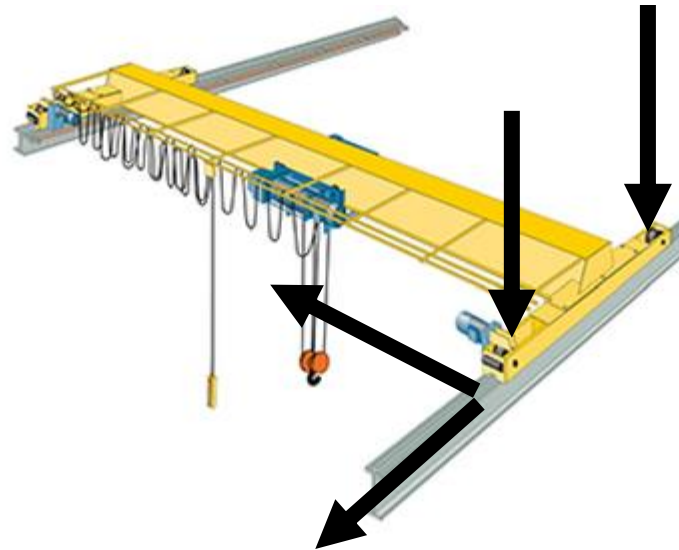


# VIGAS DE ROLAMENTO DE PONTES ROLANTES

## FADIGA

*Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas*

# ***Vigas de rolamento***



***Devem ser dimensionadas às forças verticais, horizontais longitudinais, e horizontais transversais***

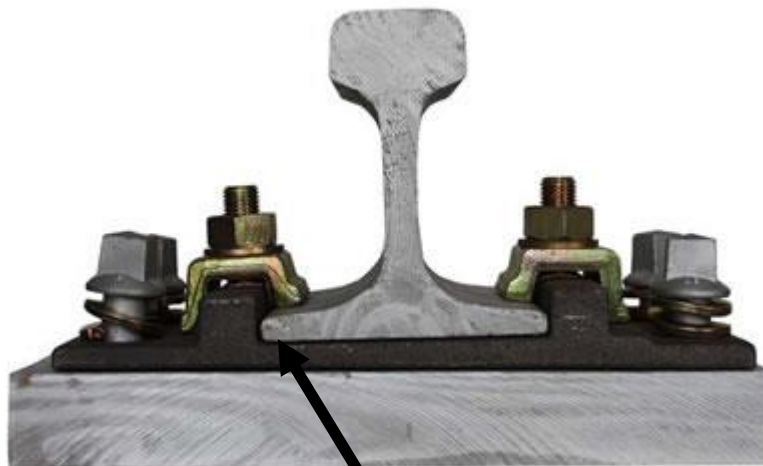
# Trilhos e sistemas de fixação



**Sistema flutuante**  
**FLOATING CLAMPS**

AISE nº 13 Recomenda seu uso para pontes de regime pesado (em especial siderurgia)

Recomenda-se usar com chapa de desgaste entre o trilho e a mesa superior da viga de rolamento



**Sistem fixo: Grapas ou grampos**

Recomendado para todas as outras aplicações.

# ***Trilhos e sistemas de fixação***



***Barra quadrada maciça***

Soldada diretamente às mesas da viga de  
rolamento



# Emendas de trilhos

**Enviar com o maior comprimento possível (12m)**

**Para Trilhos de pontes rolantes siderúrgicas é comum a utilização de solda aluminotérmica**



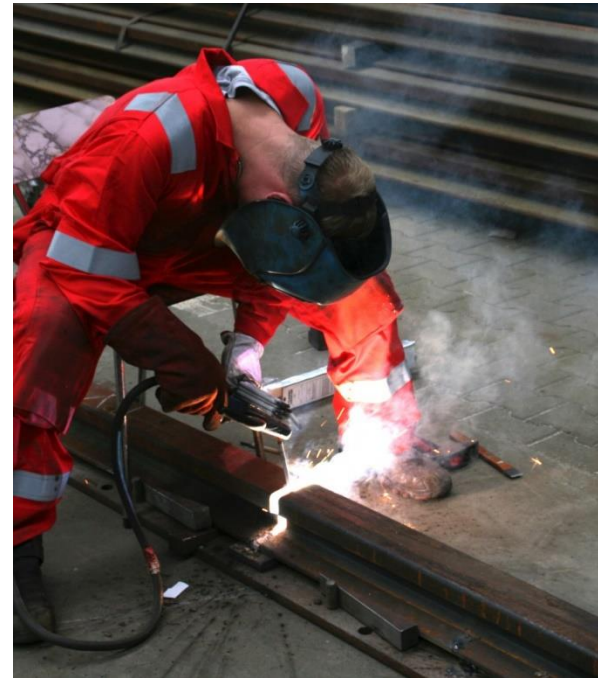
## Solda aluminotérmica

A solda aluminotérmica é aplicada também para a soldagem de juntas nas vias férreas. Para executar a soldagem aluminotérmica de trilhos, os topos destes devem apresentar uma folga pré-determinada, em função do processo utilizado, bem como ser envolvidos por fôrmas pré-fabricadas. Após o assentamento e vedação das fôrmas com massa refratária, faz-se um pré-aquecimento com maçarico específico posicionado de tal forma, que a chama penetre no topo da junta. O aço produzido em cadinho refratário, a temperaturas acima de 2000°C, é conduzido aos topos dos trilhos, dissolvendo-os e unindo-os de forma homogênea. Depois de 4 a 5 minutos as fôrmas são retiradas e o material excedente é rebarbado. Após o resfriamento a solda é esmerilhada de forma a reproduzir o perfil do trilho.

REAÇÃO TÍPICA PARA OS MATERIAIS FERROSOS  
$$3 \text{ Fe}_3\text{O}_4 + 8 \text{ Al} \rightarrow 9 \text{ Fe} + 4 \text{ Al}_2\text{O}_3 + \text{Calor (3.350kJ)}$$



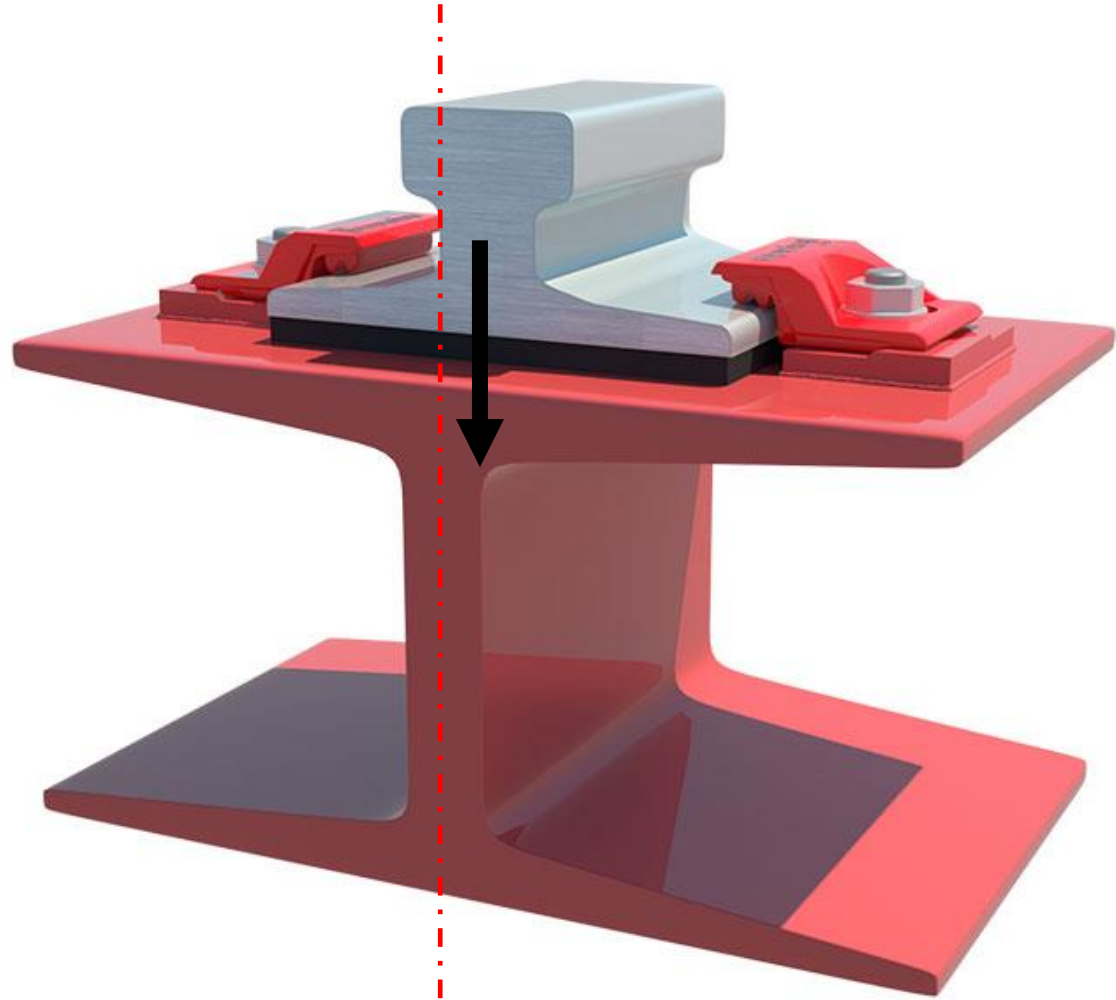
Montagem de um sistema para soldagem de trilhos



**Pontes comuns utiliza-se solda de topo com contorno completo e esmerilhamento**

# ***Vigas de rolamento***

Excentricidades:  $0,75.t_w$



# ***Vigas de rolamento***

Flechas Admissíveis:

Verticais:

L/600 para pontes com capacidade < 200kN

L/800 para pontes com capacidades > 200kN

L/1000 para pontes rolantes siderúrgicas

Horizontais:

L/400 para pontes, exceto siderúrgicas

L/600 Para pontes siderúrgicas

# Vigas de rolamento

## Coeficientes de impacto e cargas horizontais

### B.4.4 Pontes rolantes

Na ausência de especificação mais rigorosa, as ações verticais de cálculo (ver B.6) devem ser majoradas nos seguintes casos:

- a) pontes rolantes comandadas de uma cabine: 25 %;
- b) pontes rolantes comandadas por controle pendente ou controle remoto: 10 %.

### B.7.2 Forças horizontais

As forças horizontais decorrentes da movimentação da ponte rolante, caso não haja especificação mais rigorosa, devem ser tomadas como a seguir.

- a) a força transversal ao caminho de rolamento, para pontes rolantes comandadas de uma cabine, a ser aplicada no topo do trilho, de cada lado, deve ser igual ao maior dos seguintes valores:
  - 10 % da soma da carga içada com o peso do trole e dos dispositivos de içamento;
  - 5 % da soma da carga içada com o peso total da ponte, incluindo trole e dispositivos de içamento;



# Vigas de rolamento

## Coeficientes de impacto e cargas horizontais

- uma percentagem da carga içada, variável de acordo com o tipo e a finalidade da ponte ou da edificação:
  - nos edifícios em geral: 15 % da carga içada;
  - nos edifícios destinados à siderurgia ou nos quais condições específicas de operação assim exigirem:
  - pontes em geral: 20 % da carga içada;
  - pontes com caçamba e eletroíma e pontes de pátio de placas e tarugos: 50 % da carga içada;
  - pontes de forno-poço: 100 % da carga içada;
  - ponte estripadora: 100 % da soma do peso do lingote e da lingoteira.

Para pontes rolantes comandadas por controle pendente ou controle remoto, a força transversal ao caminho de rolamento a ser aplicada no topo do trilho, de cada lado, deve ser igual a 10 % da soma da carga içada com o peso do trole e dos dispositivos de içamento.

Nos casos em que a rigidez horizontal transversal da estrutura de um lado do caminho de rolamento diferir da do lado oposto, a distribuição das forças transversais deverá ser proporcional à rigidez de cada lado;

- b) a força longitudinal ao caminho de rolamento, a ser aplicada no topo do trilho, de cada lado, deve ser igual a 10 % da soma das cargas verticais máximas das rodas (não majoradas pelo impacto);
- c) a força devida ao choque da ponte rolante com o batente deve ser informada pelo fabricante, que também deve especificar e, se possível, fornecer o batente.

# Fadiga

Peças sujeitas a diversos ciclos de repetição de variação de tensões no regime elástico estão sujeitas à fadiga

Exemplos: Pontes rolantes, rampas de estacionamento, vigas de suporte de elevadores, peças de máquinas, etc.

# Fadiga

## Prescrições do Anexo K da NBR8800/08

- Não é necessária verificação de fadiga para quantidade de ciclos inferior a 20.000 durante toda a vida útil da estrutura.
- Usa-se a combinação frequente de fadiga para avaliar as peças:

$$F_{d,Fad} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \Psi_1 \cdot \sum_{j=1}^n F_{Qj,k}$$

**Tabela 2** — Valores dos fatores de combinação  $\psi_0$  e de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações		$\gamma_{f2}^a$		
		$\psi_0$	$\psi_1^d$	$\psi_2^e$
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b)</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas <sup>c)</sup>	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

<sup>a</sup> Ver alínea c) de 4.7.5.3.  
<sup>b</sup> Edificações residenciais de acesso restrito.  
<sup>c</sup> Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.  
<sup>d</sup> Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar  $\psi_1$  igual a 1,0.  
<sup>e</sup> Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para  $\psi_2$  o valor zero.

Para fadiga ver nota d

# Fadiga

## Prescrições do Anexo K da NBR8800/08

- As peças devem estar protegidas contra corrosão
- As peças devem estar submetidas à temperatura máxima de 150°C
- As soldas devem estar de acordo com as prescrições do AWS1.1
- Tensões locais não devem ultrapassar 0,66  $f_y$  para tensões normais e 0,40 $f_y$  para tensões de cisalhamento

# Fadiga

**Tabela K.1 — Parâmetros de fadiga**

Descrição	Categoria de tensão	Constante $C_f$	Limite $\sigma_{TH}$ MPa	Ponto de início potencial de fissura
<b>Seção 1 – Material-base afastado de qualquer solda</b>				
1.1 Metal-base, exceto aços resistentes à corrosão atmosférica não pintados, com superfícies laminadas, sujeitas ou não à limpeza superficial. Bordas cortadas a maçarico com rugosidade superficial não superior a 25 $\mu\text{m}$ , mas sem cantos reentrantes.	A	$250 \times 10^8$	165	Afastado de qualquer solda ou ligação estrutural.
1.2 Metal-base de aço resistente à corrosão atmosférica não pintado, com superfícies laminadas, sujeitas ou não à limpeza superficial. Bordas cortadas a maçarico com rugosidade superficial não superior a 25 $\mu\text{m}$ , mas sem cantos reentrantes.	B	$120 \times 10^8$	110	Afastado de qualquer solda ou ligação estrutural.
1.3 Peças com furos broqueados ou alargados. Peças com cantos reentrantes em recortes ou outras descontinuidades geométricas obedecendo aos requisitos de K.6, exceto aberturas para acesso de soldagem.	B	$120 \times 10^8$	110	Em qualquer borda externa ou perímetro de abertura.
1.4 Seções transversais laminadas com aberturas para acesso de soldagem obedecendo aos requisitos de 6.1.14 e K.6. Peças com furos broqueados ou alargados contendo parafusos para ligação de contraventamentos leves, com pequena solicitação.	C	$44 \times 10^8$	69	Em cantos reentrantes de aberturas para acesso de soldagem ou qualquer furo pequeno (podendo conter parafusos para ligações pouco importantes).



# Fadiga

## Faixa admissível de variação de tensões

A faixa de variação de tensões não deve exceder os valores dados a seguir:

- a) para as categorias de detalhe A, B, B', C, D, E e E', a faixa admissível de variação de tensões,  $\sigma_{SR}$ , em megapascal, deve ser determinada por:

$$\sigma_{SR} = \left( \frac{327 C_f}{N} \right)^{0,333} \geq \sigma_{TH}$$

onde:

$C_f$  é a constante dada na Tabela K.1 para a categoria correspondente;

$N$  é o número de ciclos de variação de tensões durante a vida útil da estrutura;

$\sigma_{TH}$  é o limite admissível da faixa de variação de tensões, para um número infinito de ciclos de solicitação, dado na Tabela K.1, em megapascal.

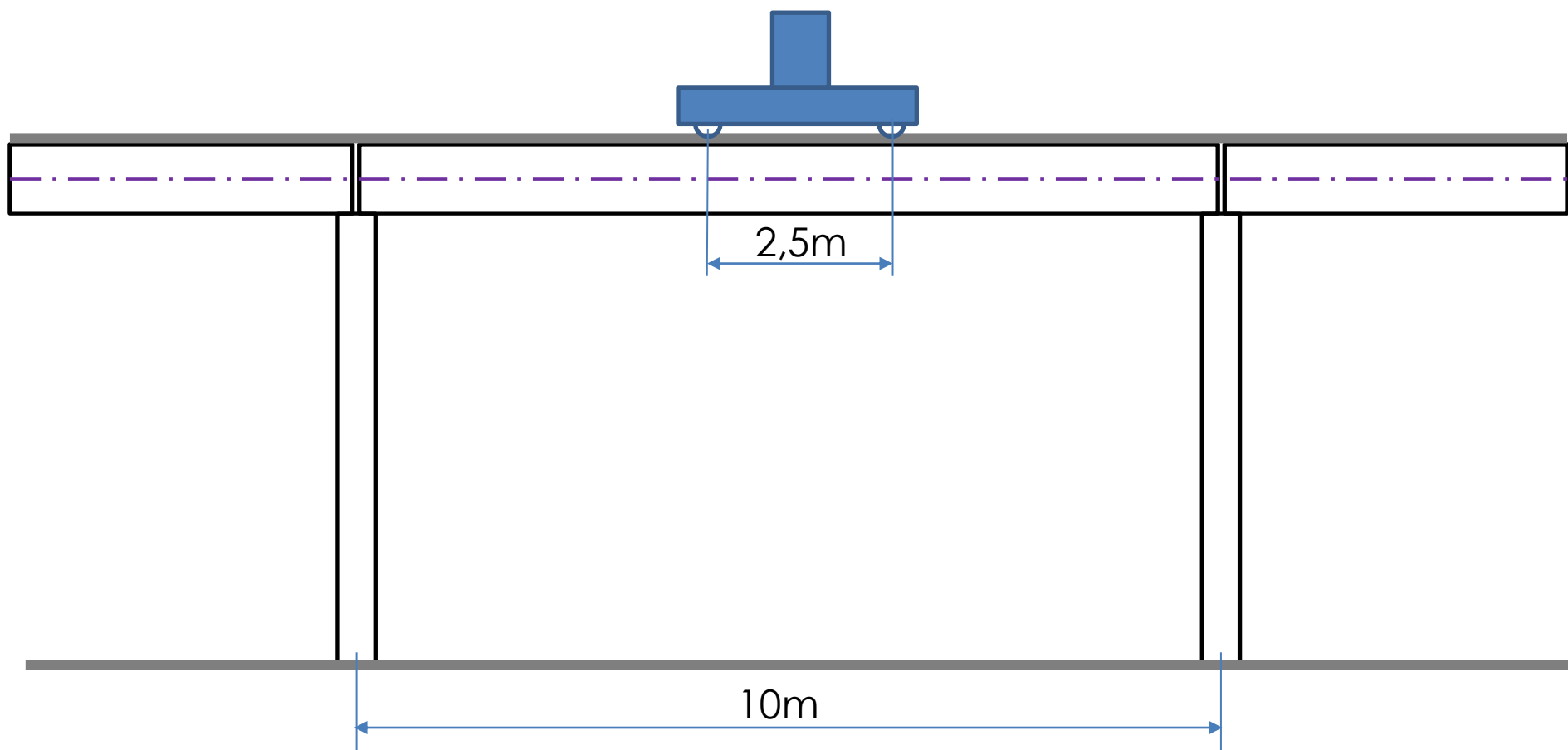
- b) para a categoria de detalhe F, a faixa admissível de variação de tensões,  $\sigma_{SR}$ , deve ser determinada por:

$$\sigma_{SR} = \left( \frac{11 \times 10^4 C_f}{N} \right)^{0,167} \geq \sigma_{TH}$$

Exemplo: Verificar a viga de rolamento para ponte rolante de capacidade 10tf, com vão livre de 20m operada por controle pendente.

Peso do trole e dispositivos de içamento: 2tf

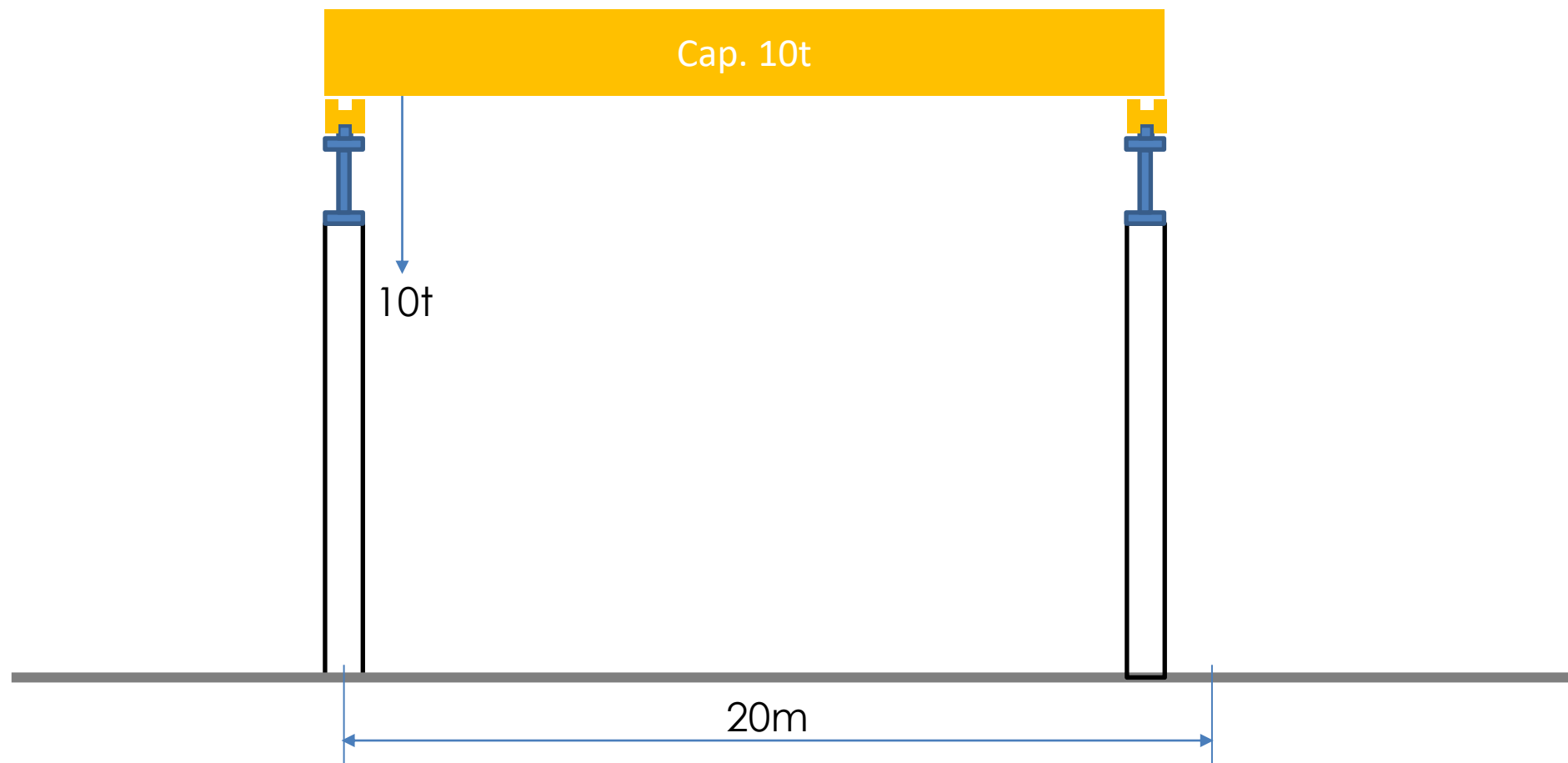
Peso da ponte rolante: 3,5 tf



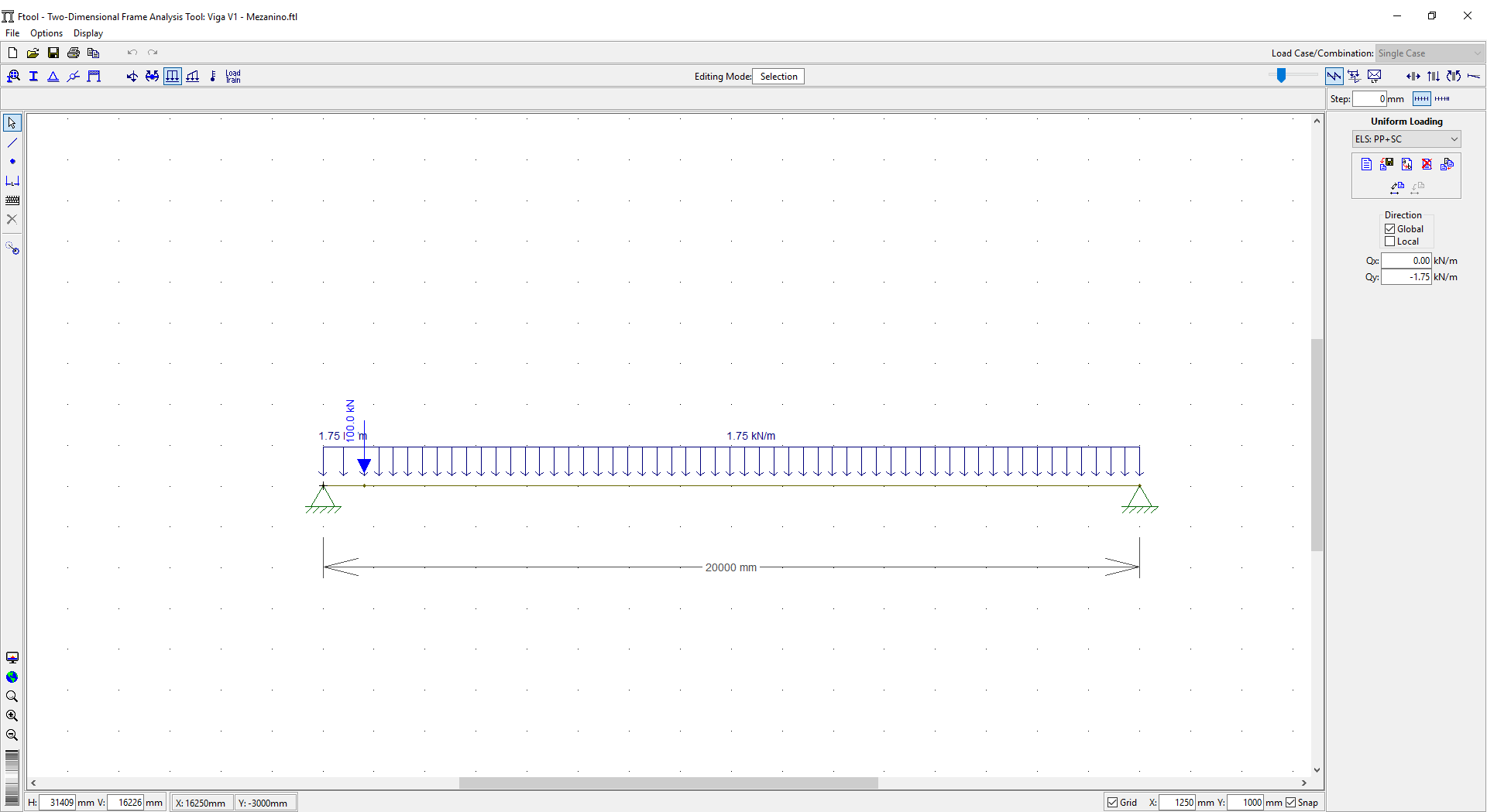
# Vigas de rolamento – Pré dimensionamento

Ponte Rolante		Trole		Viga de rolamento					
Capacidade de içamento (tf)	Vão livre (m)	Distância entre rodas (mm)	Reação vertical máx. por roda (tf)	Distância entre apoios (m)					
				5	6	7	8	10	12
2	10	3100	1,90	W 250 x 32,7	W 310 x 38,7	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0
	14	3100	2,10	W 250 x 32,7	W 310 x 44,5	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 530 x 101,0	W 610 x 125,0
	18	3600	2,30	W 250 x 32,7	W 310 x 44,5	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0
	22	3600	3,20	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0
	26	4200	3,50	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0
3,2	10	3100	3,20	W 250 x 44,8	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0
	14	3100	3,40	W 250 x 44,8	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 460 x 89,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0
	18	3600	3,90	W 250 x 44,8	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0
	22	3600	4,50	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0
	26	4200	5,10	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0
5	8	2400	2,90	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	12	2800	3,23	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	16	3200	3,52	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	20	3200	3,95	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	24	3400	4,35	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
6,3	8	2400	3,66	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	12	2800	3,88	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	16	3200	4,26	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	20	3200	4,60	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0
	24	3400	5,15	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
8	12	2800	4,83	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
	16	3200	5,20	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
	20	3200	5,65	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0
	24	3400	6,55	W 360 x 72,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	
10	8	2400	5,35	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	12	2800	5,80	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	16	3200	6,25	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	20	3200	6,70	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	24	3400	7,56	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
12,5	10	3100	7,90	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	14	3100	8,60	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	18	3600	9,20	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	22	3600	9,90	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	26	4200	10,7	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
13	8	2800	6,80	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	12	2800	7,40	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	16	3200	7,95	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	20	3200	8,40	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	24	3400	9,34	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
15	10	3100	9,90	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	14	3100	10,70	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	18	3600	11,40	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	22	3600	12,40	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	26	4200	13,20	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
16	8	2800	8,48	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	12	2800	9,20	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	16	3200	9,79	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	20	3200	10,50	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	24	3400	11,20	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
20	8	2800	10,40	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	12	2800	11,10	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	16	3200	11,80	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	20	3200	12,60	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	24	3400	13,30	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		

A situação de projeto mais desfavorável se dá quando a carga está posicionada em posição próxima à viga de rolamento

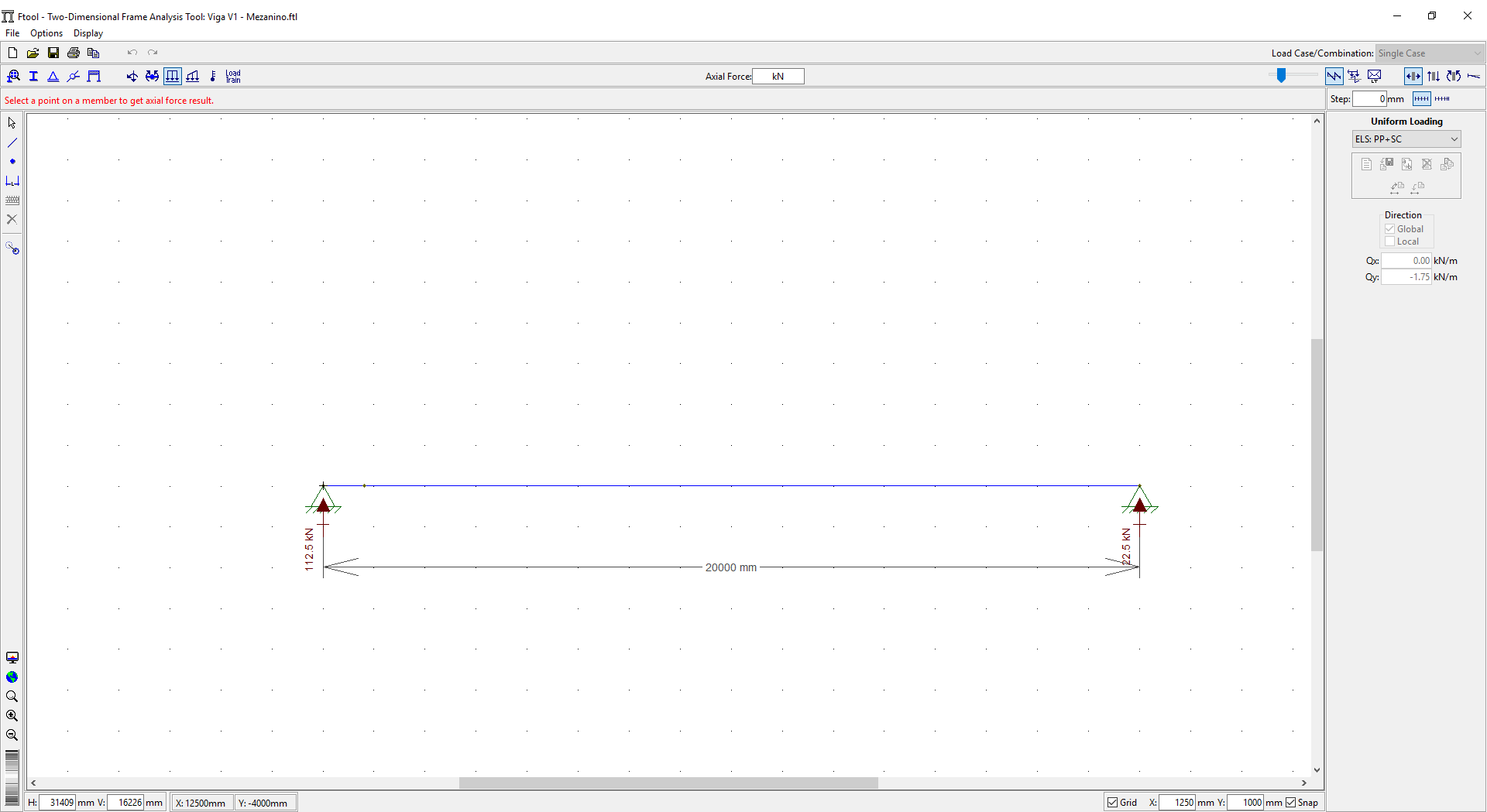


# Obter as reações de apoio no Ftool (ELS)

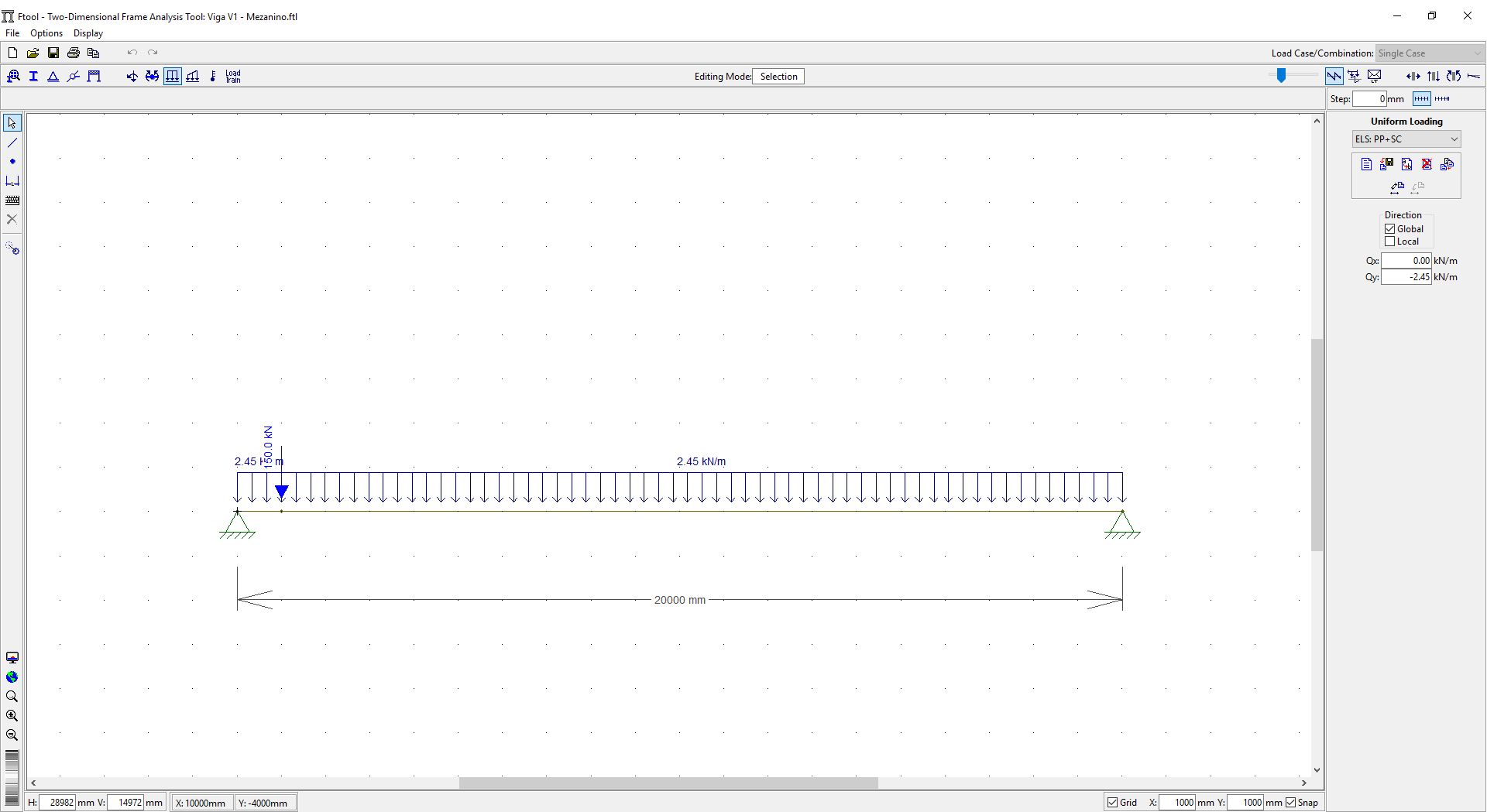




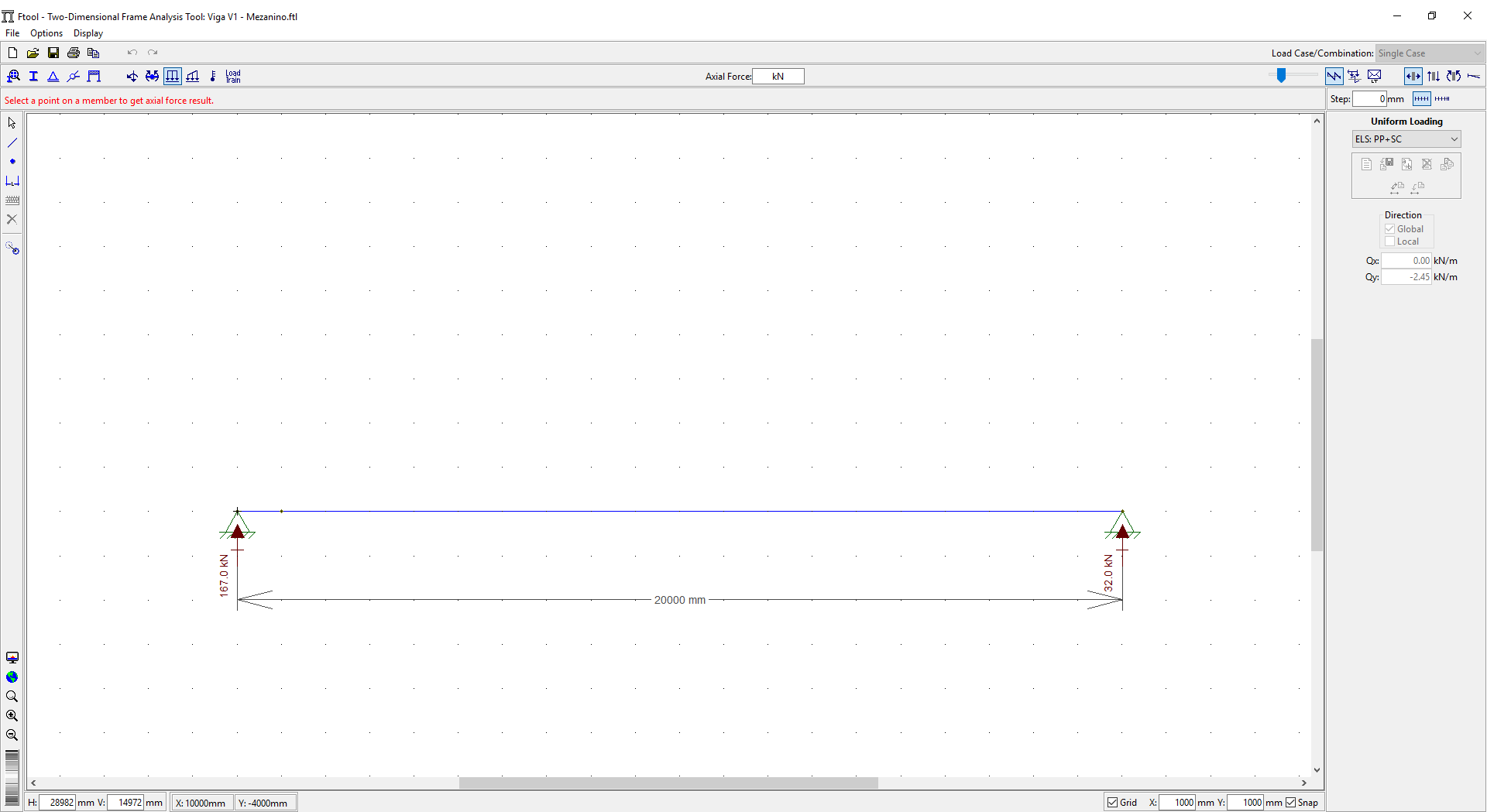
# Obter as reações de apoio no Ftool (ELS)



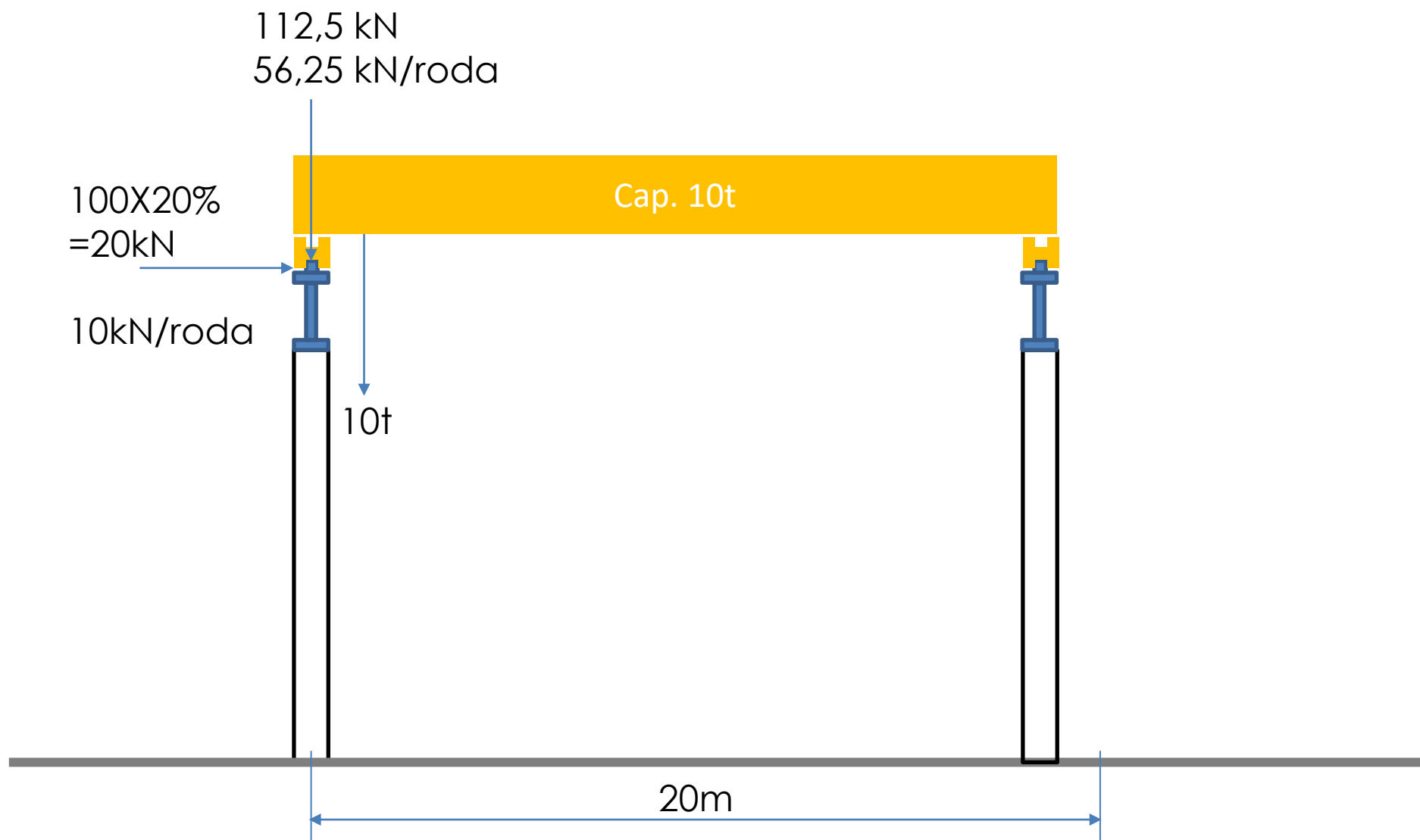
# Obter as reações de apoio no Ftool (ELU)



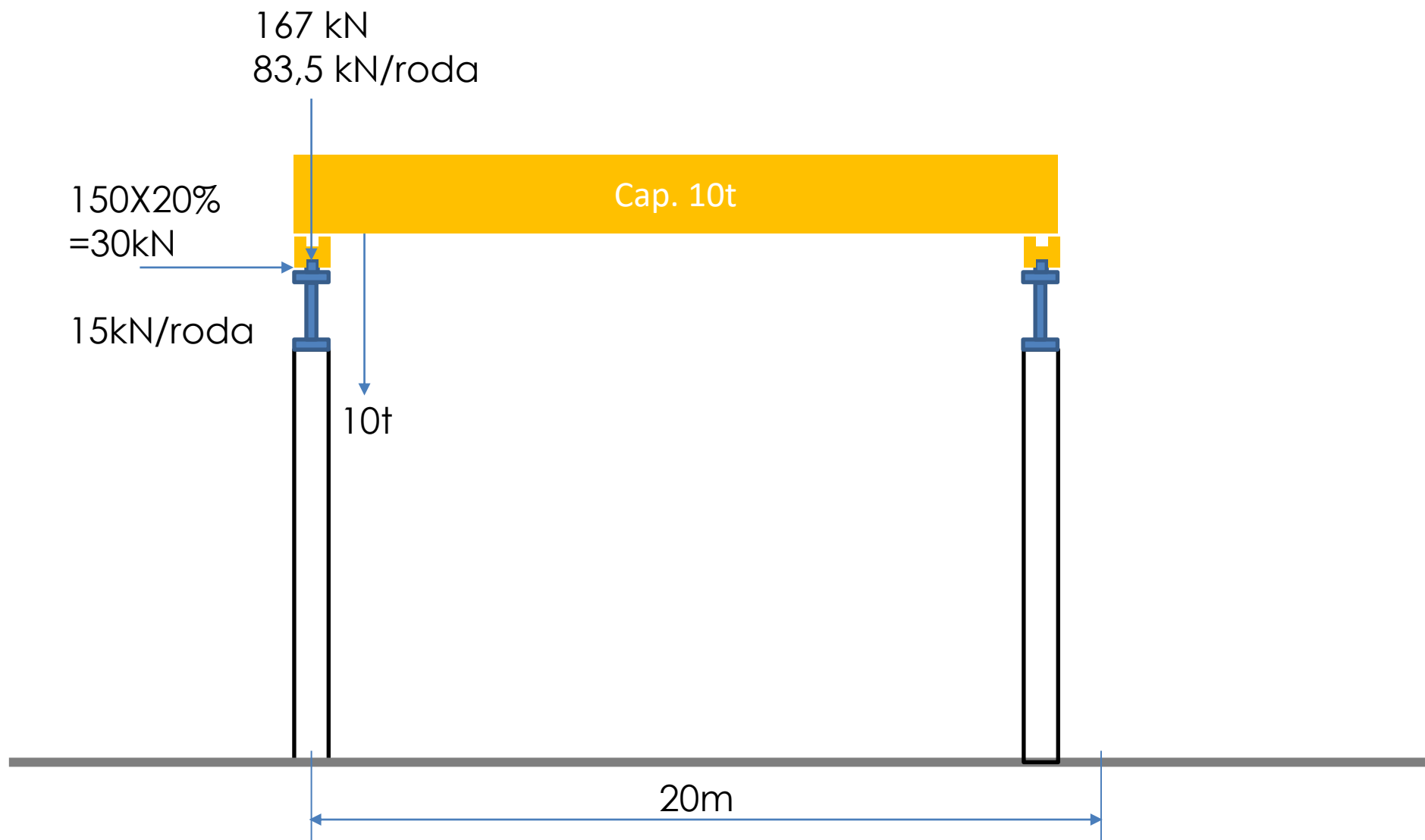
# Obter as reações de apoio no Ftool (ELU)



Extraem-se as reações horizontais e verticais para ELS

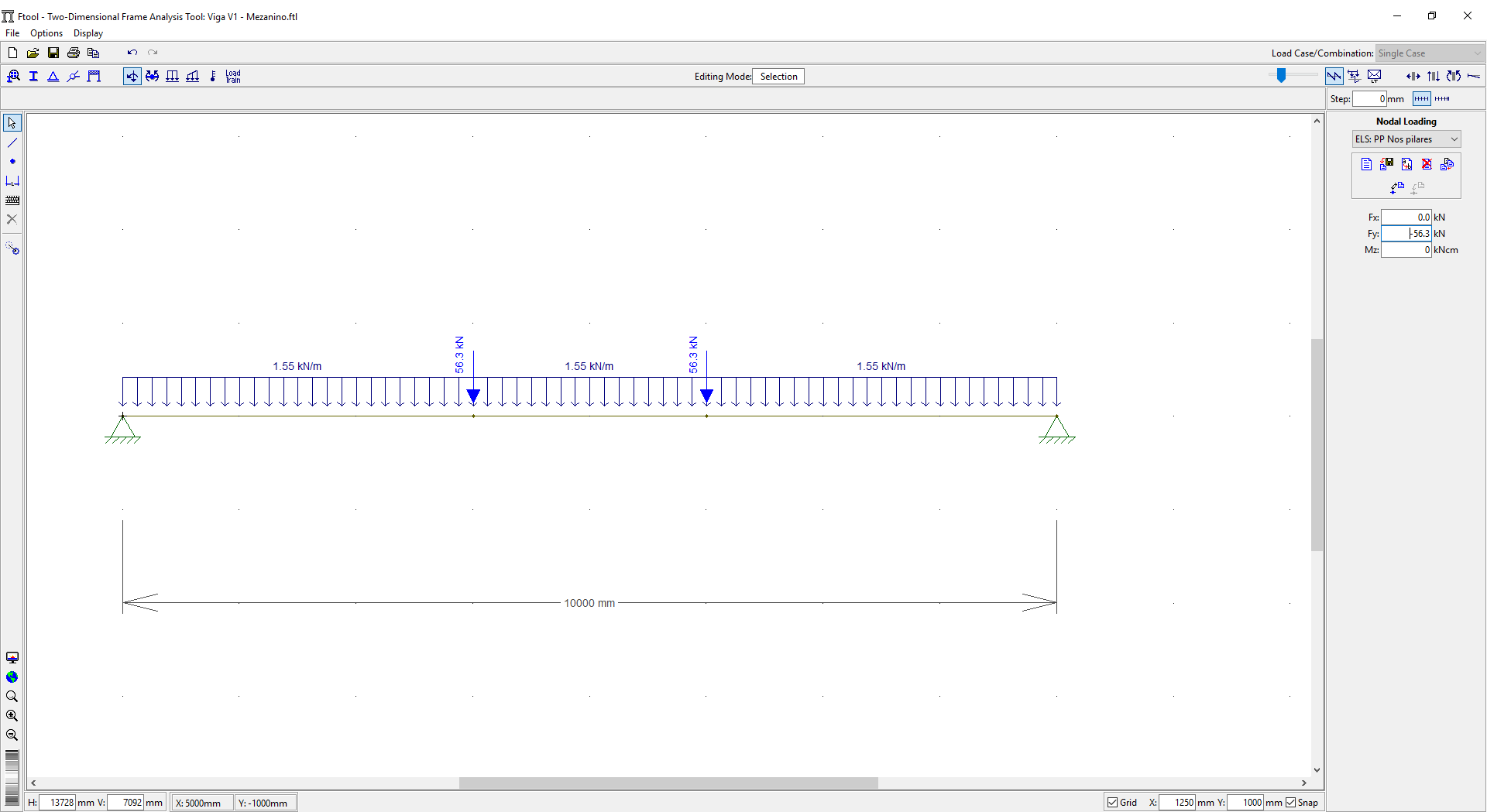


Extraem-se as reações horizontais e verticais para ELU





# Verifica-se a ELS – Reações Verticais na viga de rolamento



# ***Vigas de rolamento***

Flechas Admissíveis:

Verticais:

L/600 para pontes com capacidade < 200kN

L/800 para pontes com capacidades > 200kN

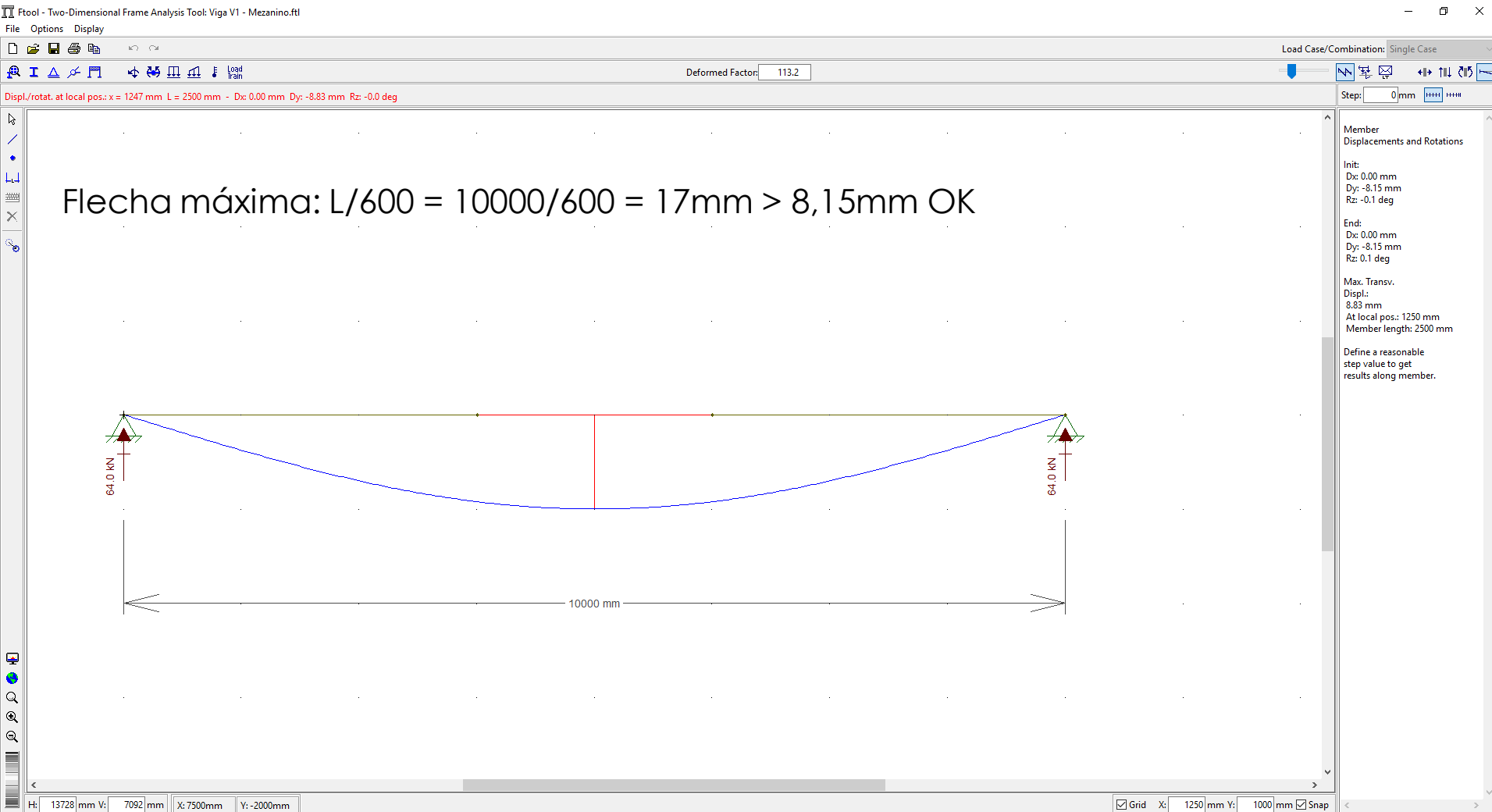
L/1000 para pontes rolantes siderúrgicas

Horizontais:

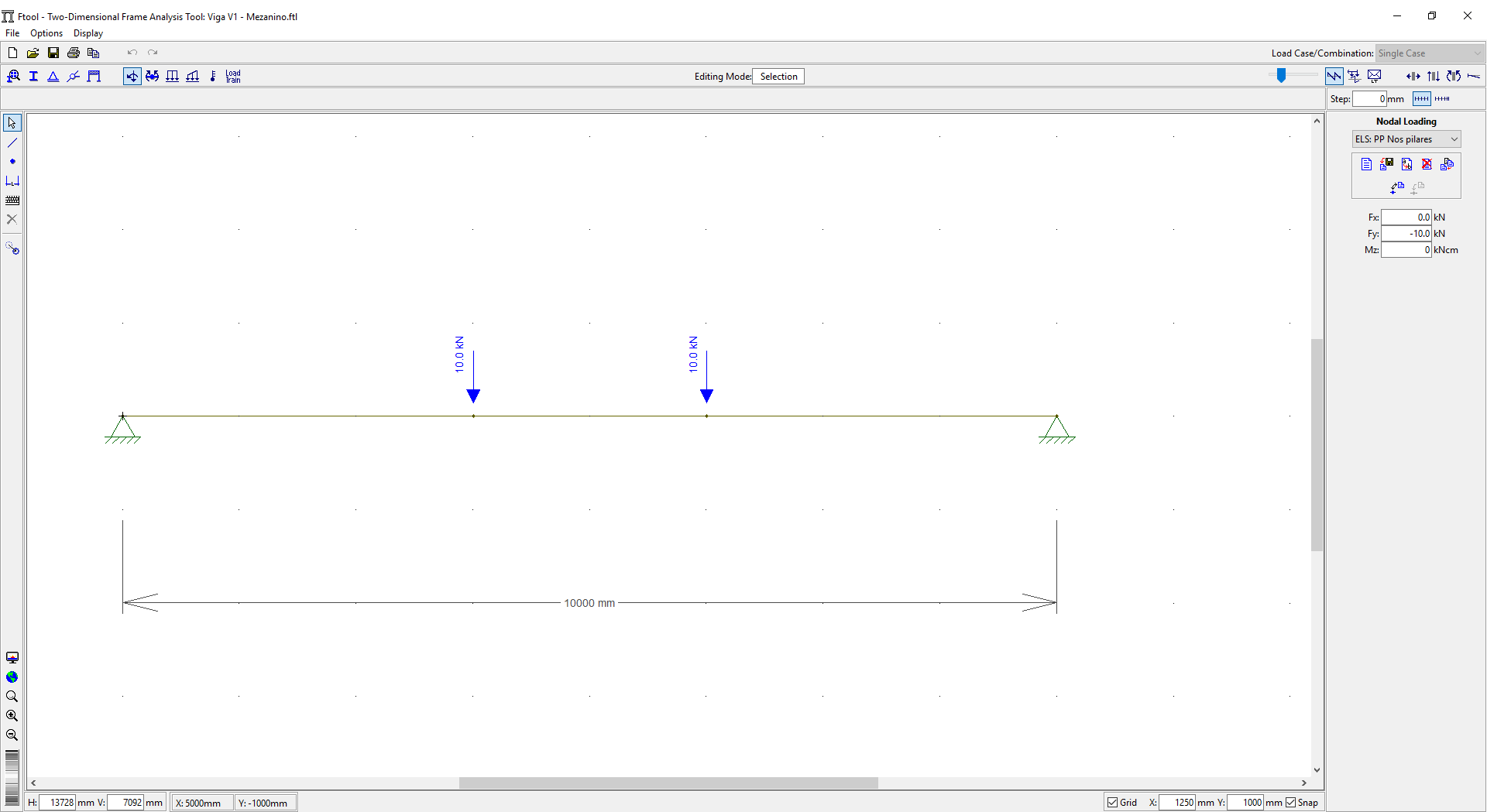
L/400 para pontes, exceto siderúrgicas

L/600 Para pontes siderúrgicas

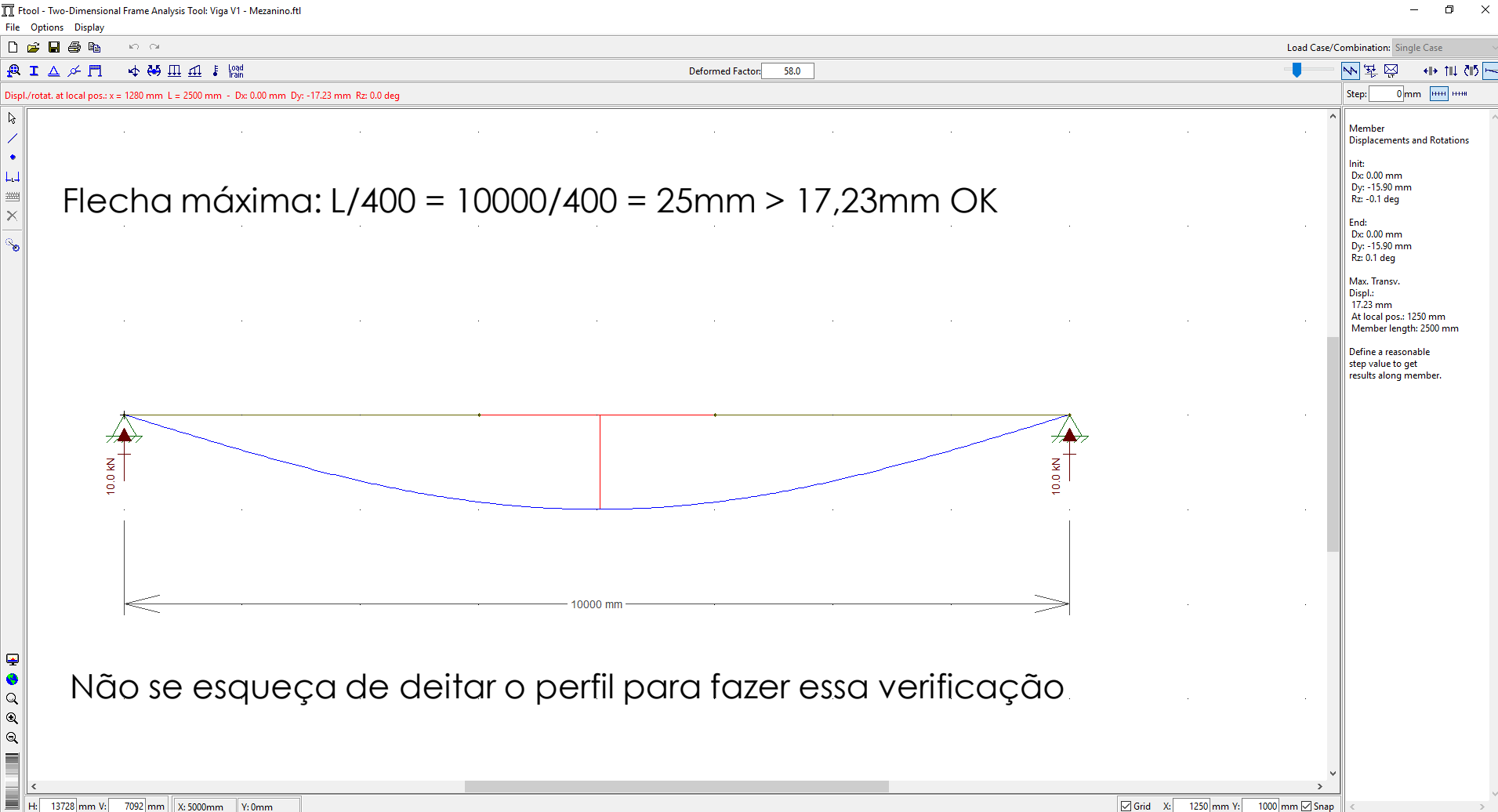
# Verifica-se a ELS – Reações Verticais na viga de rolamento



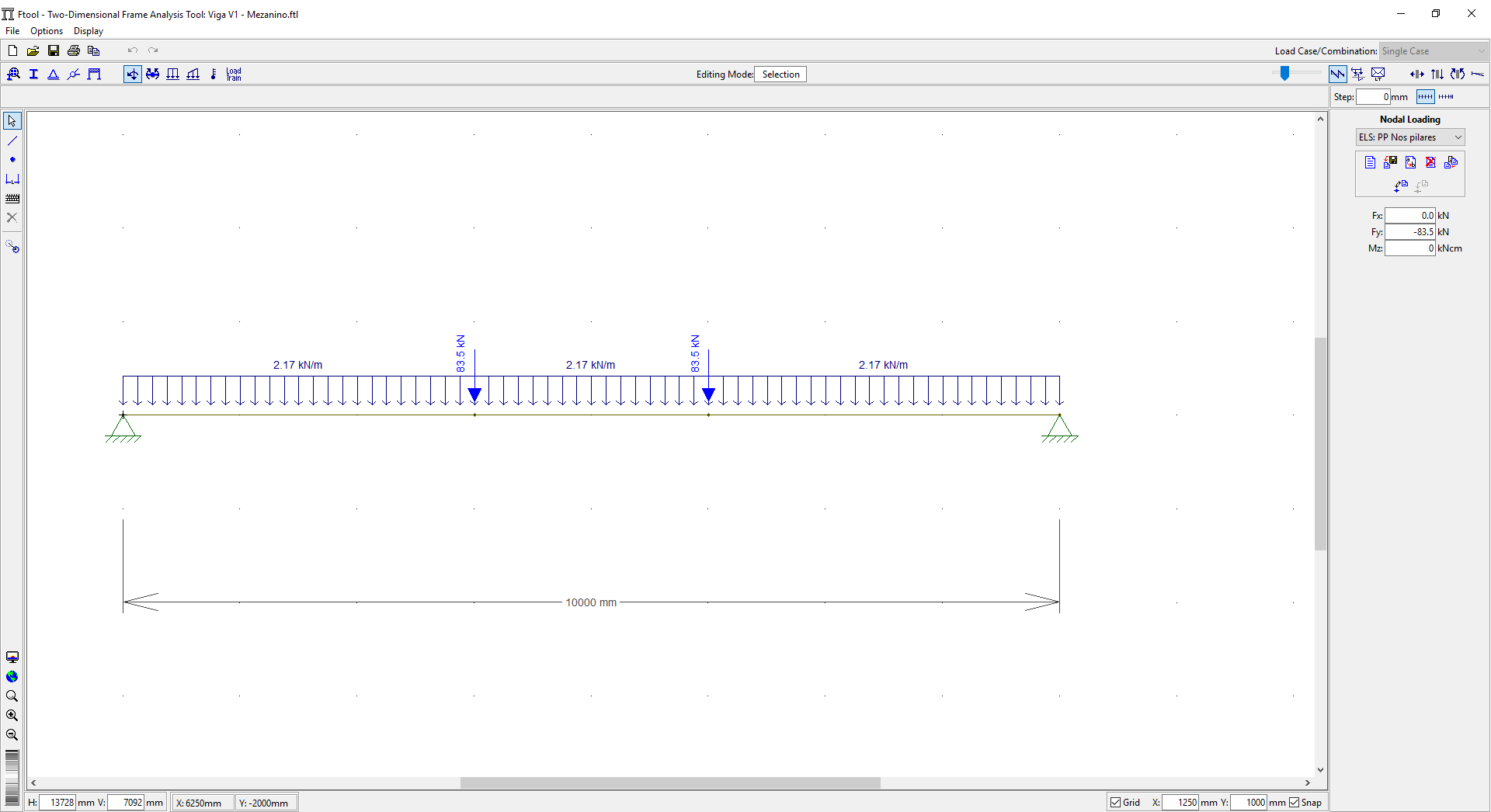
# Verifica-se a ELS – Reações Horizontais na viga de rolamento



# Verifica-se a ELS – Reações Horizontais na viga de rolamento



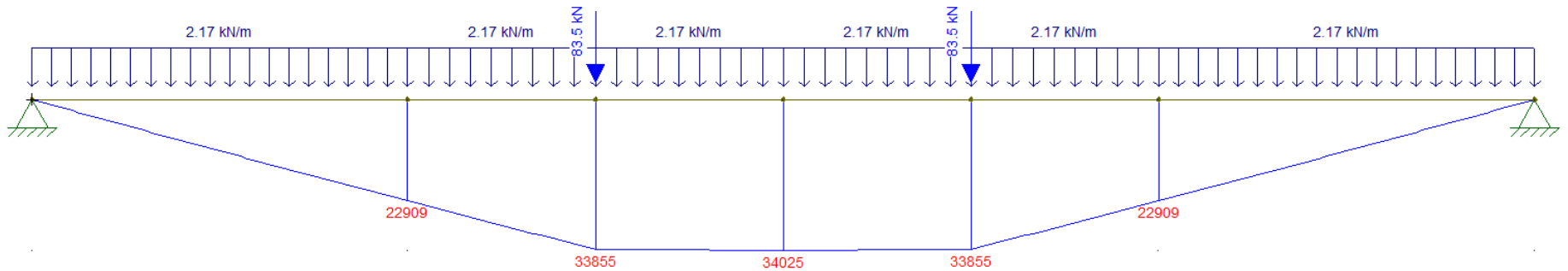
# Verifica-se a ELU – Esforços verticais



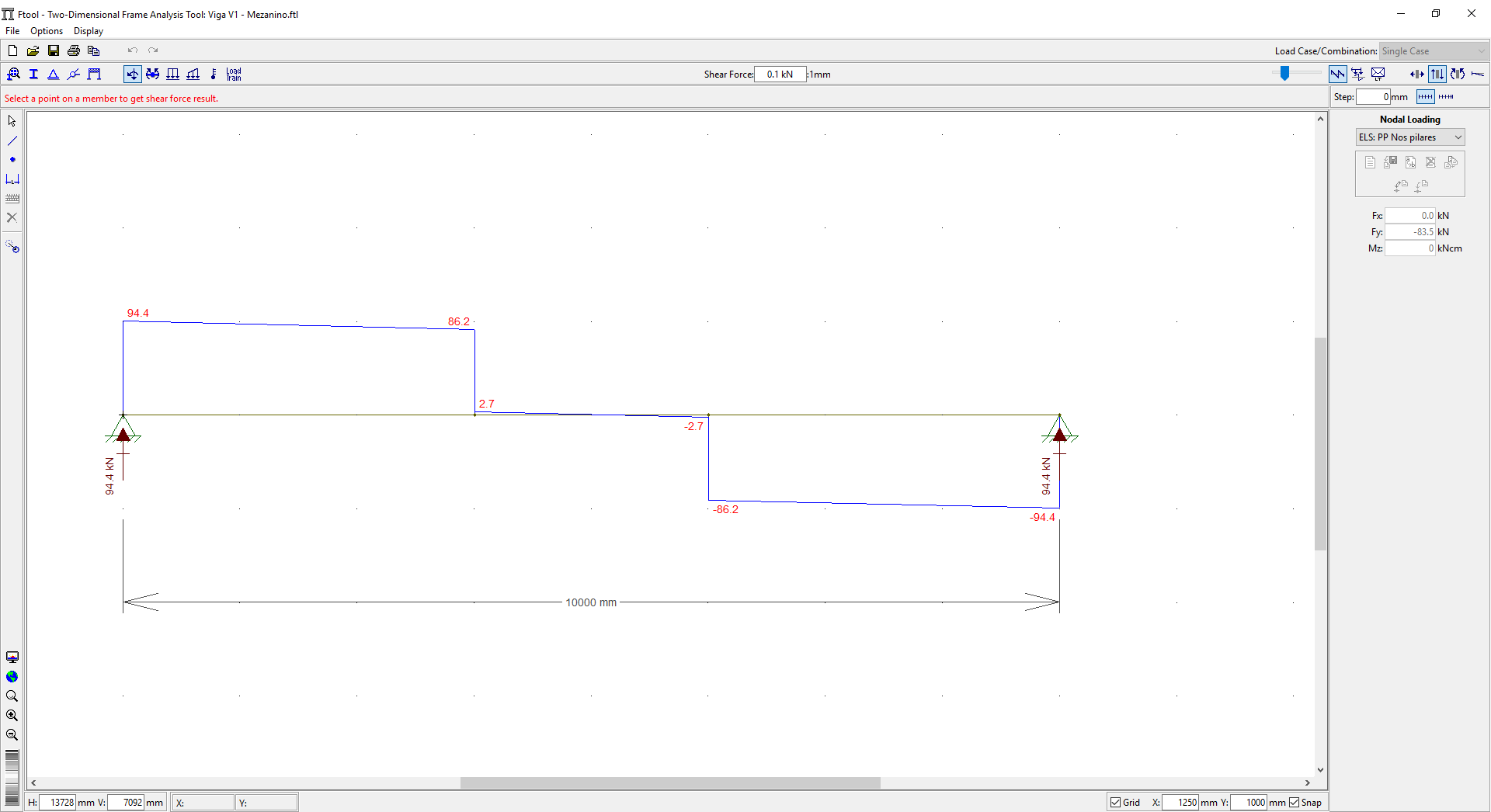
Verifica-se a ELU – Esforços verticais

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

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 34025}{2,5 \cdot 34025 + 3 \cdot 22909 + 4 \cdot 34025 + 3 \cdot 22909} = 1,18$$

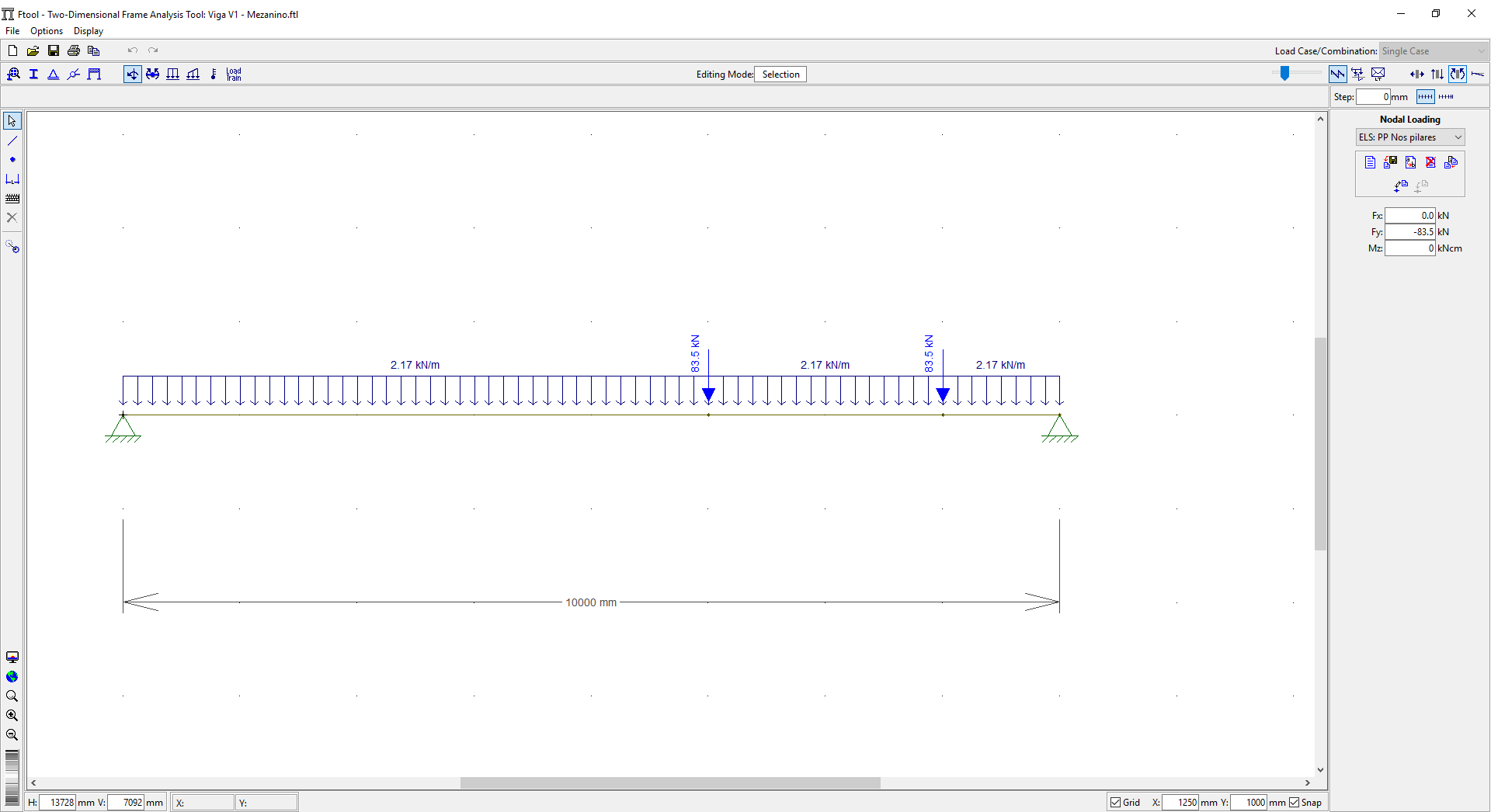


# Verifica-se a ELU – Esforços verticais





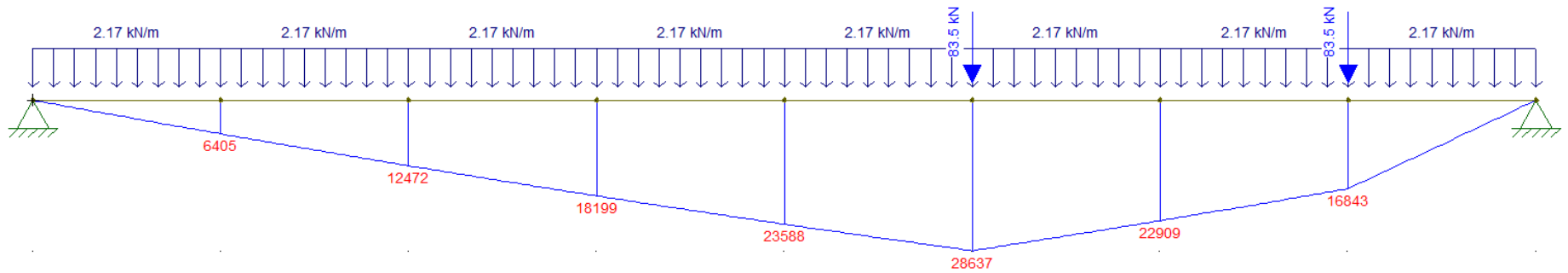
# Verifica-se a ELU – Esforços verticais



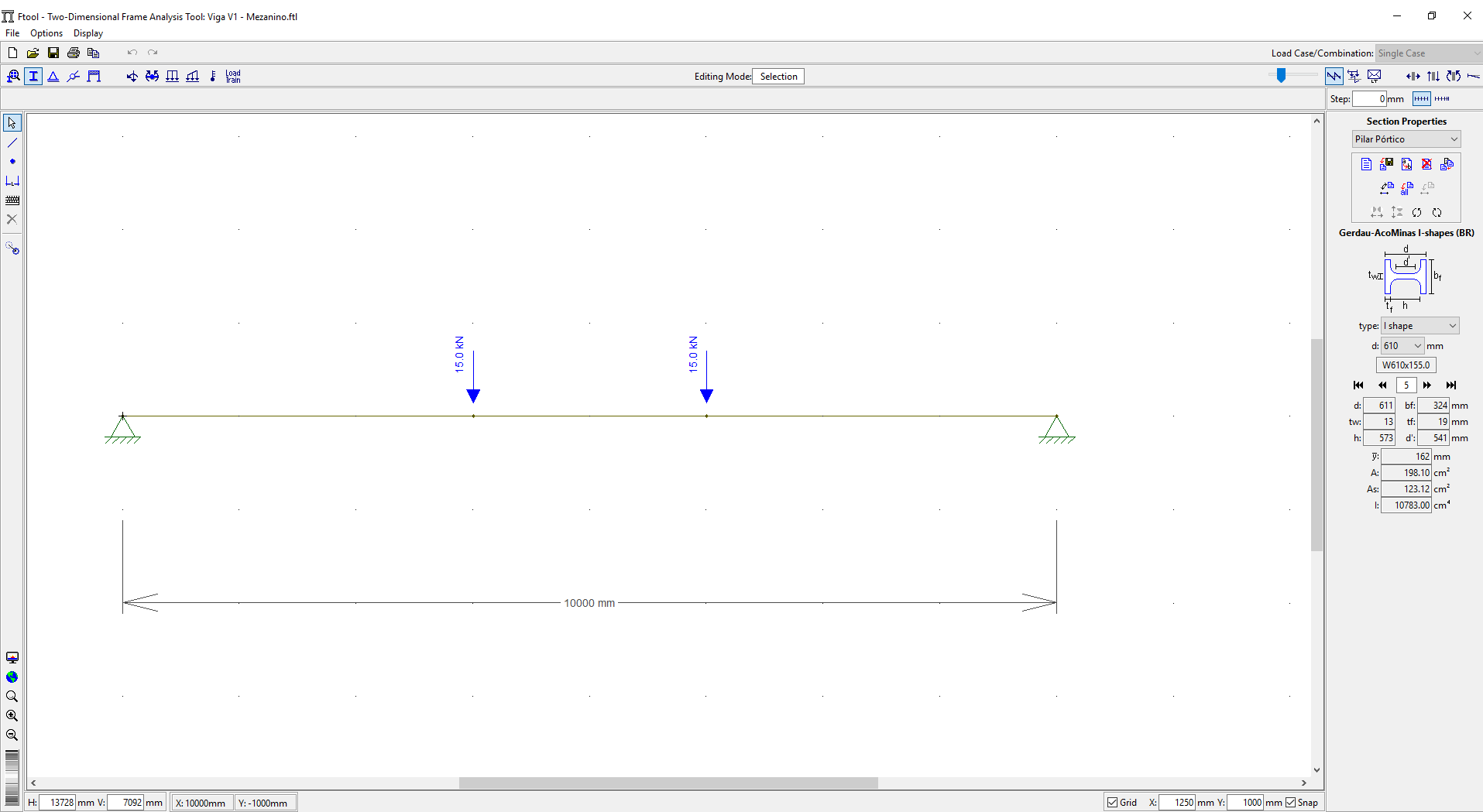
Verifica-se a ELU – Esforços verticais

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

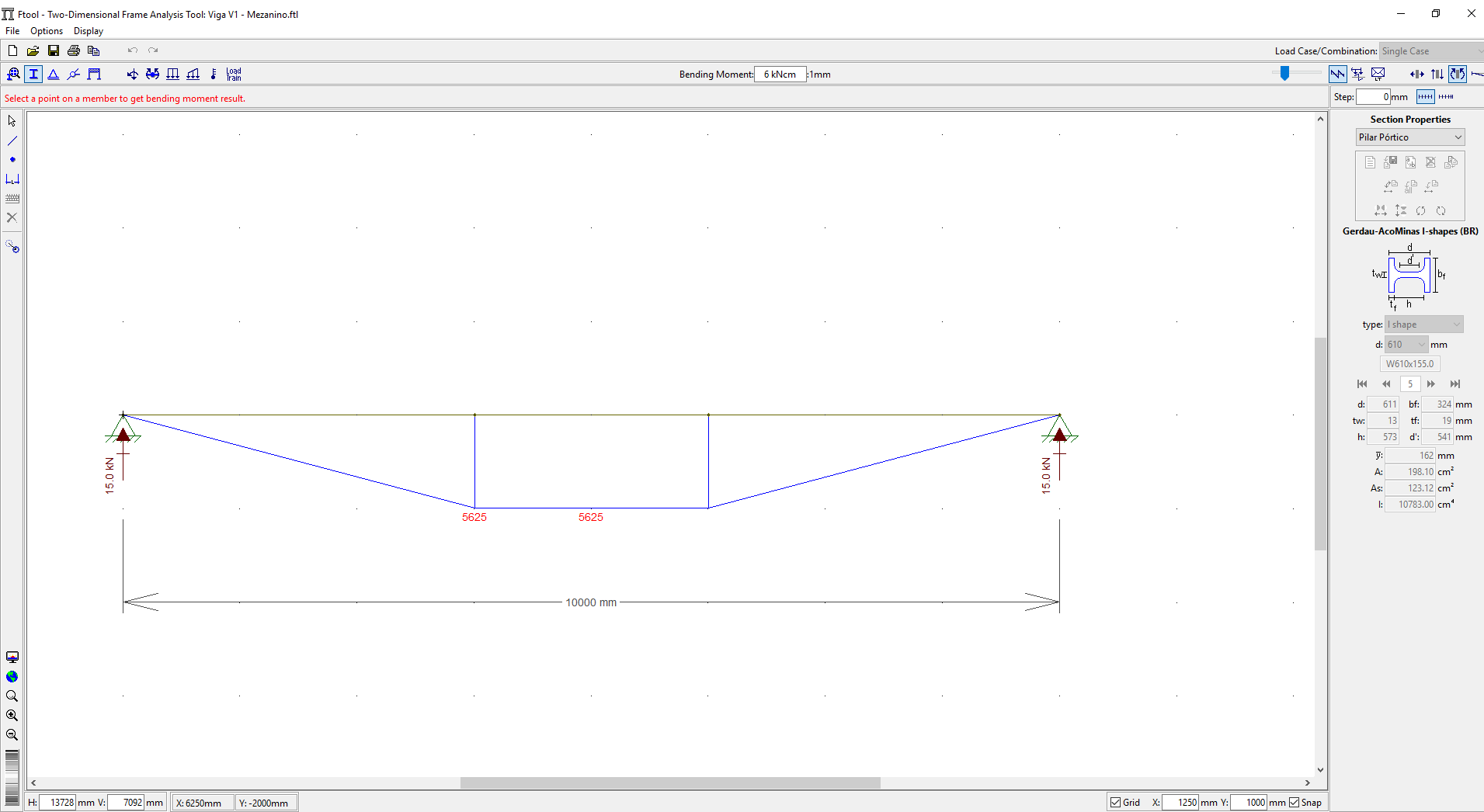
$$C_b = \frac{12,5 \cdot 28637}{2,5 \cdot 28637 + 3 \cdot 12472 + 4 \cdot 23588 + 3 \cdot 22909} = 1,31$$



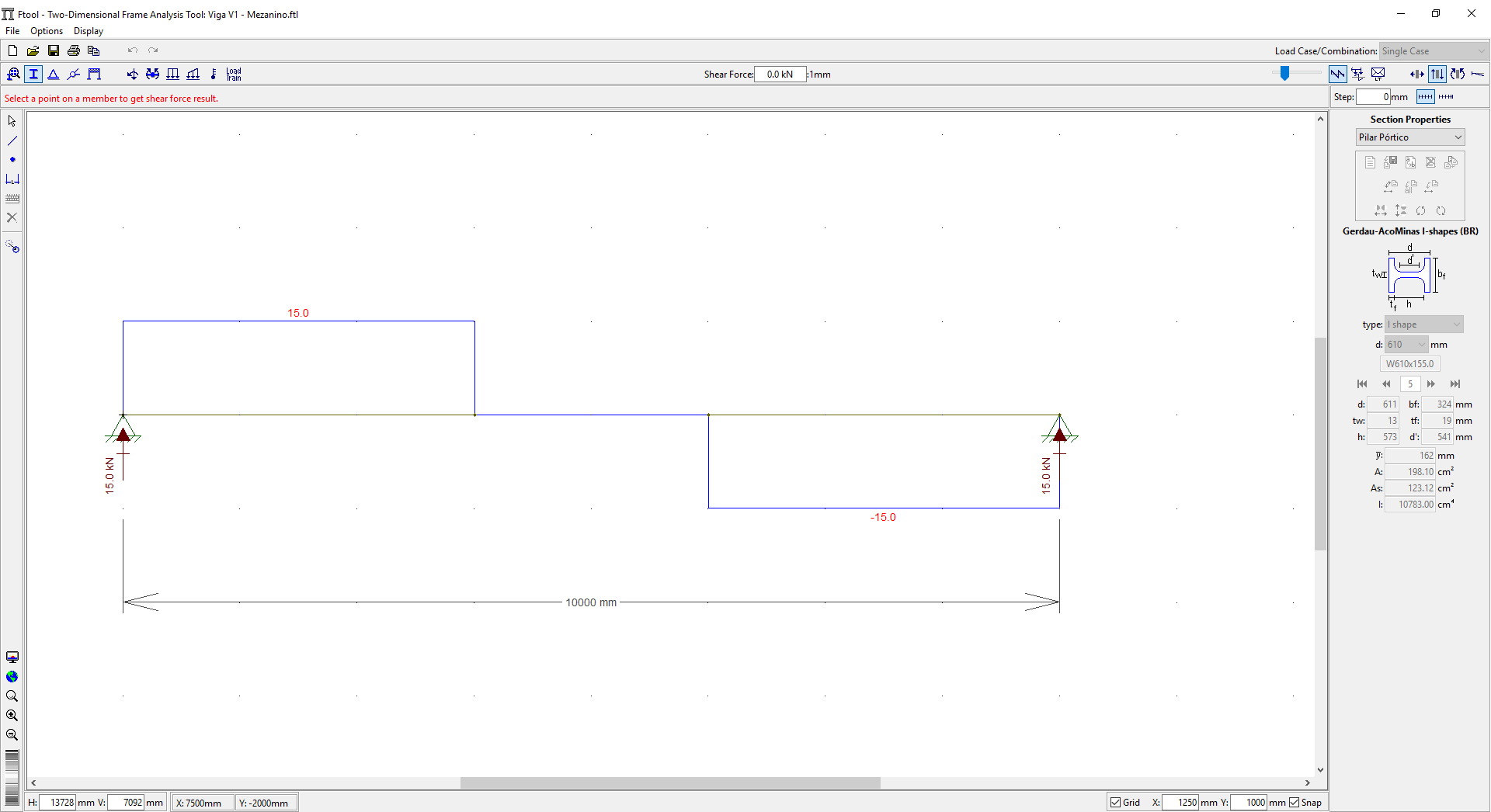
# Verifica-se a ELU – Esforços Horizontais



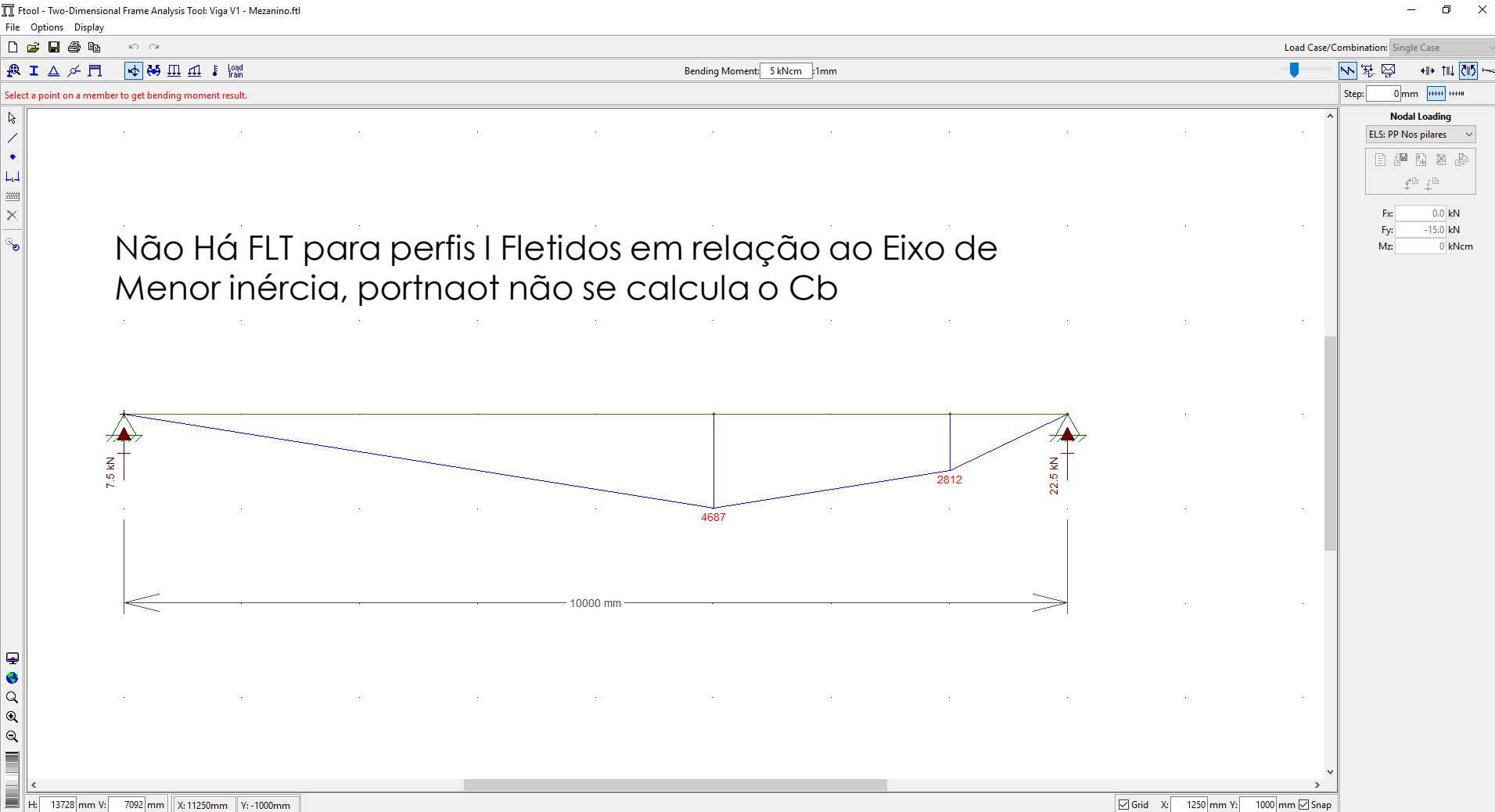
# Verifica-se a ELU – Esforços Horizontais



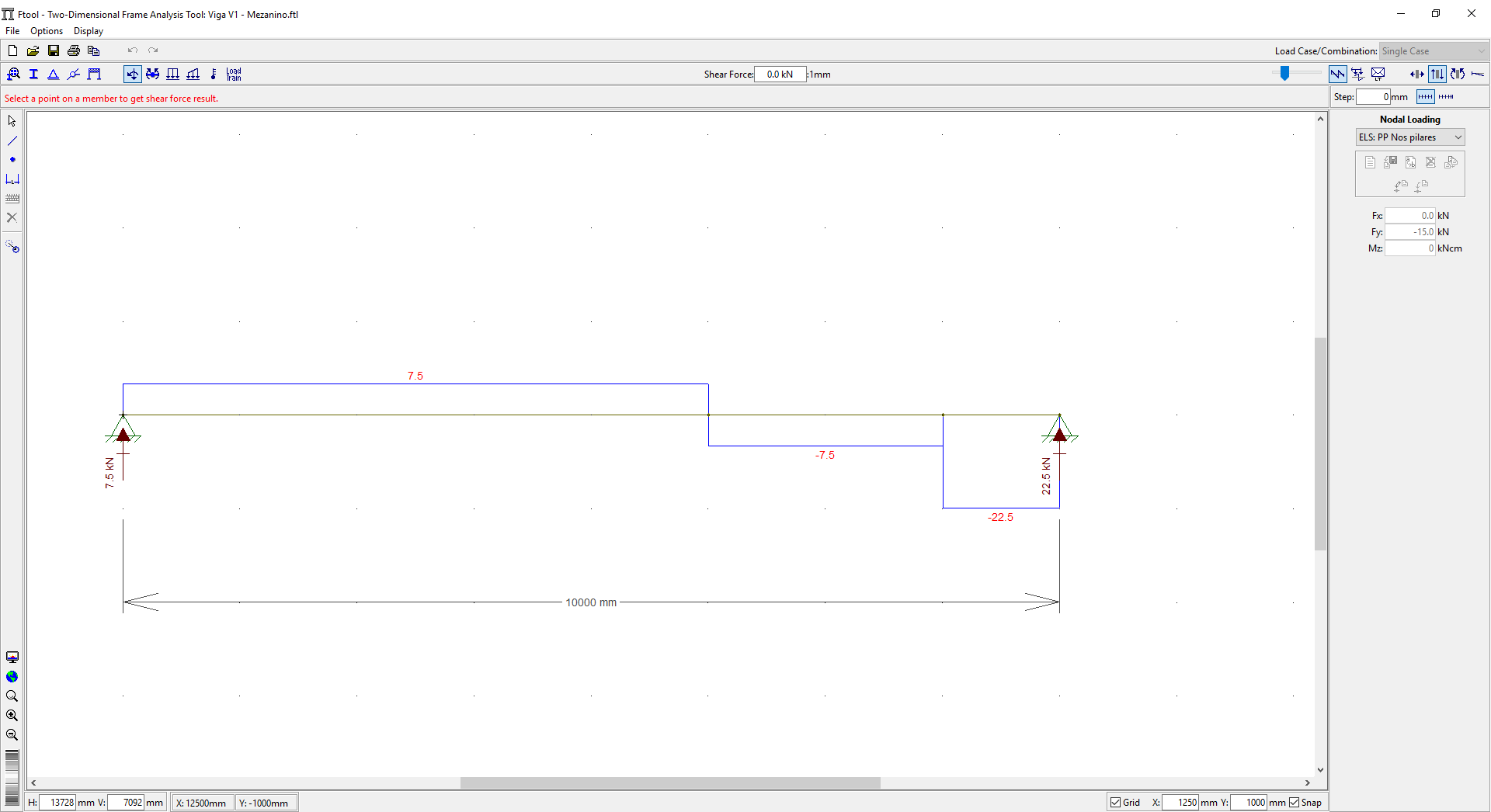
# Verifica-se a ELU – Esforços Horizontais



# Verifica-se a ELU – Esforços Horizontais



# Verifica-se a ELU – Esforços Horizontais



# Verificação ELU Caso 1 – Rodas ao centro

## Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Esforços e Distâncias			
Lx (mm)	10000		
Ly (mm)	10000		
N(kN)	-16,7		
Vx(kN)	15		
Vy(kN)	94,4		
Mx(kN.cm)	34025		
My(kN.cm)	5625		
kx	1		
ky	1	kz	1
d (mm)	0	Cb	1,18
Lb (mm)	10000		
Material			
ASTM A572GR50			
Fy (kN/cm²)	34,5		

Dados para Cálculo de NRd			
Q	0,94		
Nex(kN)	26218,1	r0(cm)	26,6
Ney(kN)	2181,7	Nez(kN)	4874,75
λ0	1,72		
χ	0,298		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	45,12	λalma	45,12
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	146338,65	Mr	17215,99
Compacta		Esbelta	

Resultado:

67,8%

W 610 x 155,0					
d(mm)	611	Wx(cm²)	4241,7	rx(cm)	25,58
bf(mm)	324	Wy(cm²)	665,6	ry(cm)	7,38
d'(mm)	541	Zx(cm³)	4749,1	Área(cm²)	198,1
tw(mm)	12,7	Zy(cm³)	1022,6	ho/tw	42,6
tf(mm)	19	Ix(cm4)	129583	b/tf	8,5
h(mm)	573	Iy(cm4)	10783	Peso (kg/m)	155,0

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

### 1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	39	OK	19,5%	λx
200	136	OK	67,8%	λy

### 2. Resistência à tração

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

### 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1739	16,7	OK	1,0%	1,1

### 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
93652	34025	OK	36,3%	1,1

### 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S	ly	10778,7
20876	5625	OK	26,9%	1,1	Wef	499,0

### 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
2317	15	OK	0,6%	1,1

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
W 310 x 107,0 (H)	107,00	96,81%
W 310 x 117,0 (H)	117,00	85,41%
W 360 x 122,0 (H)	122,00	89,41%
HP 310 x 125,0 (H)	125,00	85,60%
W 610 x 155,0	155,00	67,75%
W 610 x 174,0	174,00	67,11%



# Verificação ELU Caso 2 – Rodas deslocadas

## Dimensionamento de Perfis I e H Laminados Padrão Açominas

Esforços e Distâncias	
Lx (mm)	10000
Ly (mm)	10000
N(kN)	-16,7
Vx(kN)	22,5
Vy(kN)	137
Mx(kN.cm)	28637
My(kN.cm)	4687
kx	1
ky	1
d (mm)	0
Lb (mm)	10000
Material	
ASTM A572GR50	
Fy (kN/cm²)	34,5

Dados para Cálculo de Nrd			
Q	0,94		
Nex(kN)	26218,1	r0(cm)	26,6
Ney(kN)	2181,7	Nez(kN)	4874,75
λ0	1,72		
χ	0,298		
Esbeltez Limite FLA X-X		Esbeltez Limite FLA Y-Y	
λalma	45,12	λalma	45,12
λp	91,65	λp	27,30
λr	138,94	λr	34,13
Mr	146338,65	Mr	17215,99
Compacta		Esbelta	

Resultado:

67,8%

W 610 x 155,0					
d(mm)	611	Wx(cm³)	4241,7	rx(cm)	25,58
bf(mm)	324	Wy(cm³)	665,6	ry(cm)	7,38
d'(mm)	541	Zx(cm³)	4749,1	Área(cm²)	198,1
tw(mm)	12,7	Zy(cm³)	1022,6	ho/tw	42,6
tf(mm)	19	Ix(cm⁴)	129583	b/tf	8,5
h(mm)	573	Iy(cm⁴)	10783	Peso (kg/m)	155,0

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

### 1. Verificação da Esbeltez do perfil

Limite	Real	Status	%	
200	39	OK	19,5%	λx
200	136	OK	67,8%	λy

### 2. Resistência à tração

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

### 3. Resistência à Compressão

Nrd(kN)	Nsd(kN)	Status	%	Coef. S
1739	16,7	OK	1,0%	1,1

### 4. Resistência à Flexão eixo X-X

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
103970	28637	OK	27,5%	1,1

### 5. Resistência à Flexão eixo Y-Y

Mrd(kN.cm)	Msd(kN.cm)	Status	%	Coef. S
20876	4687	OK	22,5%	1,1

bef	47,9
Iy	10778,7
Wef	499,0

### 6. Resistência ao esforço cortante eixo X

Vrd(kN)	Vsd(kN)	Status	%	Coef. S
2317	22,5	OK	1,0%	1,1

Listar Perfis que atendem

Perfil	Peso	%
HP 310 x 93,0 (H)	93,00	99,85%
W 310 x 97,0 (H)	97,00	86,69%
W 250 x 101,0 (H)	101,00	93,08%
W 360 x 101,0 (H)	101,00	99,16%
W 310 x 107,0 (H)	107,00	75,24%
HP 310 x 110,0 (H)	110,00	78,20%
W 360 x 110,0 (H)	110,00	81,39%
W 250 x 115,0 (H)	115,00	78,62%
W 310 x 117,0 (H)	117,00	66,42%
W 360 x 122,0 (H)	122,00	79,49%
HP 310 x 125,0 (H)	125,00	67,11%
W 610 x 140,0	140,00	99,60%
W 610 x 155,0	155,00	67,75%
W 610 x 174,0	174,00	67,11%

# Verificação da fadiga

Estima-se 100 ciclos por dia em uma vida útil de 50 Anos

$$10 \times 365 \times 50 = 1.825.000 \text{ ciclos}$$

$$\sigma_{lim} = 0,66 \cdot f_y = 34,5 \cdot 0,66 = 22,7 \text{ kN/cm}^2 (228 \text{ MPa})$$

$$\sigma_{SR} = \left( \frac{327.250 \cdot 10^8}{1825000} \right)^{0,333} = 164 \text{ MPa} = 16,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{sdx} = \frac{34025}{1,5} = 22683 \text{ kN.cm} \quad \sigma_{SR} = \frac{M_{sdx}}{W_x} = \frac{22683}{4241,7} = 5,34 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = < 16,4 \text{ kN/cm}^2 \text{ OK}$$

$$M_{sdy} = \frac{5625}{1,5} = 3750 \text{ kN.cm} \quad \sigma_{SR} = \frac{M_{sdy}}{W_y} = \frac{3750}{665,6} = 5,63 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = < 16,4 \text{ kN/cm}^2 \text{ OK}$$

Fadiga ao cisalhamento

$$\sigma_{lim} = 0,4 \cdot F_y = 0,4 \cdot 34,5 = 13,8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Vsd} = \frac{V_{sd}}{A_g} = \frac{137}{198,1} = 0,69 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 13,8 \text{ OK}$$