,50	70,42%	9997
W 250 x 44,8	44,80	81,99%	7158
W 200 x 46,1 (H)	46,10	99,39%	4543
W 410 x 46,1	46,10	57,40%	15690
W 360 x 51,0	51,00	56,07%	14222
W 200 x 52,0 (H)	52,00	85,97%	5298
W 310 x 52,0	52,00	59,39%	11909
W 460 x 52,0	52,00	46,95%	21370
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	89,14%	4977
W 410 x 53,0	53,00	48,29%	18734
W 360 x 57,8	57,80	49,64%	16143
W 200 x 59,0 (H)	59,00	75,03%	6140
W 410 x 60,0	60,00	42,28%	21707
W 460 x 60,0	60,00	39,77%	25652
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	73,36%	8728
W 360 x 64,0	64,00	43,82%	17890
W 530 x 66,0	66,00	33,31%	34971
W 410 x 67,0	67,00	37,20%	24678
W 460 x 68,0	68,00	34,25%	29851
W 200 x 71,0 (H)	71,00	61,27%	7660
W 360 x 72,0	72,00	39,00%	20169
W 530 x 72,0	72,00	32,27%	39969
W 250 x 73,0 (H)	73,00	50,34%	11257
W 460 x 74,0	74,00	30,80%	33415
W 530 x 74,0	74,00	31,72%	40969
W 410 x 75,0	75,00	33,34%	27616
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	50,67%	16316

Pilar Falhou na combinação de ações, o mais leve que cobre a inércia necessária é W410X46,1

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas



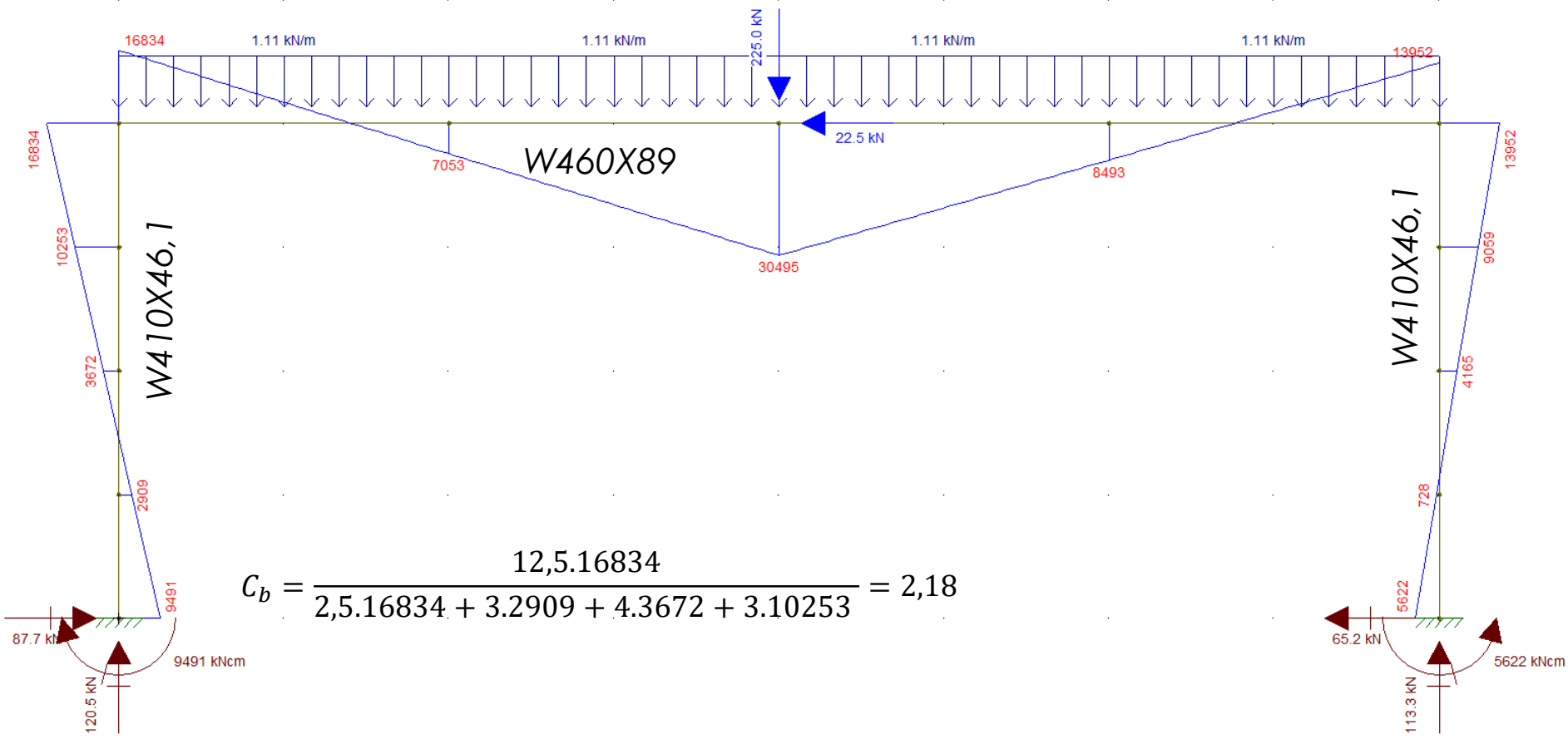
## 5 – Verificar a Segunda Rodada de Cálculo (Viga)



# 6 – Majorar as cargas e extrair esforços (Momento Fletor)

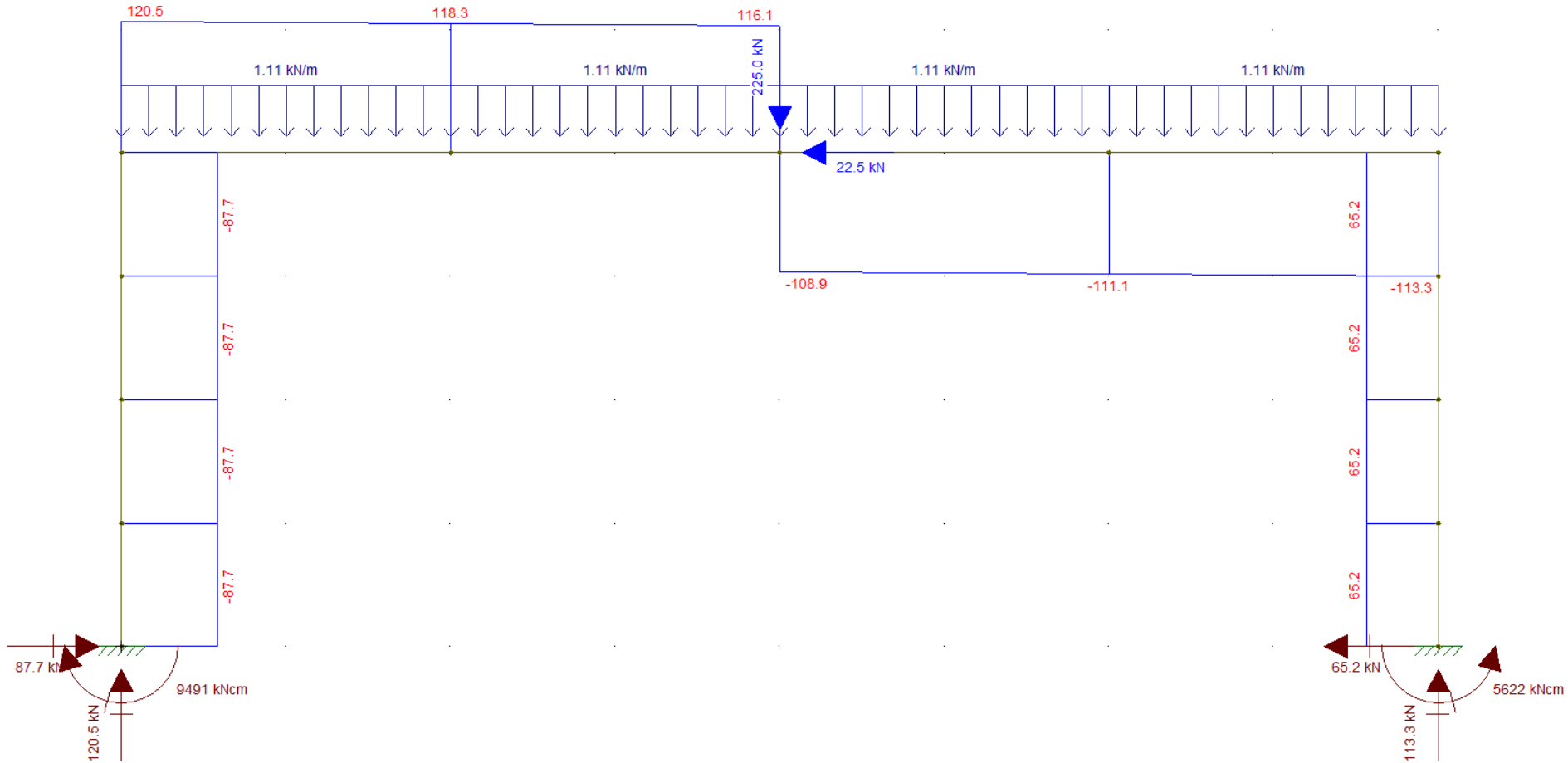
$$C_b = \frac{12,5. M_{max}}{2,5. M_{max} + 3. M_a + 4. M_B + 3. M_C}$$

$$C_b = \frac{12,5.30495}{2,5.30495 + 3.7053 + 4.30495 + 3.8493} = 1,55$$

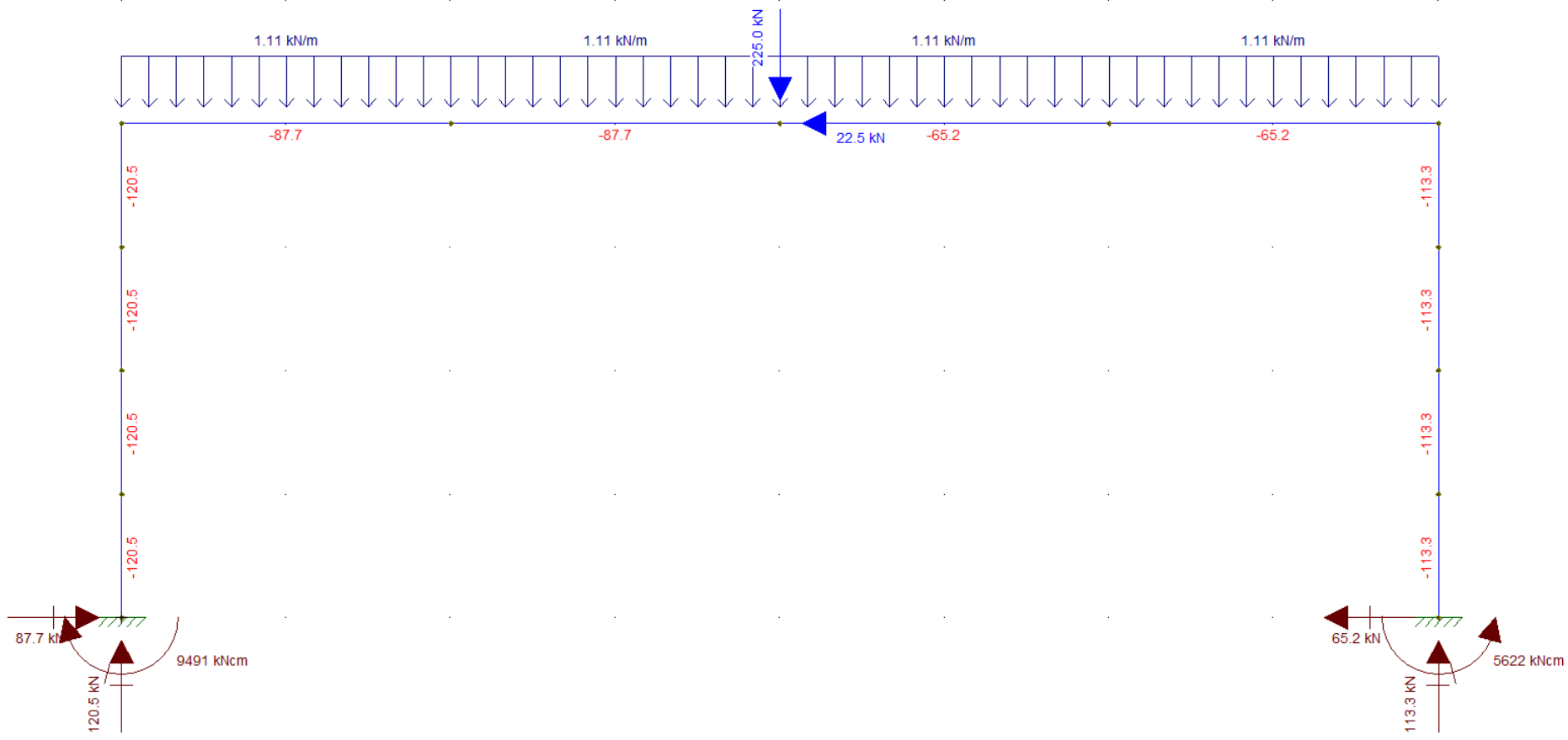


$$C_b = \frac{12,5.16834}{2,5.16834 + 3.2909 + 4.3672 + 3.10253} = 2,18$$

## 6 – Majorar as cargas e extrair esforços (Cortante)



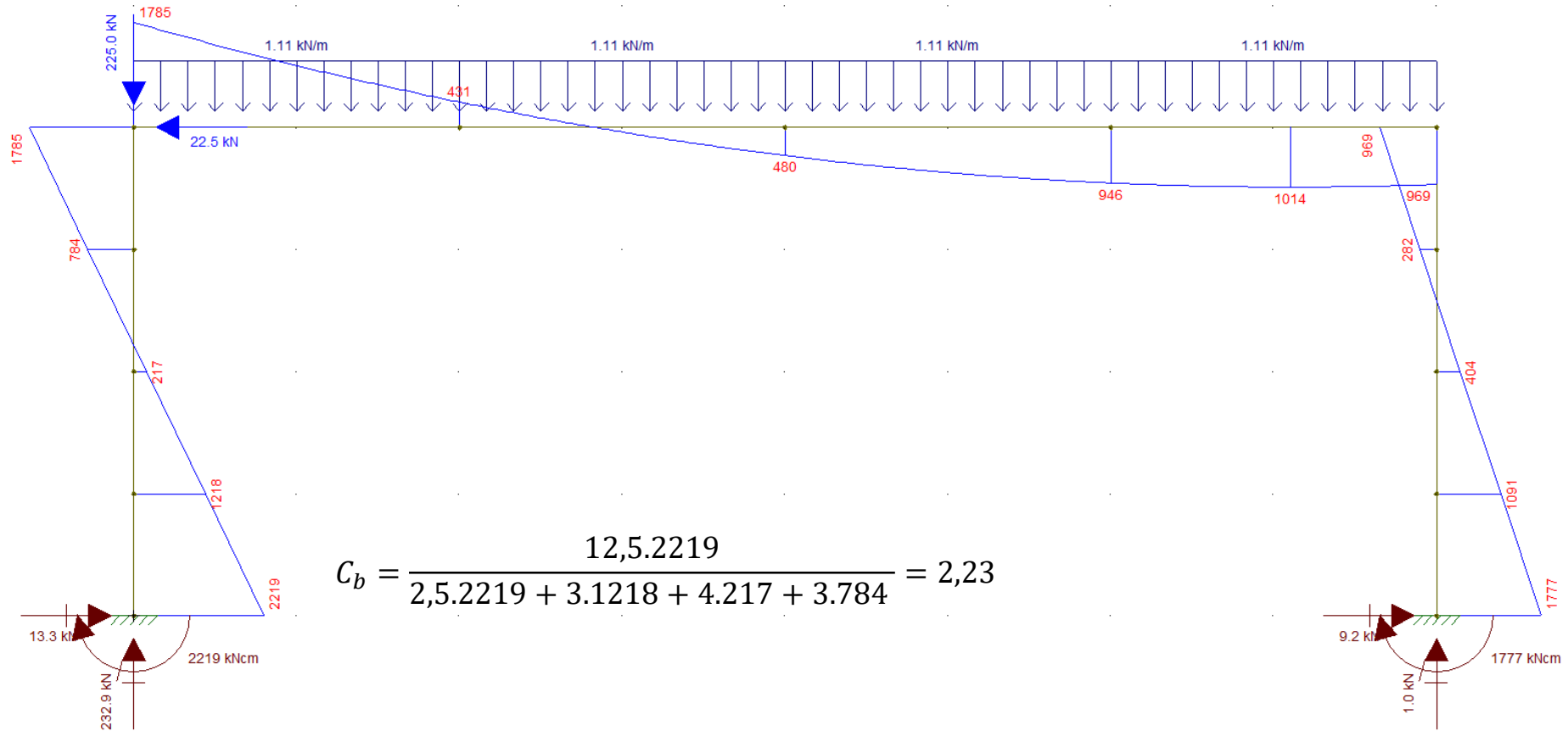
## 6 – Majorar as cargas e extrair esforços (Axial)



# 7 – Majorar as cargas e extrair esforços (Momento Fletor)

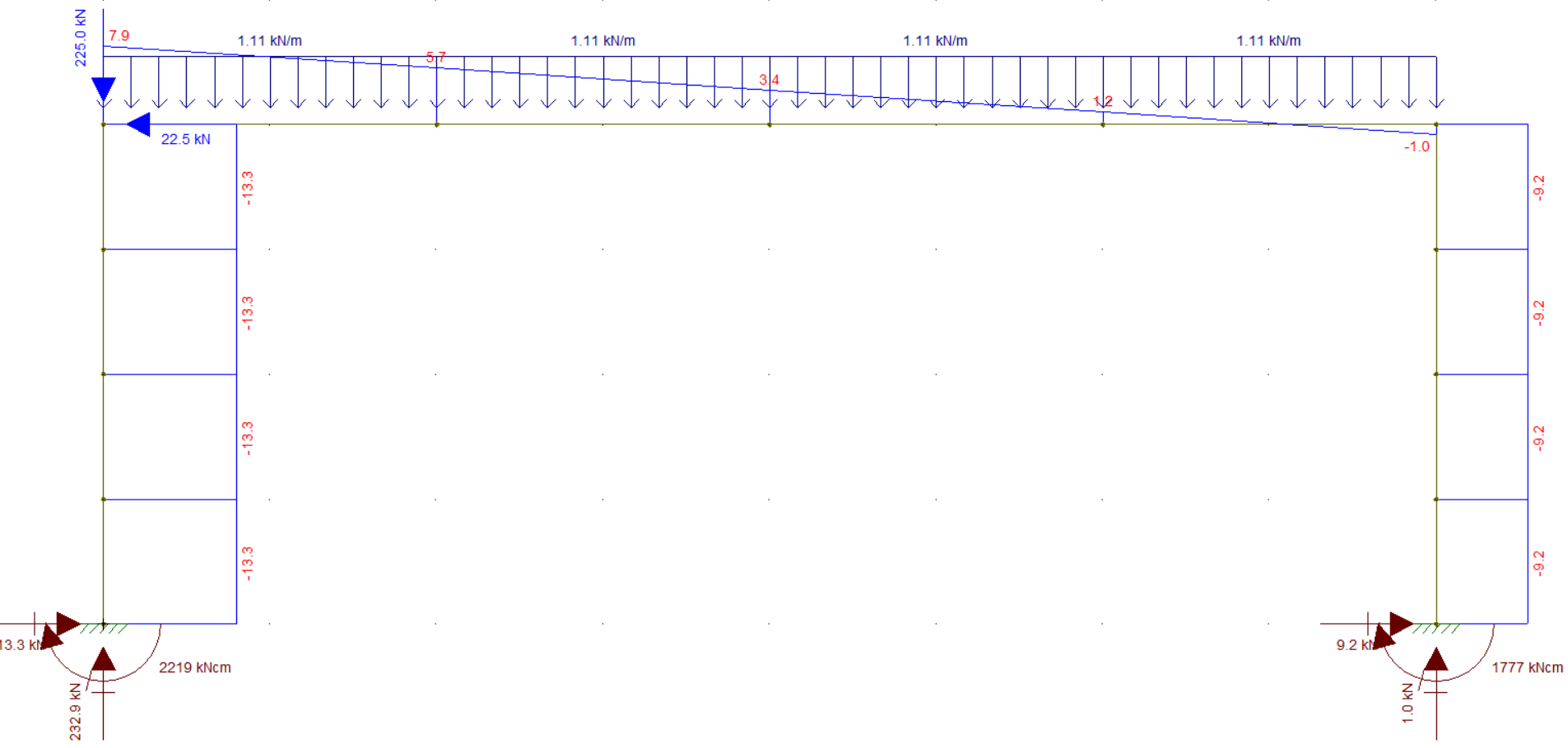
$$C_b = \frac{12,5 \cdot M_{max}}{2,5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_a + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C}$$

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 1785}{2,5 \cdot 1785 + 3 \cdot 431 + 4 \cdot 480 + 3 \cdot 946} = 2,12$$

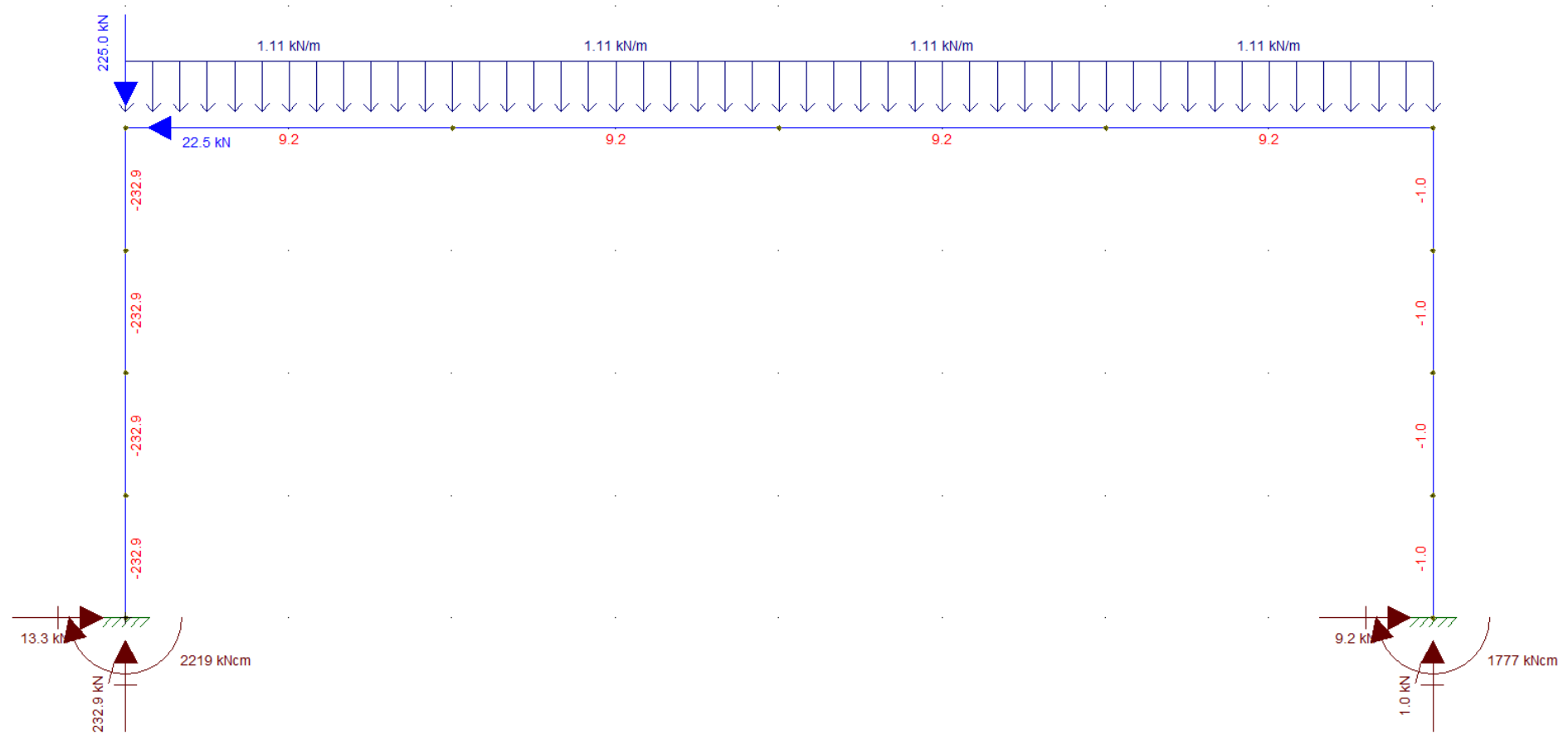


$$C_b = \frac{12,5 \cdot 2219}{2,5 \cdot 2219 + 3 \cdot 1218 + 4 \cdot 217 + 3 \cdot 784} = 2,23$$

# 7 – Majorar as cargas e extrair esforços (Cortante)



# 7 – Majorar as cargas e extrair esforços (Axial)





# 8 – Verificar a Segunda Rodada de Cálculo (Viga)

Listar Perfis que atendem

Resultado: 93,5%

## W 460 x 89,0

d(mm)	463	Wx(cm³)	1775,6	rx(cm)	18,98
bf(mm)	192	Wy(cm³)	218	ry(cm)	4,28
d'(mm)	404	Zx(cm³)	2019,4	Área(cm²)	114,1
tw(mm)	10,5	Zy(cm³)	339	ho/tw	38,5
tf(mm)	17,7	Ix(cm⁴)	41105	b/tf	5,4
h(mm)	427,6	Iy(cm⁴)	2093	Peso (kg/m)	89,0

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

### 1. Verificação da Esbelteza do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	42	OK	21,1%	λx
200	187	OK	93,5%	λy

### 2. Resistência à tração

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

### 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
528	87,7	OK	16,6%	1,1

### 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
69669	30495	OK	43,8%	1,1

### 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	38,6
6837	0	N.A	0,0%	1,1	ly	2091,7
					Wef	163,4

### 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1279	0	N.A	0,0%	1,1

Perfil	Peso	%
W 360 x 64,0	64,00	86,39%
W 410 x 67,0	67,00	100,00%
W 360 x 72,0	72,00	82,64%
W 530 x 72,0	72,00	95,24%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	94,38%
W 460 x 74,0	74,00	95,69%
W 410 x 75,0	75,00	99,26%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	94,11%
W 360 x 79,0	79,00	81,80%
W 250 x 80,0 (H)	80,00	85,22%
W 460 x 82,0	82,00	94,79%
W 530 x 82,0	82,00	90,70%
W 410 x 85,0	85,00	98,04%
W 200 x 86,0 (H)	86,00	95,35%
W 250 x 89,0 (H)	89,00	75,79%
W 460 x 89,0	89,00	93,46%
W 360 x 91,0 (H)	91,00	64,31%
W 530 x 92,0	92,00	88,89%
HP 310 x 93,0 (H)	93,00	74,25%
W 310 x 97,0 (H)	97,00	64,41%
W 460 x 97,0	97,00	93,02%
W 250 x 101,0 (H)	101,00	66,50%
W 360 x 101,0 (H)	101,00	64,00%
W 530 x 101,0	101,00	87,91%
W 610 x 101,0	101,00	84,03%
W 460 x 106,0	106,00	92,59%
W 310 x 107,0 (H)	107,00	57,20%
W 530 x 109,0	109,00	86,96%
HP 310 x 110,0 (H)	110,00	59,54%
W 360 x 110,0 (H)	110,00	63,59%
W 610 x 113,0	113,00	82,30%
W 250 x 115,0 (H)	115,00	60,42%

#### Esforços e Distâncias

Lx (mm)	8000
Ly (mm)	8000
N(kN)	-87,7
Vx(kN)	0
Vy(kN)	-120,5
Mx(kN.cm)	30495
My(kN.cm)	0
kx	1
ky	1
kz	1
d (mm)	0
Cb	1,55
Lb (mm)	3000

#### Material

ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

#### Dados para Cálculo de NRd

Q	0,96
Nex(kN)	12994,8
Ney(kN)	661,7
λ0	2,39
χ	0,154
r0(cm)	19,5
Nez(kN)	8028,07

#### Esbelteza Limite FLA X-X

#### Esbelteza Limite FLA Y-Y

λalma	40,72	λalma	40,72
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	61258,20	Mr	5637,78

Compacta

Esbelta

#### Esbelteza Limite FLM X-X

#### Esbelteza Limite FLM Y-Y

# 8 – Verificar a Segunda Rodada de Cálculo (Pilar)

Listar Perfis que atendem

Resultado: 60,0%

W 410 x 46,1					
d(mm)	403	Wx(cm²)	778,7	rx(cm)	16,27
bf(mm)	140	Wy(cm²)	73,4	ry(cm)	2,95
d'(mm)	357	Zx(cm³)	891,1	Area(cm²)	59,2
tw(mm)	7	Zy(cm³)	115,2	ho/tw	51,0
tf(mm)	11,2	Ix(cm⁴)	15690	b/tf	6,3
h(mm)	380,6	Iy(cm⁴)	514	Peso (kg/m)	46,1

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

## 1. Verificação da Esbelteza do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	13	OK	6,5%	$\lambda_x$ 35,6%
200	71	OK	35,6%	$\lambda_y$

## 2. Resistência à tração

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

## 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1157	120,5	OK	10,4%	1,1

## 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
30743	16834	OK	54,8%	1,1

## 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	27,4
2302	0	N.A	0,0%	1,1	ly	513,0
					Wef	55,0

## 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
590	0	N.A	0,0%	1,1

Perfil	Peso	%
W 360 x 32,9	32,90	97,08%
W 250 x 38,5	38,50	99,35%
W 310 x 38,7	38,70	84,71%
W 360 x 39,0	39,00	79,25%
W 360 x 44,0	44,00	66,87%
W 310 x 44,5	44,50	73,08%
W 250 x 44,8	44,80	84,79%
W 410 x 46,1	46,10	59,96%
W 360 x 51,0	51,00	58,29%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	88,61%
W 310 x 52,0	52,00	61,56%
W 460 x 52,0	52,00	49,14%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	91,82%
W 410 x 53,0	53,00	50,32%
W 360 x 57,8	57,80	51,58%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	77,32%
W 410 x 60,0	60,00	44,07%
W 460 x 60,0	60,00	41,61%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	75,58%
W 360 x 64,0	64,00	45,48%
W 530 x 66,0	66,00	34,97%
W 410 x 67,0	67,00	38,74%
W 460 x 68,0	68,00	35,80%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	63,14%
W 360 x 72,0	72,00	40,46%
W 530 x 72,0	72,00	33,72%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	51,98%
W 460 x 74,0	74,00	32,15%
W 530 x 74,0	74,00	31,72%
W 410 x 75,0	75,00	34,70%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	52,27%
W 360 x 79,0	79,00	36,20%

## Esforços e Distâncias

Lx (mm)	3000
Ly (mm)	3000
N(kN)	-120,5
Vx(kN)	0
Vy(kN)	87,7
Mx(kN.cm)	16834
My(kN.cm)	0
kx	0,7
ky	0,7
kz	1
d (mm)	0
Cb	2,18
Lb (mm)	3000

## Material

ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34.5

## Dados para Cálculo de NRd

Q	0,88
Nex(kN)	71984,3
Ney(kN)	2358,2
r0(cm)	16,5
Nez(kN)	2181,18
λ0	0,91
χ	0,708

## Esbelteza Limite FLA X-X

## Esbelteza Limite FLA Y-Y

λalma	54,37	λalma	54,37
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	26865,15	Mr	1896,26
Compacta		Esbelta	

## Esbelteza Limite FLM X-X

## Esbelteza Limite FLM Y-Y

# 8 – Verificar a Segunda Rodada de Cálculo (Viga)

Listar Perfis que atendem

Resultado: 62,3%

## W 460 x 89,0

d(mm)	463	$W_x(\text{cm}^3)$	1775,6	$r_x(\text{cm})$	18,98
bf(mm)	192	$W_y(\text{cm}^3)$	218	$r_y(\text{cm})$	4,28
d'(mm)	404	$Z_x(\text{cm}^3)$	2019,4	Área( $\text{cm}^2$ )	114,1
tw(mm)	10,5	$Z_y(\text{cm}^3)$	339	ho/tw	38,5
tf(mm)	17,7	$I_x(\text{cm}^4)$	41105	b/tf	5,4
h(mm)	427,6	$I_y(\text{cm}^4)$	2093	Peso (kg/m)	89,0

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

### 1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
300	42	OK	14,0%	$\lambda_x$
300	187	OK	62,3%	$\lambda_y$

### 2. Resistência à tração

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
3579	9,2	OK	0,3%	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
50969	1785	OK	3,5%	1,1

### 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	
6837	0	N.A	0,0%	1,1	ly	2091,7
					Wef	163,4

### 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
1279	0	N.A	0,0%	1,1

Perfil	Peso	%
W 360 x 32,9	32,90	97,08%
W 250 x 38,5	38,50	99,35%
W 310 x 38,7	38,70	84,71%
W 360 x 39,0	39,00	79,25%
W 360 x 44,0	44,00	66,87%
W 310 x 44,5	44,50	73,08%
W 250 x 44,8	44,80	84,79%
W 410 x 46,1	46,10	59,96%
W 360 x 51,0	51,00	58,29%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	88,61%
W 310 x 52,0	52,00	61,56%
W 460 x 52,0	52,00	49,14%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	91,82%
W 410 x 53,0	53,00	50,32%
W 360 x 57,8	57,80	51,58%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	77,32%
W 410 x 60,0	60,00	44,07%
W 460 x 60,0	60,00	41,61%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	75,58%
W 360 x 64,0	64,00	45,48%
W 530 x 66,0	66,00	34,97%
W 410 x 67,0	67,00	38,74%
W 460 x 68,0	68,00	35,80%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	63,14%
W 360 x 72,0	72,00	40,46%
W 530 x 72,0	72,00	33,72%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	51,98%
W 460 x 74,0	74,00	32,15%
W 530 x 74,0	74,00	31,72%
W 410 x 75,0	75,00	34,70%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	52,27%
W 360 x 79,0	79,00	36,20%

# 8 – Verificar a Segunda Rodada de Cálculo (Pilar)

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	3000
Ly (mm)	3000
N(kN)	-232,9
Vx(kN)	0
Vy(kN)	13,3
Mx(kN.cm)	2219
My(kN.cm)	0
kx	0,7
ky	0,7
d (mm)	0
Lb (mm)	3000
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,88		
Nex(kN)	71984,3	r0(cm)	16,5
Ney(kN)	2358,2	Nez(kN)	2181,18
A0	0,91		
χ	0,708		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	54,37	λalma	54,37
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	26865,15	Mr	1896,26
Compacta		Esbelta	

Resultado:

35,6%

W 410 x 46,1			
d(mm)	403	Wx(cm³)	778,7
bf(mm)	140	Wy(cm³)	73,4
d'(mm)	357	Zx(cm³)	891,1
tw(mm)	7	Zy(cm³)	115,2
tf(mm)	11,2	Ix(cm⁴)	15690
h(mm)	380,6	Iy(cm⁴)	514
		Peso (kg/m)	46,1

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

## 1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	13	OK	6,5%	λx
200	71	OK	35,6%	λy

## 2. Resistência à tração

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

## 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1157	232,9	OK	20,1%	1,1

## 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
30743	2219	OK	7,2%	1,1

## 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	bef	27,4
2302	0	N.A	0,0%	1,1	ly	513,0
					Wef	55,0

## 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
590	0	N.A	0,0%	1,1

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 360 x 32,9	32,90	97,08%
W 250 x 38,5	38,50	99,35%
W 310 x 38,7	38,70	84,71%
W 360 x 39,0	39,00	79,25%
W 360 x 44,0	44,00	66,87%
W 310 x 44,5	44,50	73,08%
W 250 x 44,8	44,80	84,79%
W 410 x 46,1	46,10	59,96%
W 360 x 51,0	51,00	58,29%
W 200 x 52,0 (H)	52,00	88,61%
W 310 x 52,0	52,00	61,56%
W 460 x 52,0	52,00	49,14%
HP 200 x 53,0 (H)	53,00	91,82%
W 410 x 53,0	53,00	50,32%
W 360 x 57,8	57,80	51,58%
W 200 x 59,0 (H)	59,00	77,32%
W 410 x 60,0	60,00	44,07%
W 460 x 60,0	60,00	41,61%
HP 250 x 62,0 (H)	62,00	75,58%
W 360 x 64,0	64,00	45,48%
W 530 x 66,0	66,00	34,97%
W 410 x 67,0	67,00	38,74%
W 460 x 68,0	68,00	35,80%
W 200 x 71,0 (H)	71,00	63,14%
W 360 x 72,0	72,00	40,46%
W 530 x 72,0	72,00	33,72%
W 250 x 73,0 (H)	73,00	51,98%
W 460 x 74,0	74,00	32,15%
W 530 x 74,0	74,00	31,72%
W 410 x 75,0	75,00	34,70%
HP 310 x 79,0 (H)	79,00	52,27%

## 9 – Verificar quanto à fadiga

**Viga:** Remover Majoração e encontrar as tensões atuantes

$$\sigma_{TH} = 16,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A} = \frac{\left(\frac{30495}{1,5}\right)}{1775,6} + \frac{87,7}{114,1} = 12,20 \text{ kN/cm}^2$$

**Ciclos Infinitos**

**Pilar:** Remover Majoração e encontrar as tensões atuantes

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A} = \frac{\left(\frac{16834}{1,5}\right)}{778,7} + \frac{120,5}{59,2} = 16,44 \text{ kN/cm}^2$$

**Ciclos Infinitos**

$$\sigma_{TH} = 16,5 \text{ kN/cm}^2$$