**Memorial de Cálculo Estrutural**

20180108-R00

1. **Objetivo:**

O Objetivo desse Memorial de cálculo estrutural é documentar os procedimentos adotados durante o dimensionamento de **coberturas de garagem** cujo projeto executivo encontra-se no anexo A deste documento

1. **Normas Utilizadas:**

Para avaliação da estrutura foram utilizadas as seguintes normas e documentos de referência:

* ABNT NBR 8800-08 – Dimensionamento de Estruturas de Aço Laminado e soldado
* ABNT NBR14.762/10 – Dimensionamento de perfis formados a frio
* ABNT NBR6120 – Cargas em edificações
* ABNT NBR6123 – Cargas de vento nas Edificações

1. **Dados do Contratante**

**Nome/ Razão Social:** José da Silva

**CPF/CNPJ:**  123456-78

**Endereço da Obra:** Rua dos pardais, 123, Osasco – São Paulo CEP-07050-23

1. **Procedimento de cálculo**
   1. Cálculo das cargas de vento

**Velocidade básica do vento:**

V0 = 35m/s (Região de Goiânia – GO)

**Fator S1**

Terreno Plano ou fracamente acidentado S1 = 1,0

**Fator S2:**

Categoria III, classe B

S2 = 0,86

**Fator S3**

Edificações para hotéis e residências. Edificações para

comércio e indústria com alto fator de ocupação S3 = 1,00

**Velocidade Característica do Vento**

Vk = V0 . S1 . S2 . S3 = 35 . 1 . 0,86 . 1 = 30,1m/s (108,36km/h)

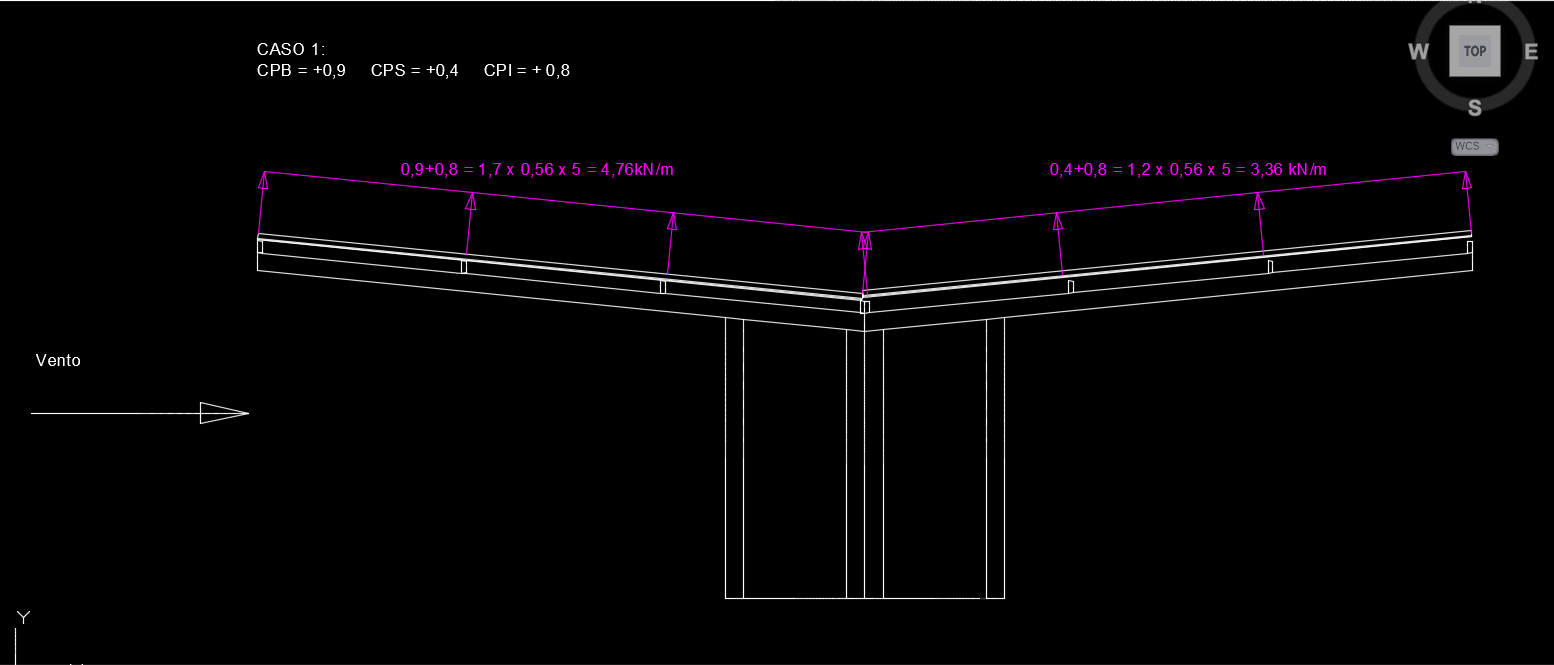
**Pressão dinâmica do Vento**

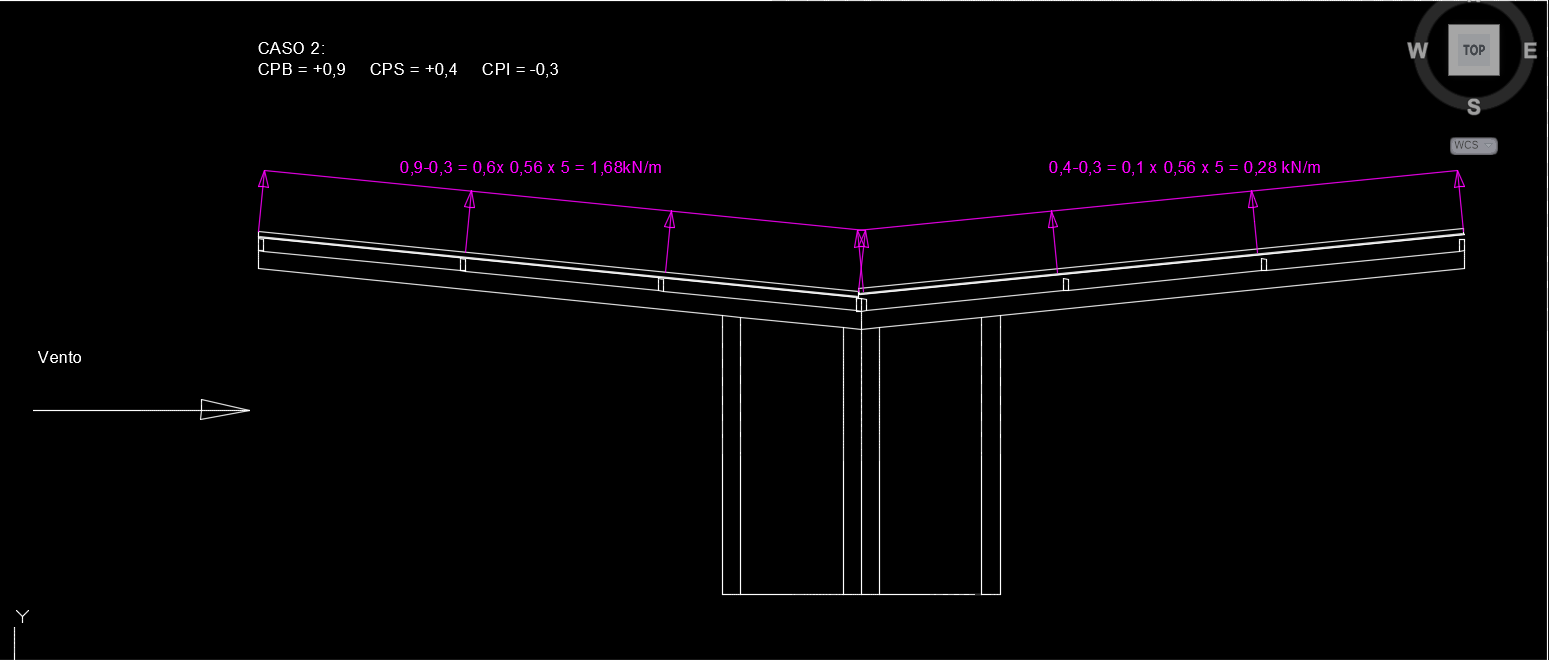
**Coeficientes De Pressão Externa CPE**

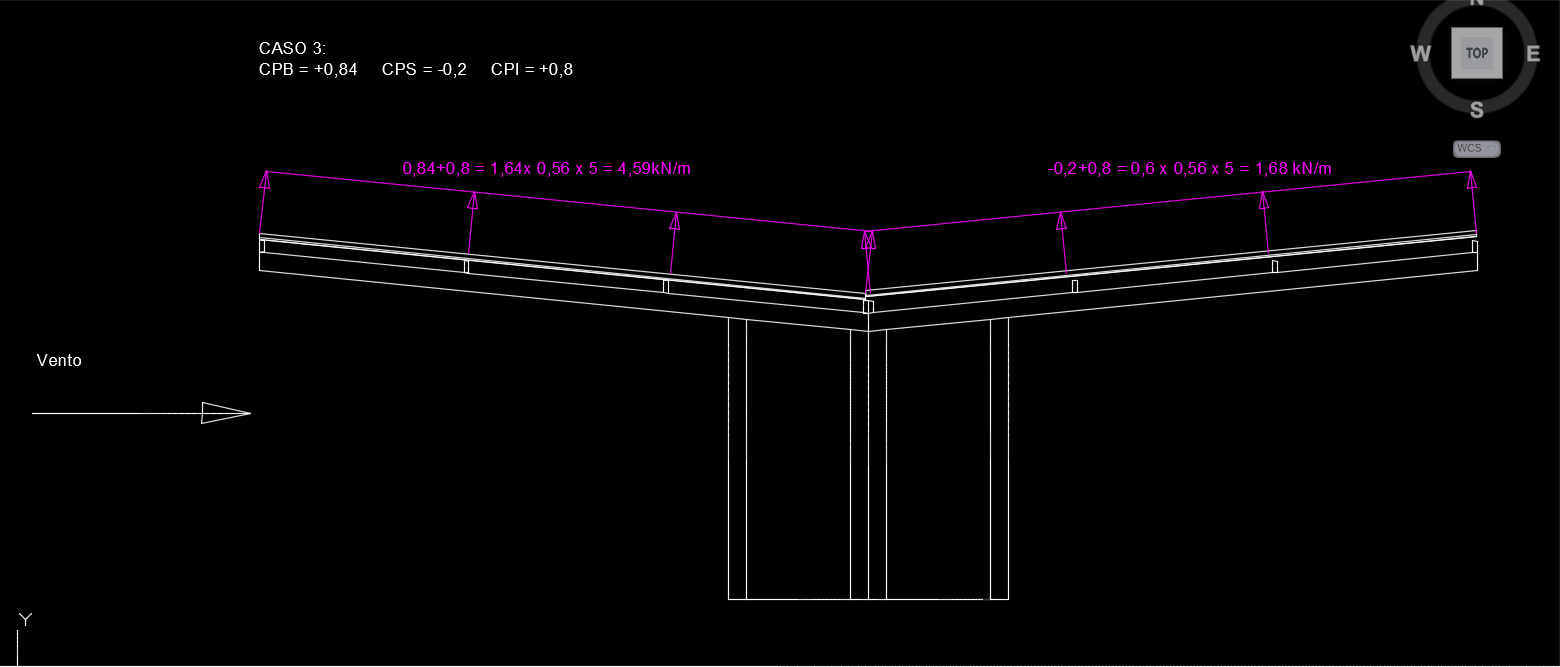
inclinação da Cobertura = 10% (tg T = 0,1)

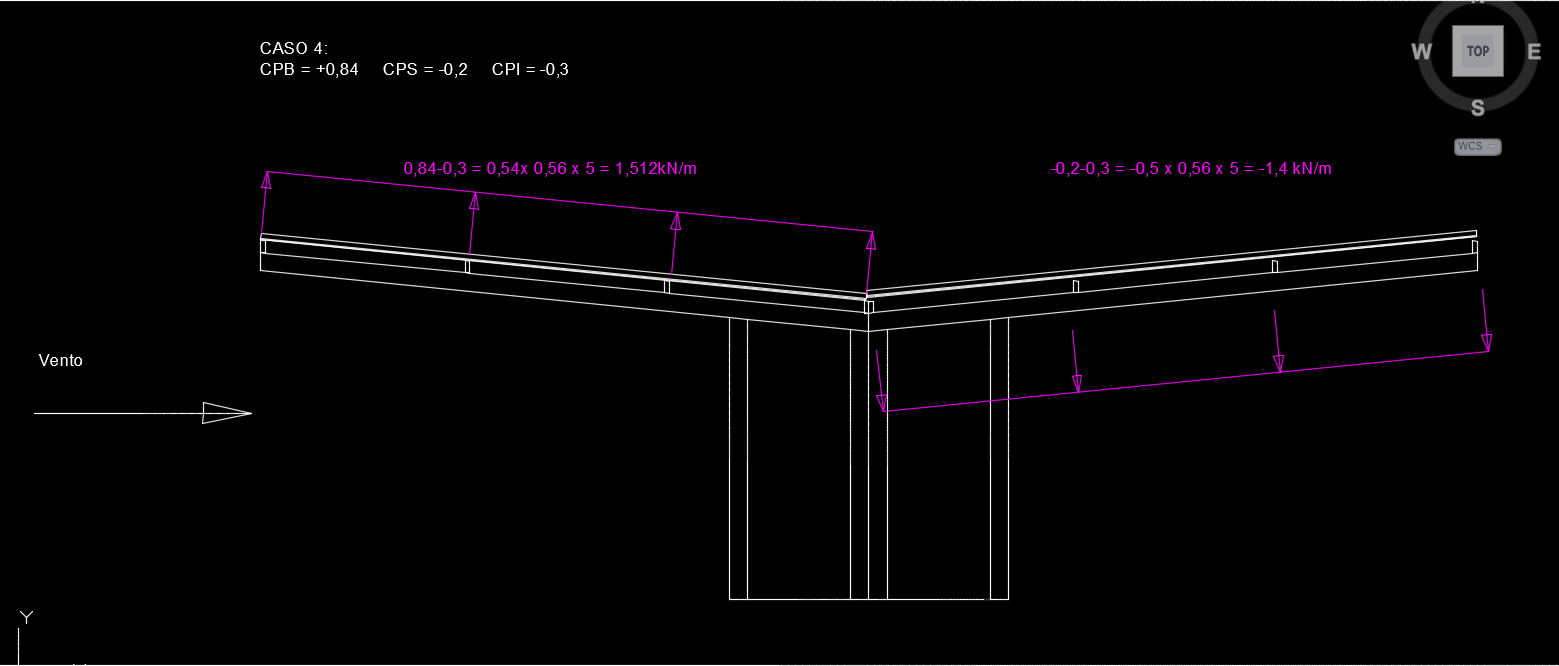
h = 2,45m

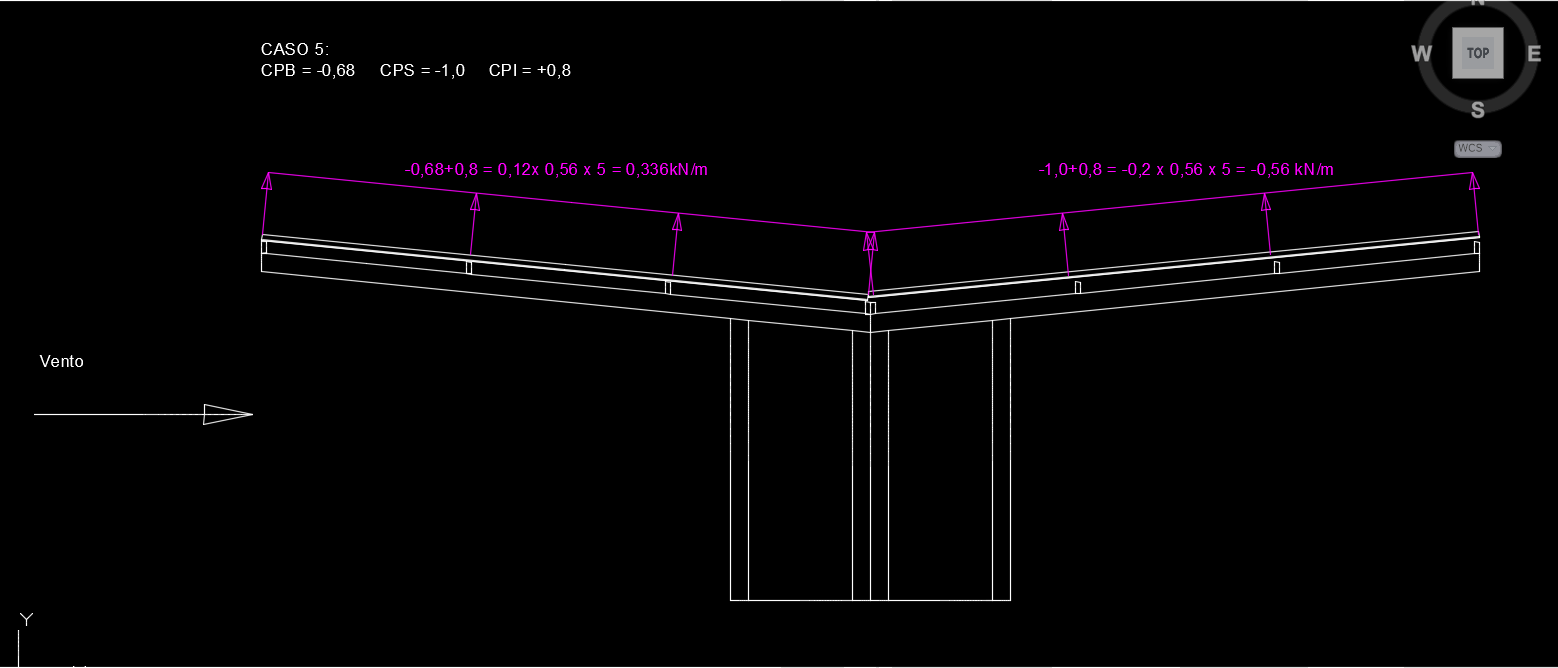
L2 = 10m 0,5L2 = 5m

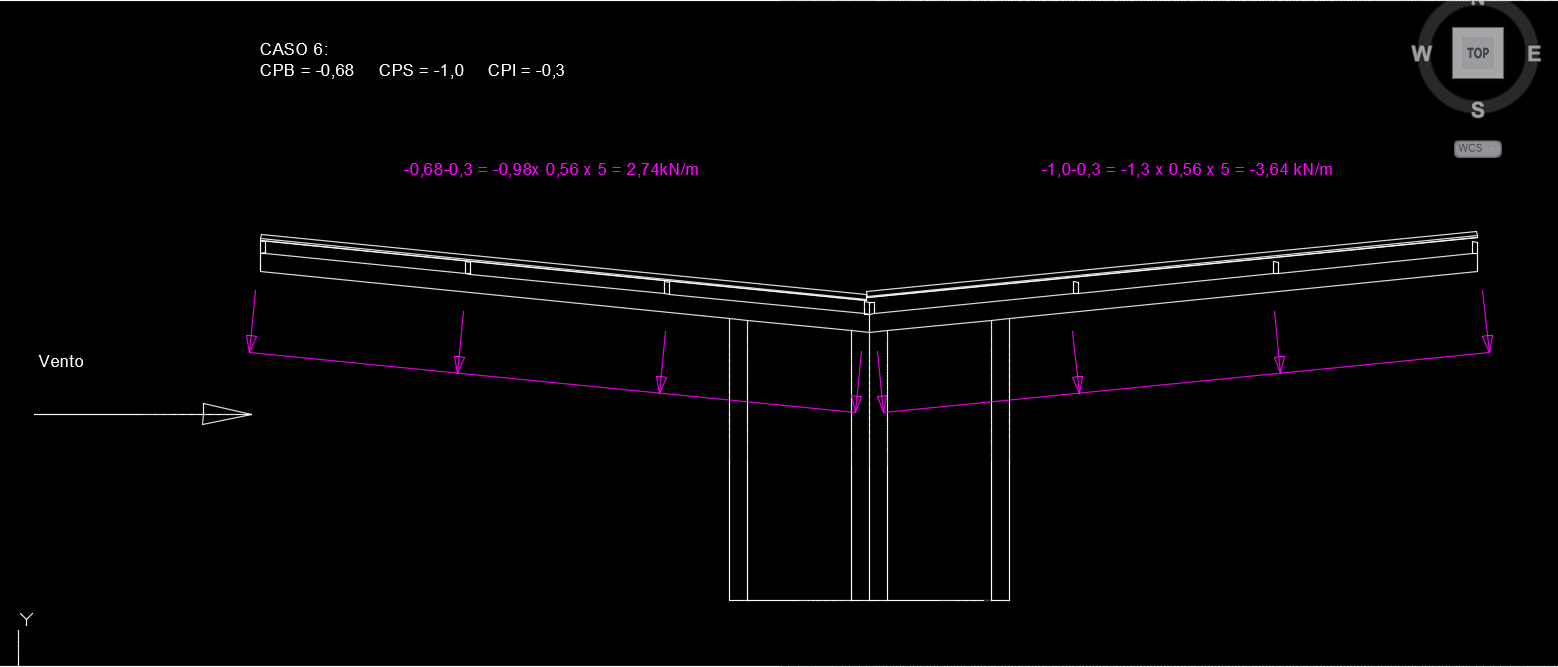












Por eliminação de hipóteses favoráveis, serão considerados apenas os casos 01, 04 e 06.

**Outras Cargas**

Sobrecarga de coberturas: 0,25kN/m²

Carga de terças e correntes: 0,05kn/m²

Peso próprio das telhas de aço: 0,063 kN/m²

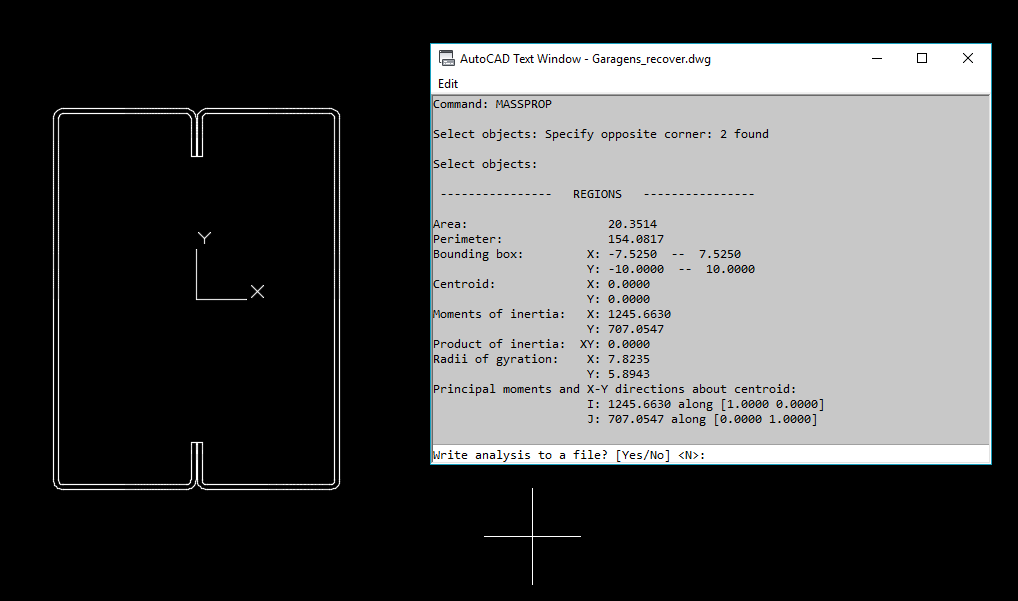


Figura 1: Perfil Selecionado para os pilares laterais principais([] UE200X75X25X2,66)

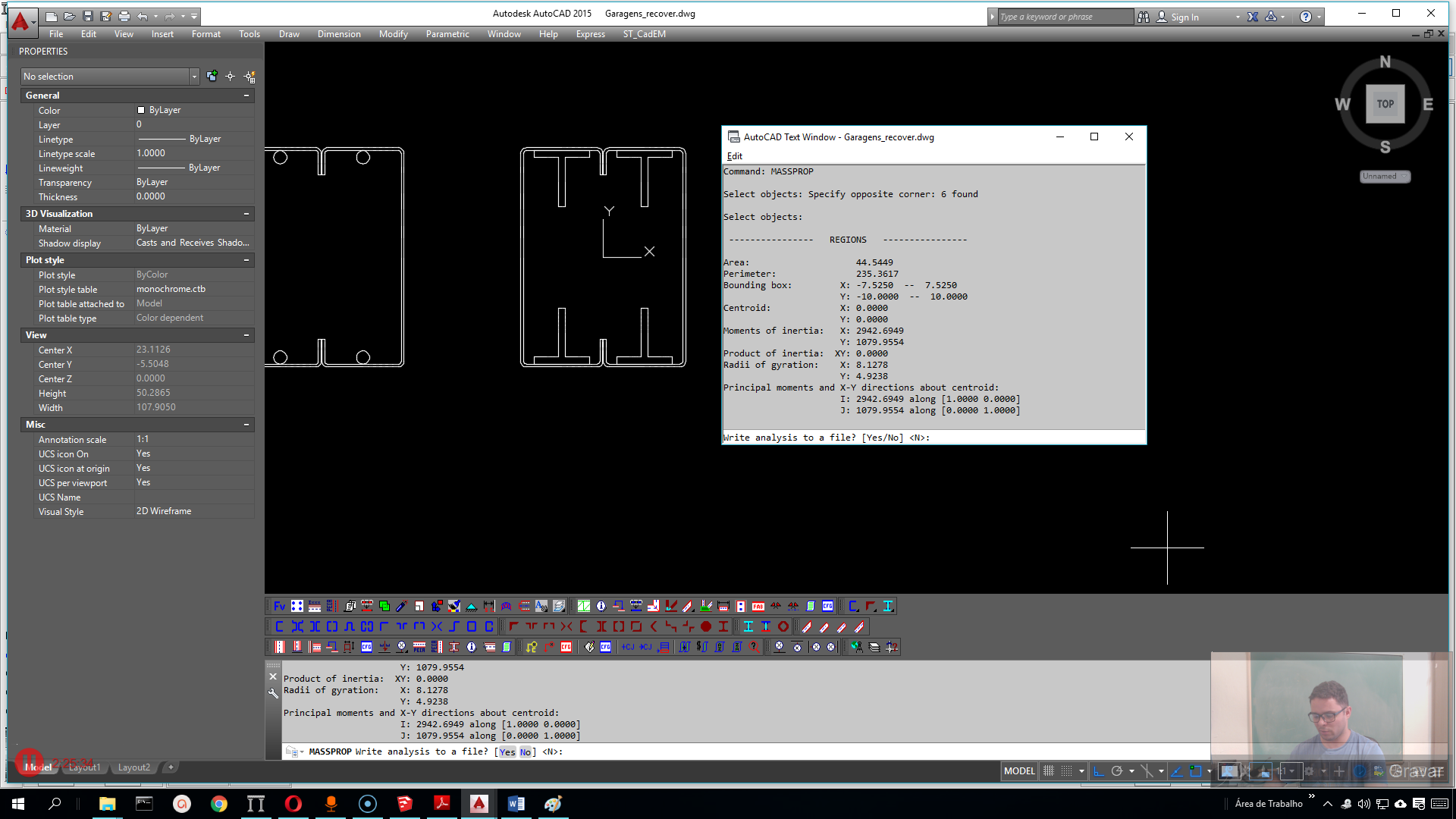


Figura 2: Perfil Selecionado para os pilares vigas principais([] UE200X75X25X2,66 com 4 perfis T50X6,35)

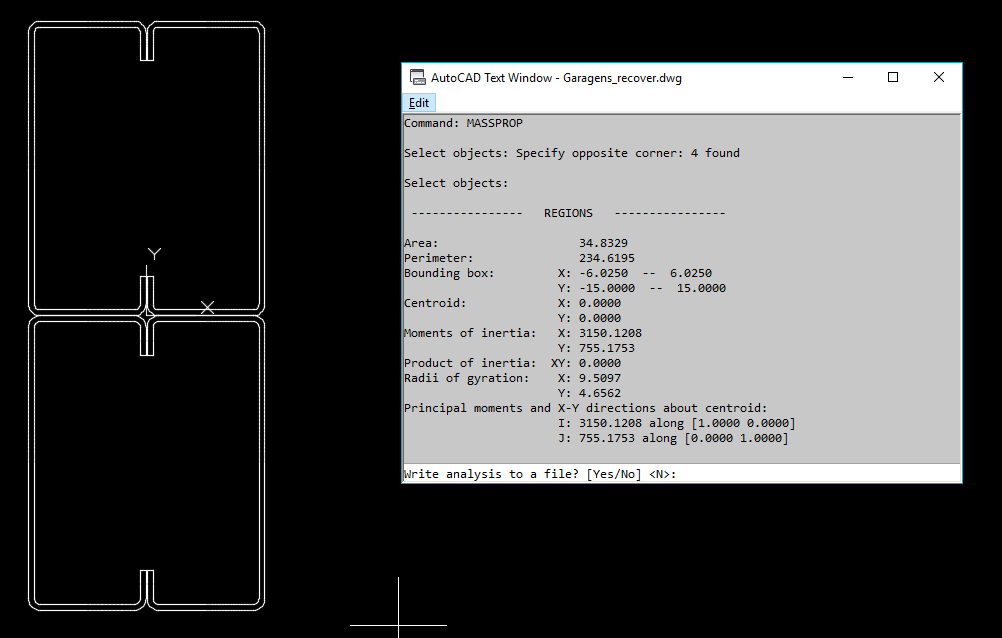


Figura 3: Perfil Selecionado para os pilares vigas principais([] UE150X60X20X3,00)

**Verificações ELS**

Flecha máxima Admissível = L/250 = 2.3945/250 = 31,56mm

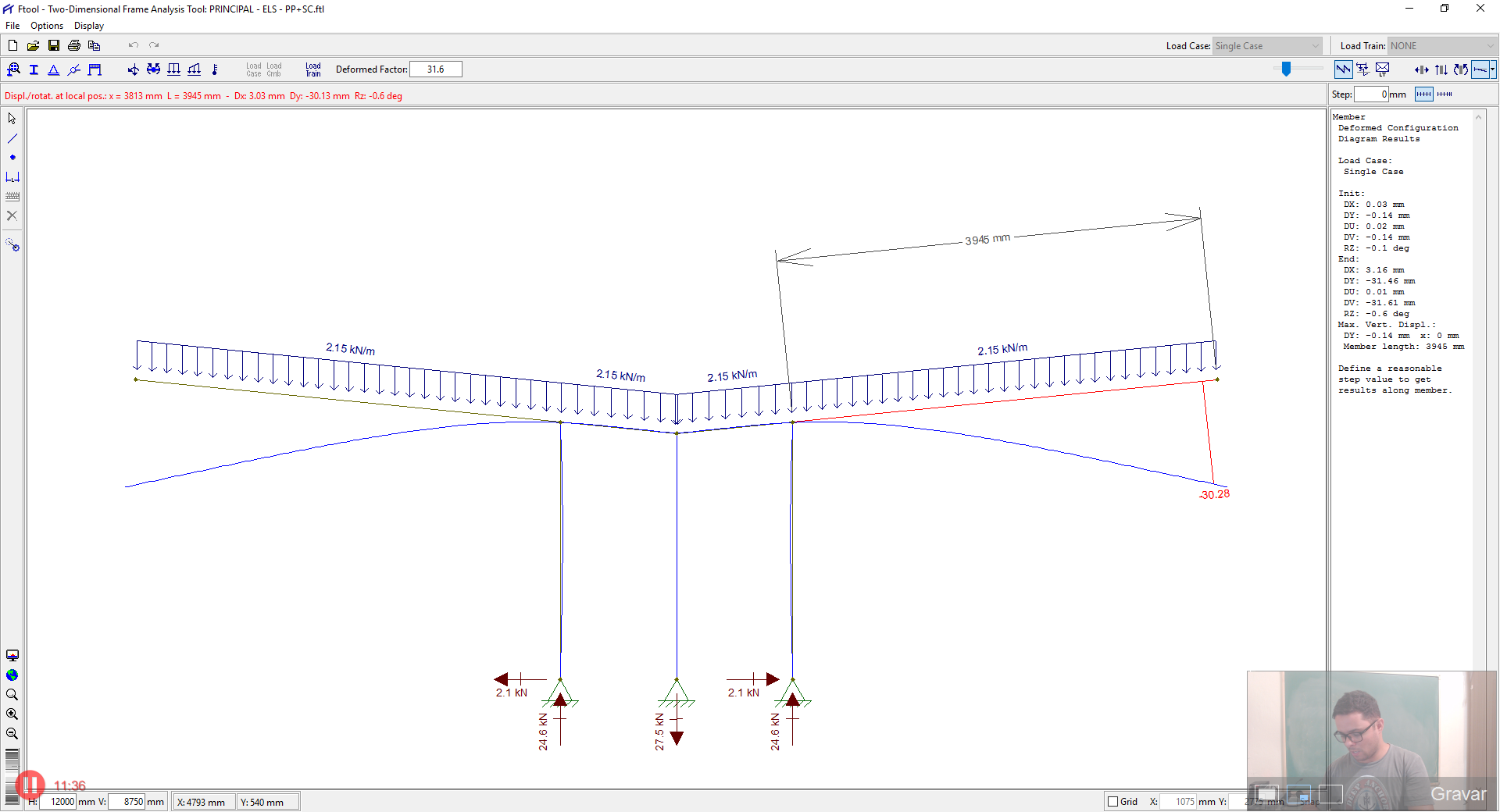
**PP+SC**

Sobrecarga de coberturas: 0,25kN/m² x 5m = 1,25 kN/m

Carga de terças e correntes: 0,05kn/m² x 5m = 0,25 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: 0,063 kN/m² x 5m = 0,315 kN/m

PP+SC = 1,815 + 0,34 = **2,155 kN/m**



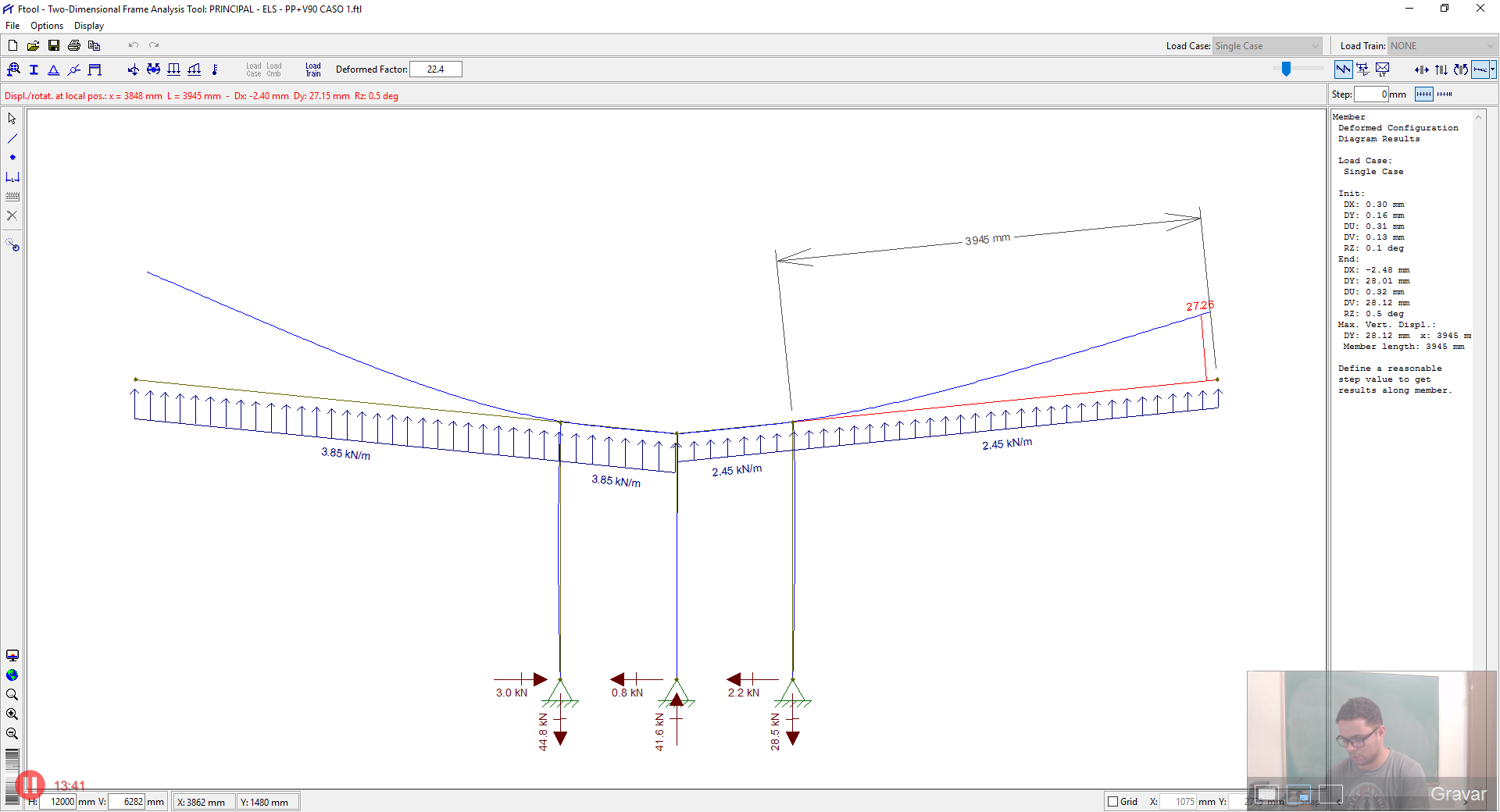
**PP+V90 CASO 1**

Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 5m = -0,25 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 5m = -0,315 kN/m

PP + V90 Esq = 4,76 – 0,565-0,34 = **3,85 kN/m**

PP + V90 Dir = 3,36 – 0,565-0,34 = **2,45 kN/m**



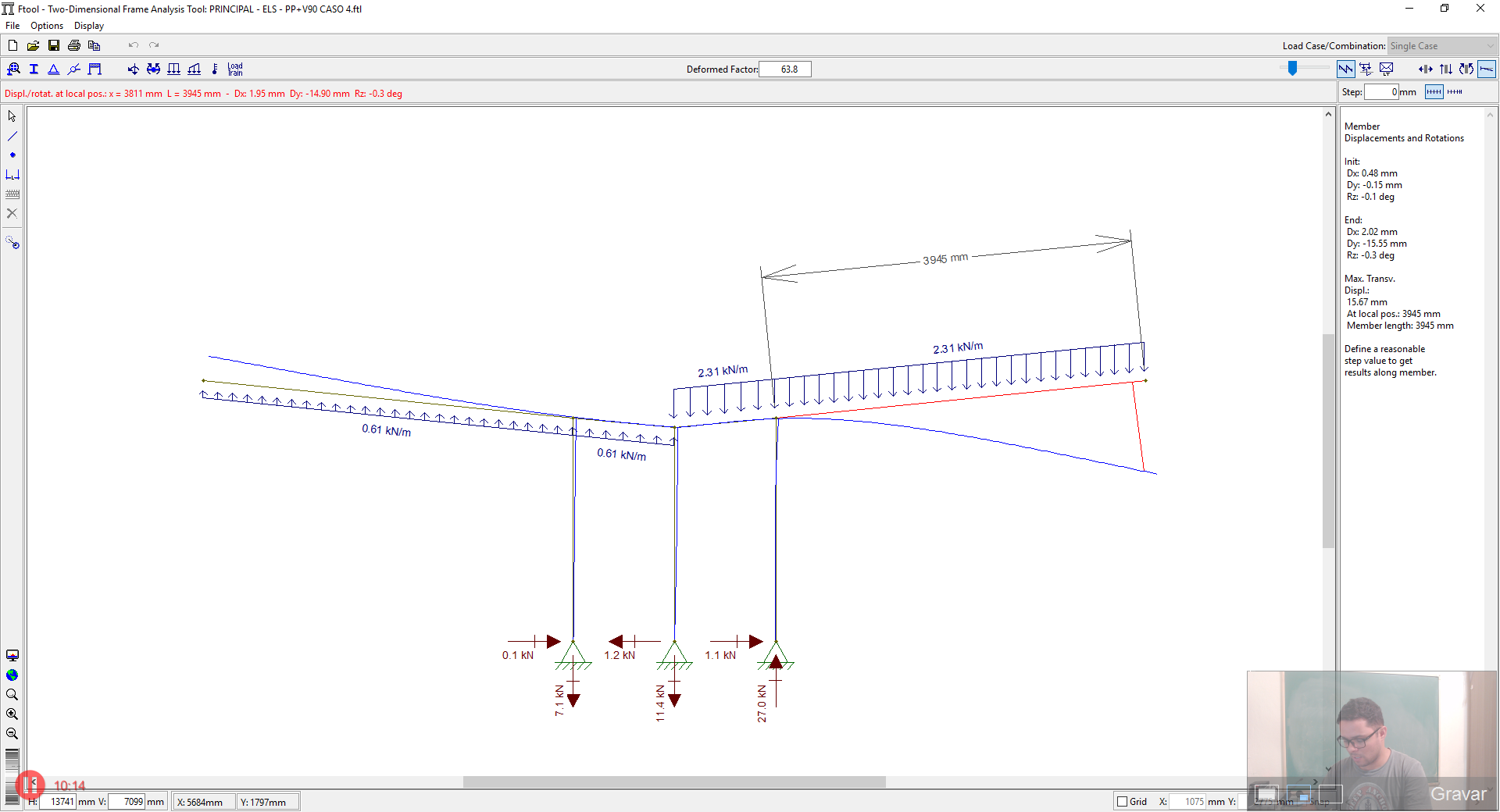
**PP+V90 CASO 4**

Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 5m = -0,25 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 5m = -0,315 kN/m

PP + V90 Esq = +1,512 – 0,565-0,34 = **+0,607 kN/m**

PP + V90 Dir = -1,40 – 0,565-0,34 = **-2.305 kN/m**



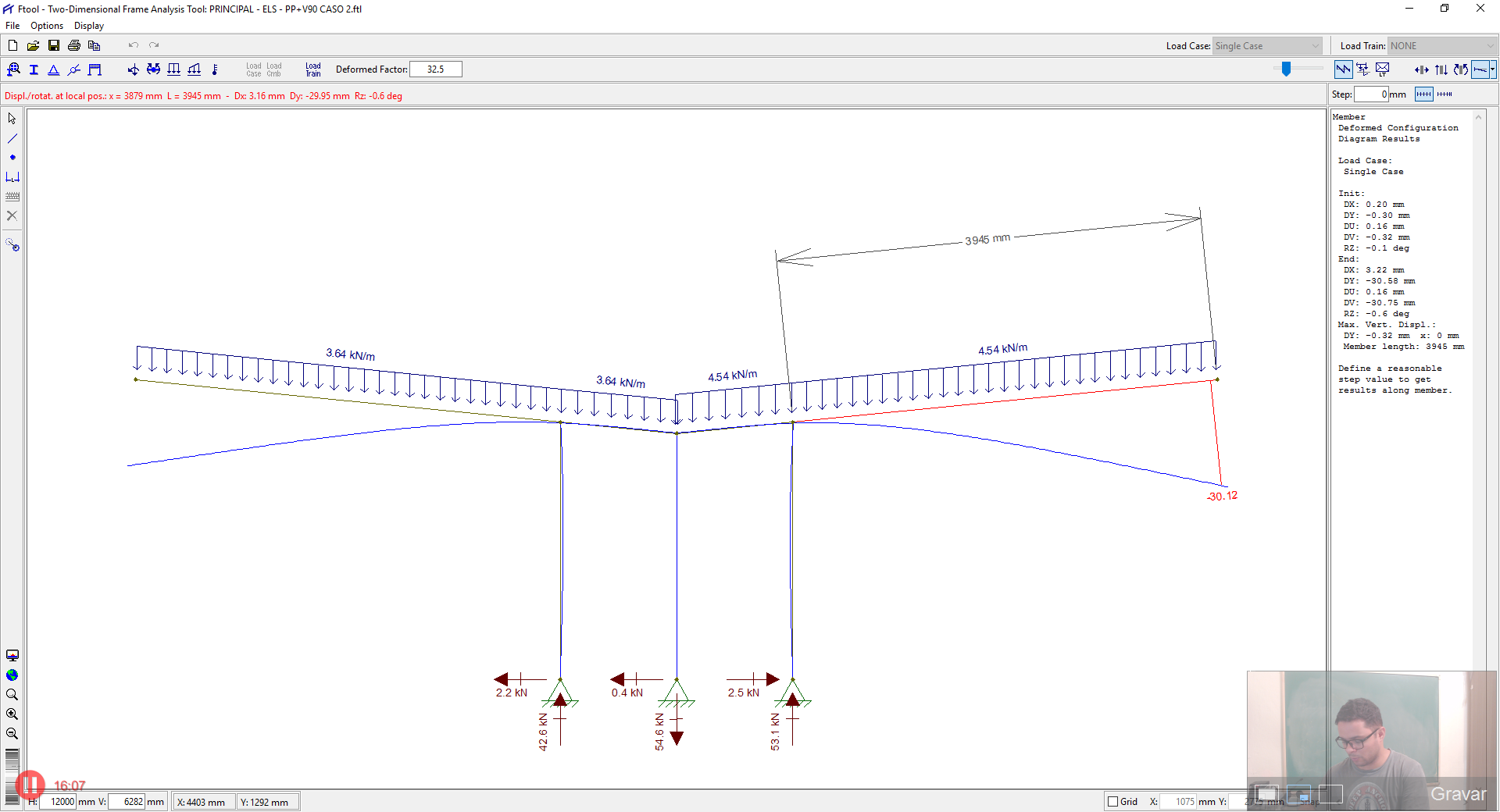
**PP+V90 CASO 6**

Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 5m = -0,25 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 5m = -0,315 kN/m

PP + V90 Esq = -2,74 – 0,565-0,34 = -**3,64 kN/m**

PP + V90 Dir = -3,64 – 0,565-0,34 = -**4,54 kN/m**



**Verificações ELU**

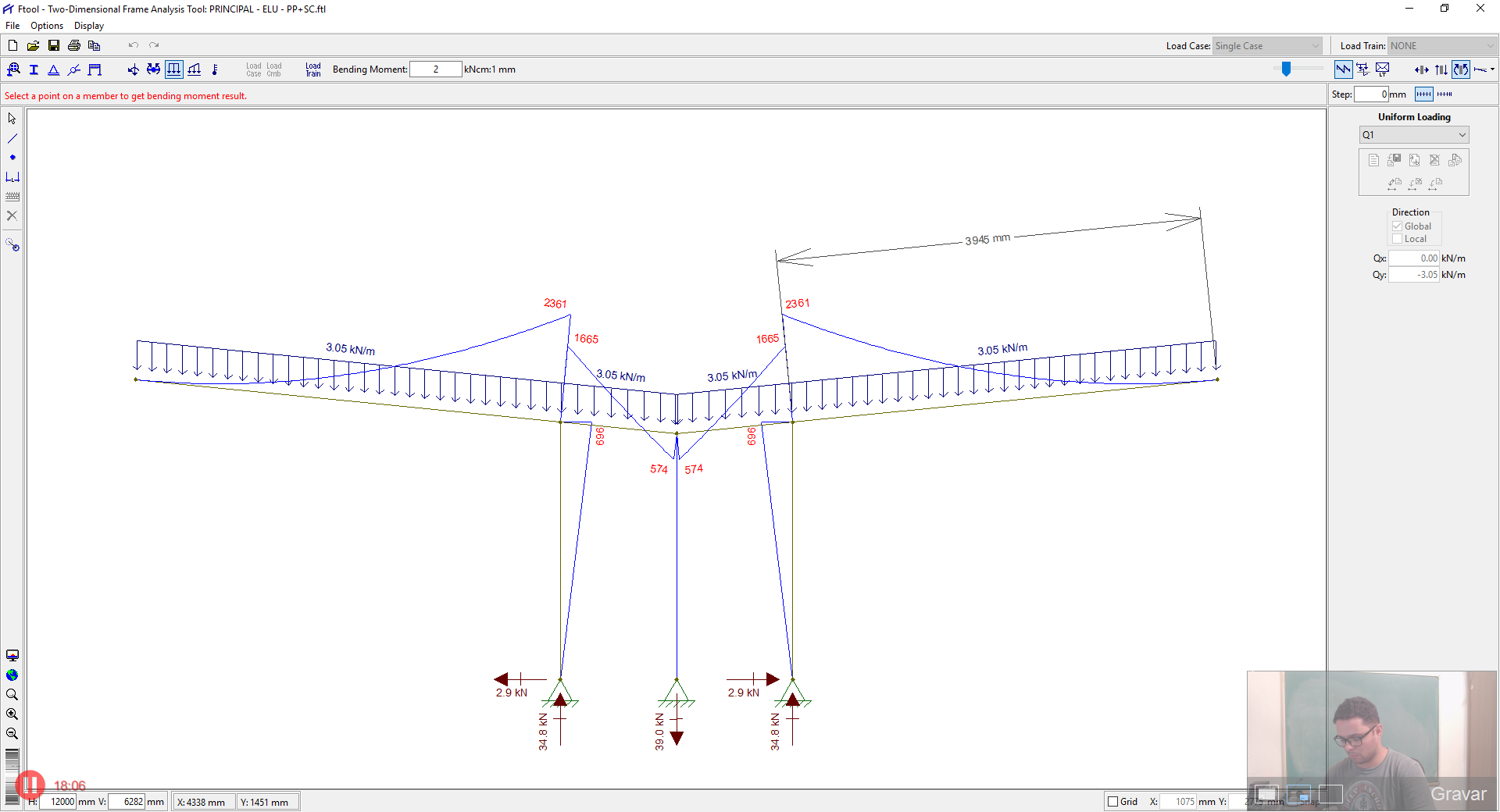
**PP+SC**

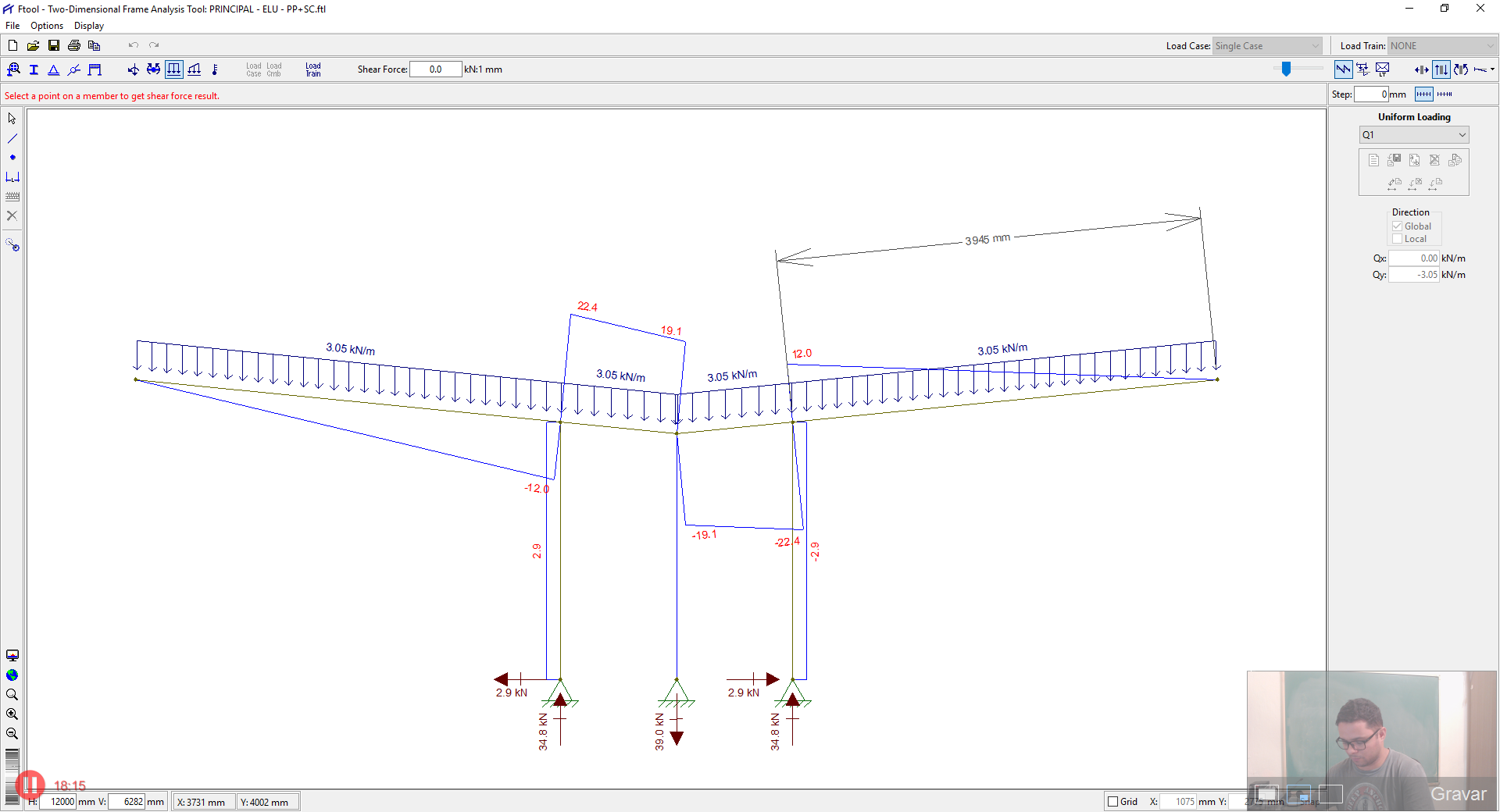
Sobrecarga de coberturas: 1,5 x 0,25kN/m² x 5m = 1,875 kN/m

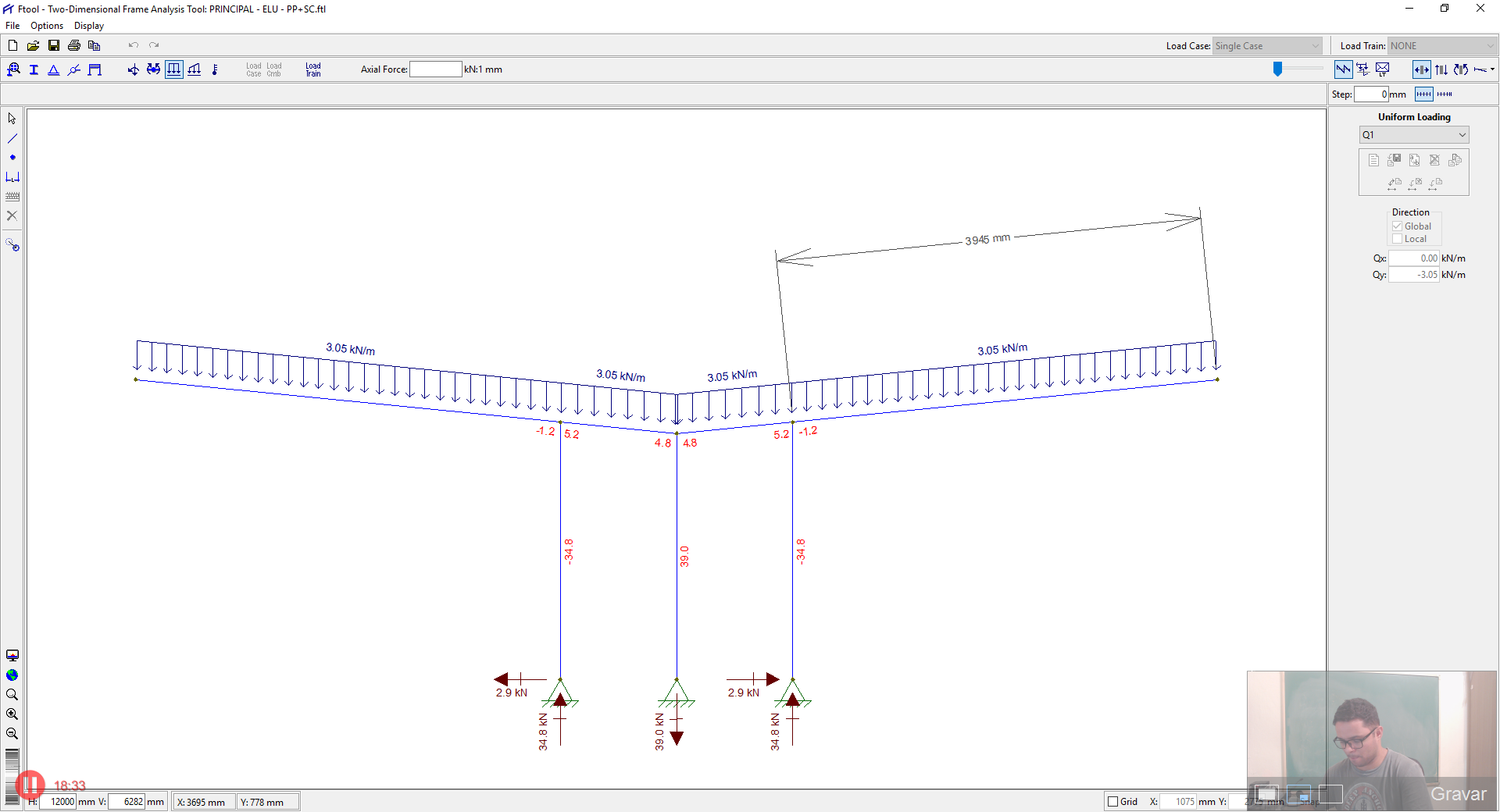
Carga de terças e correntes: 1,25 x 0,05kn/m² x 5m = 0,3125 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: 1,4 x 0,063 kN/m² x 5m = 0,441 kN/m

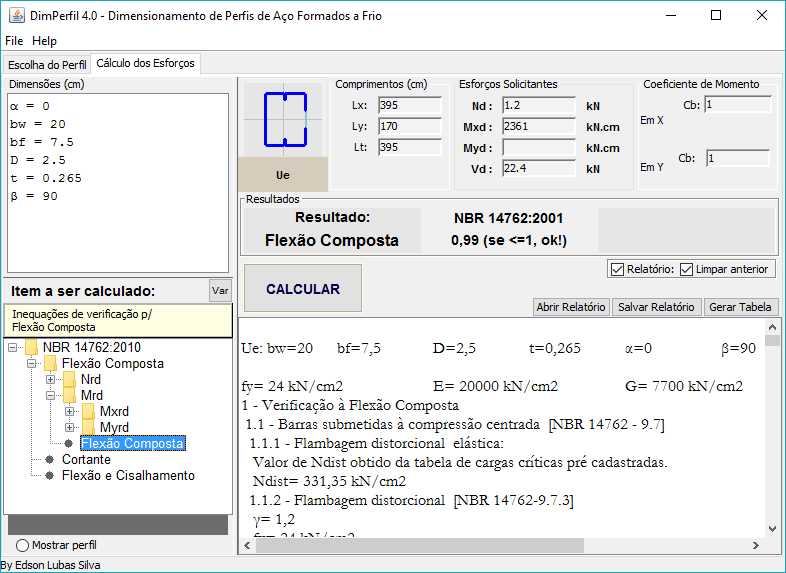
PP+SC (ELU) = 2,63 + 1,25 . 0,34 = **3,05 kN/m**







**Verificação da Viga Superior**



Ue: bw=20 bf=7,5 D=2,5 t=0,265 α=0 β=90

fy= 24 kN/cm2 E= 20000 kN/cm2 G= 7700 kN/cm2

1 - Verificação à Flexão Composta

1.1 - Barras submetidas à compressão centrada [NBR 14762 - 9.7]

1.1.1 - Flambagem distorcional elástica:

Valor de Ndist obtido da tabela de cargas críticas pré cadastradas.

Ndist= 331,35 kN/cm2

1.1.2 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.7.3]

γ= 1,2

fy= 24 kN/cm2

A= 20,28 cm2

λdist= 1,21

Xdist= 0,64

Ndist= 331,35 kN

NRddist= 258,09 kN

1.1.3 - Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção [NBR 14762-9.7.2]

1.1.3.1 - Cálculo Ne

Lx= 395 cm Ly= 170 cm Lt= 395 cm

r0= 9,85 cm x0= 0 cm y0= 0 cm

Ix=1240,29 cm Iy=727,06 cm4 It=1300,76 cm4

Iw=0 cm6 A=20,28 cm2

Nex= 1569,13 kN

Ney= 4965,94 kN

Nez= 103228,49 kN

Perfil duplamente simétrico ou simetrico em relação a um ponto [NBR14762 - 9.7.2.1]

Ne= 1569,13 kN

Fe= 77,39 kN/cm2

flambagem por flexão X-X

A= 20,28 cm2

λ0= 0,56

X= 0,88

σ= 21,08 kN/cm2

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)

Aef\_MLE= 16,98 cm2

γ = 1,2

Nc= 298,21 kN

A força normal de compressão de cálculo deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.7.1]

Nc= 298,21 kN

Ndist= 258,09 kN

Nrd= 258,09 kN

2 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

2.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Valor de Mdistx obitido da tabela de cargas críticas pré cadastradas

Mdistx= 4275 kN.cm

Ix= 1240,29 cm4

Wb= 124,03 cm3

λdist > 0.673

γ= 1,1

fy= 24 kN/cm2

λdist = 0,8344

Xdist = 0,8824

MxRddist= 2387,97 kN.cm

2.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 10 cm (fibra comprimida)

Ixef= 1240,29 cm4

Wxef\_MLE= 124,03 cm3

γ = 1,1

Mxesc= 2706,09 kN.cm

2.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

2.3.1 - Cálculo Me

Cb= 1

Perfil duplamente simétrico

Lx= 395 cm Ly= 170 cm

Lt= 395 cm r0= 9,85 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

Iw= 0.0 cm6

Ix= 1240,29 cm4 Iy= 727,06 cm4

It= 1300,76 cm4

Nex= 1569,13 kN

Ney= 4965,94 kN

Nez= 103228,49 kN

Me= 223020,5 kN.cm

máxima coordenada Y= 10 cm (fibra comprimida)

Ix= 1240,29 cm4

Wxc= 124,03 cm3 - Wxc perfil bruto

λ0= 0,12

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 10 cm (fibra comprimida)

Ixef= 1240,29 cm4

Wxcef\_MLE= 124,03 cm3

γ = 1,1

Wcef= 124,03 cm3

Mxflt= 2706,09 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Mxesc= 2706,09 kN.cm

Mxflt= 2706,09 kN.cm

Mxdist= 2387,97 kN.cm

Mxrd= 2387,97 kN.cm

3 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

3.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Conforme informação da tabela de cargas críticas:

A Flambagem distorcional NÃO é crítica para esse perfil.

3.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada x= 8,36 cm (fibra comprimida)

Iyef= 616,25 cm4

Wyef\_MLE= 73,71 cm3

γ = 1,1

Iyef= 616,25 cm4

Wyef= 73,71 cm3

Myesc= 1608,12 kN.cm

3.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

3.3.1 - Cálculo Me - Anexo E NBR 17462:2010

Iy= 727,06 cm4

Wy= 95,26 cm3

Lx= 395 cm Ly= 170 cm

Lt= 395 cm r0= 9,85 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

rx= 7,82 cm ry= 5,99 cm

It= 1300,76 cm4

Iy= 727,06 cm4

Ix= 1240,29 cm4

Iw= 0 cm6

A= 20,28 cm2

Nex= 1569,13 kN

Ney= 4965,94 kN

Nez= 103228,49 kN

Cb= 1

Seção Monossimétrica

M1= -1 kN.cm

M2= 1 kN.cm

Cm= 1

Compressão na coordenada positiva de x

Cs= -1

j= -0

Me= 125364,11 kN.cm

máxima coordenada X= 7,63 cm (fibra comprimida)

Iy= 727,06 cm4

Wyc= 95,26 cm3 - Wyc perfil bruto

λ0= 0,14

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada X= 8,36 cm(fibra comprimida)

Iy\_ef\_MLE= 616,25 cm4

Wycef\_MLE= 73,71 cm3

γ = 1,1

Wcef= 73,71 cm3

Myflt= 1608,12 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Myesc= 1608,12 kN.cm

Myflt= 1608,12 kN.cm

Myrd= 1608,12 kN.cm

Esforços Solicitantes:

NSd= 1,2 kN

MxSd= 2361 kN.cm

MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NcRd= 258,09 kN

-> MxRd= 2387,97 kN.cm

-> MyRd= 1608,12 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

=> 0 + 0,99 + 0 = 0,99 ≤ 1 - Ok!

4 - Verificação da Esbeltez Limite

barra submetida a esforço de compressão:

λ\_limite = 200

Verificação em Relação a X

rx= 7,82 cm

Lx= 395 cm

λx= 50,5 cm - ok!

Verificação em Relação a Y

ry= 5,99 cm

Ly= 170 cm

λy= 28,39 cm - ok!

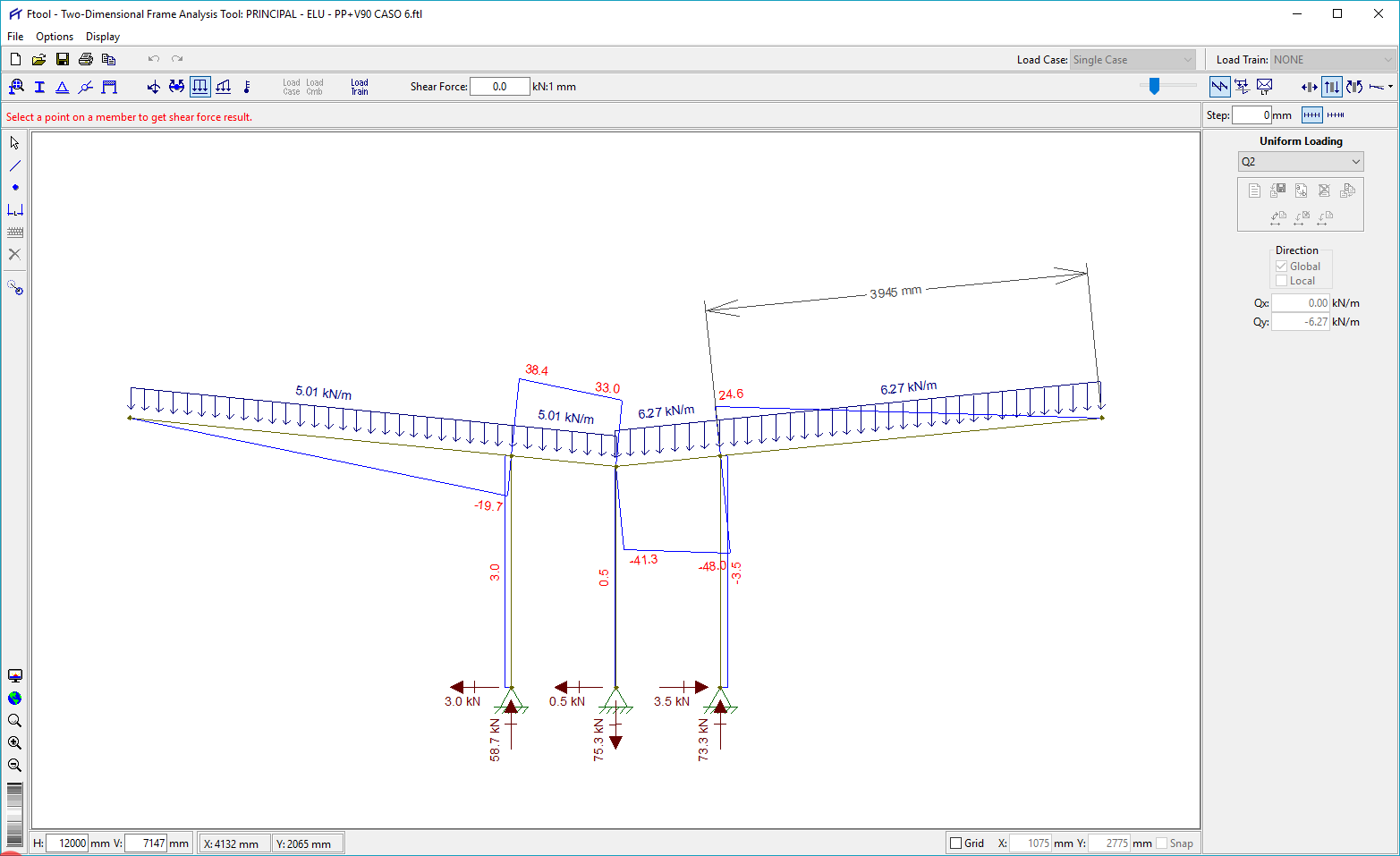
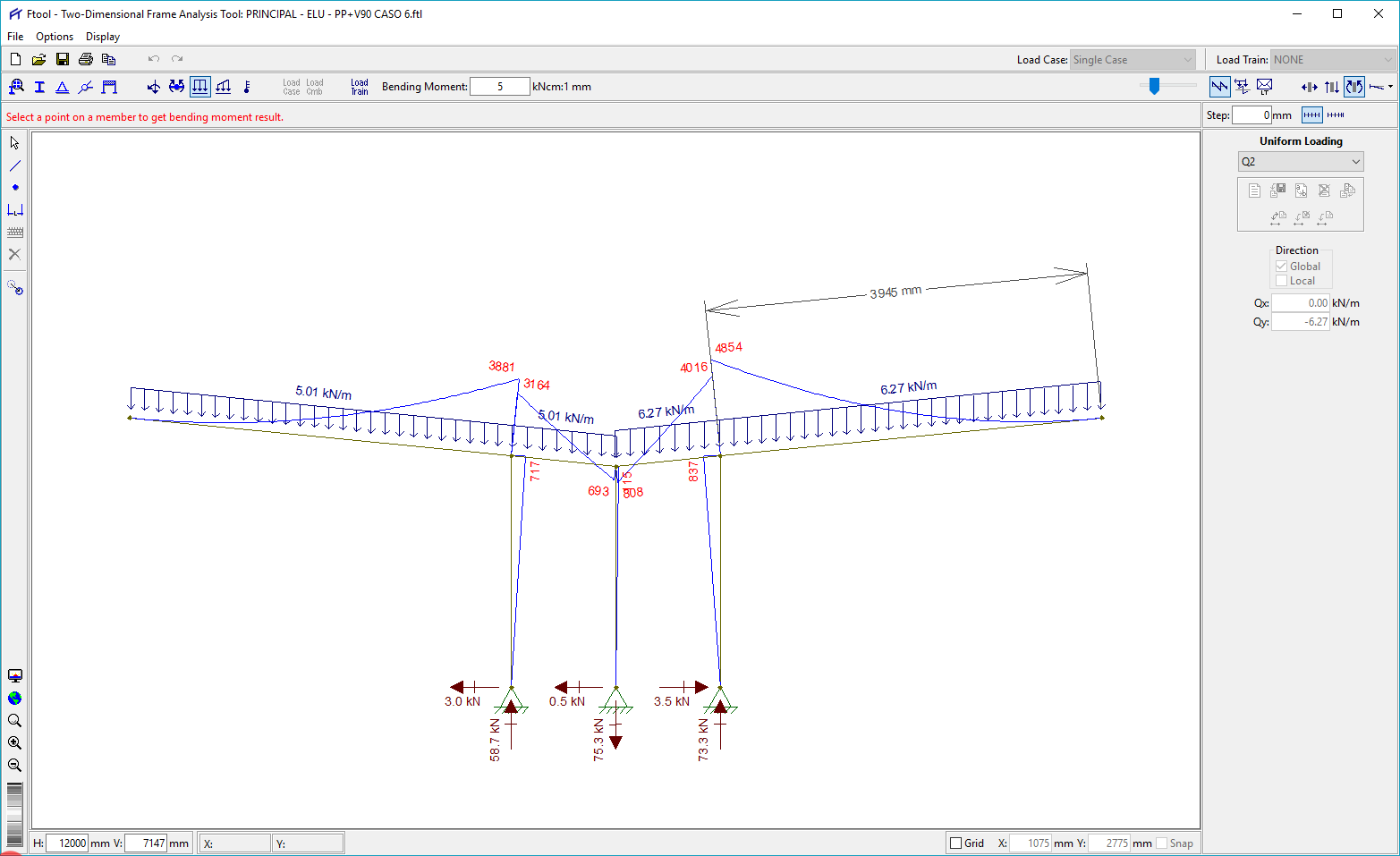
**PP+V90 CASO 6**

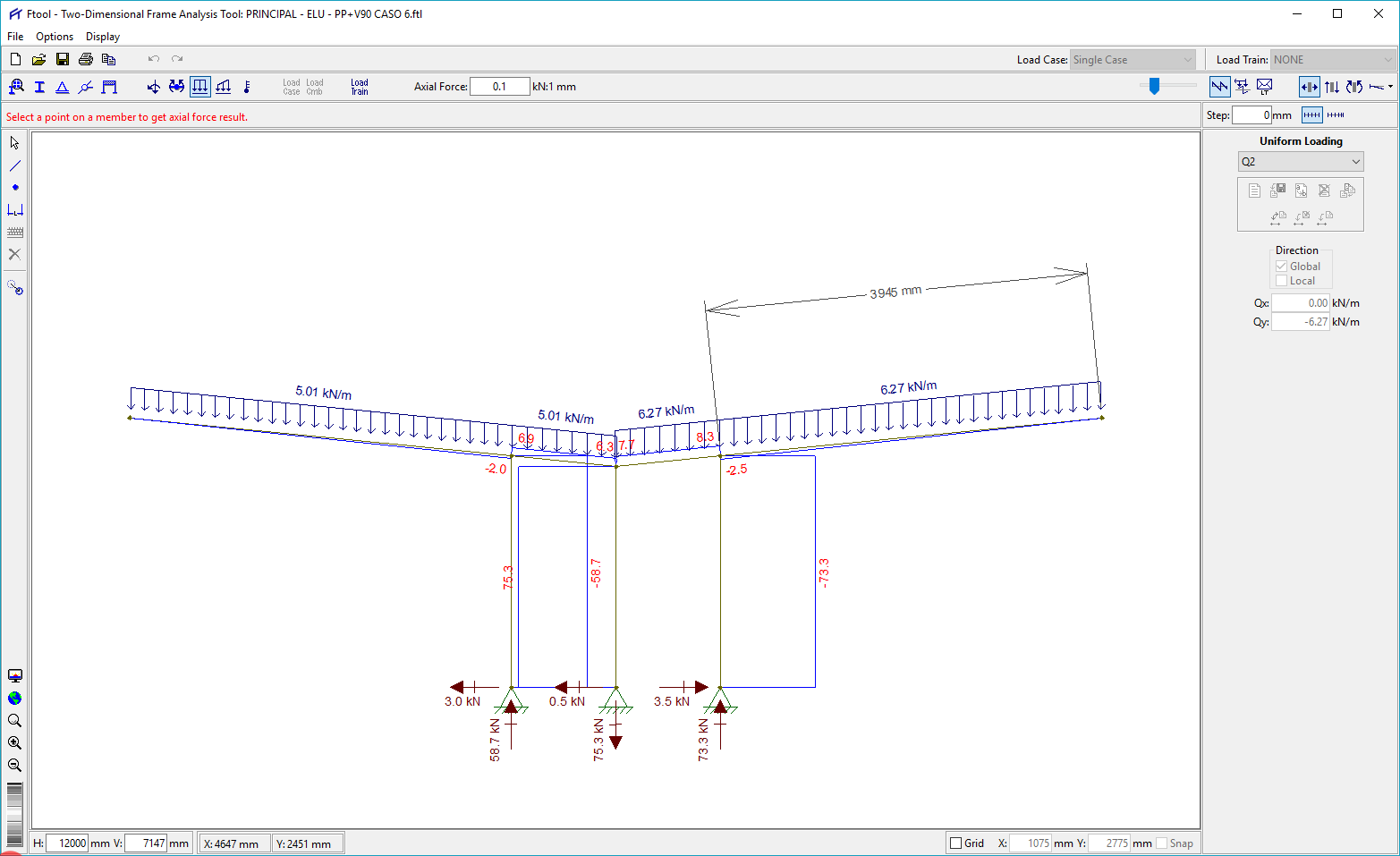
Carga de terças e correntes: -1,25 . 0,05kn/m² x 5m = -0,3125 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -1,4 . 0,063 kN/m² x 5m = -0,441 kN/m

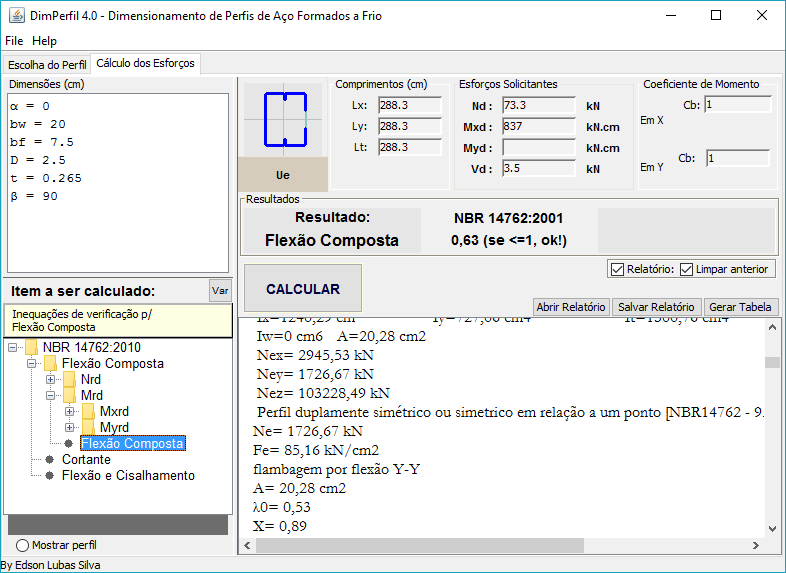
PP + V90 Esq = -1,4 . 2,74 – 0,753- 1,25 . 0,34 = -**5,014 kN/m**

PP + V90 Dir = -1,4 . 3,64 - 0,753- 1,25 . 0,34= -**6,27 kN/m**





Verificação dos Pilares



Ue: bw=20 bf=7,5 D=2,5 t=0,265 α=0 β=90

fy= 24 kN/cm2 E= 20000 kN/cm2 G= 7700 kN/cm2

1 - Verificação à Flexão Composta

1.1 - Barras submetidas à compressão centrada [NBR 14762 - 9.7]

1.1.1 - Flambagem distorcional elástica:

Valor de Ndist obtido da tabela de cargas críticas pré cadastradas.

Ndist= 331,35 kN/cm2

1.1.2 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.7.3]

γ= 1,2

fy= 24 kN/cm2

A= 20,28 cm2

λdist= 1,21

Xdist= 0,64

Ndist= 331,35 kN

NRddist= 258,09 kN

1.1.3 - Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção [NBR 14762-9.7.2]

1.1.3.1 - Cálculo Ne

Lx= 288,3 cm Ly= 288,3 cm Lt= 288,3 cm

r0= 9,85 cm x0= 0 cm y0= 0 cm

Ix=1240,29 cm Iy=727,06 cm4 It=1300,76 cm4

Iw=0 cm6 A=20,28 cm2

Nex= 2945,53 kN

Ney= 1726,67 kN

Nez= 103228,49 kN

Perfil duplamente simétrico ou simetrico em relação a um ponto [NBR14762 - 9.7.2.1]

Ne= 1726,67 kN

Fe= 85,16 kN/cm2

flambagem por flexão Y-Y

A= 20,28 cm2

λ0= 0,53

X= 0,89

σ= 21,33 kN/cm2

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)

Aef\_MLE= 16,95 cm2

γ = 1,2

Nc= 301,21 kN

A força normal de compressão de cálculo deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.7.1]

Nc= 301,21 kN

Ndist= 258,09 kN

Nrd= 258,09 kN

2 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

2.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Valor de Mdistx obitido da tabela de cargas críticas pré cadastradas

Mdistx= 4275 kN.cm

Ix= 1240,29 cm4

Wb= 124,03 cm3

λdist > 0.673

γ= 1,1

fy= 24 kN/cm2

λdist = 0,8344

Xdist = 0,8824

MxRddist= 2387,97 kN.cm

2.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 10 cm (fibra comprimida)

Ixef= 1240,29 cm4

Wxef\_MLE= 124,03 cm3

γ = 1,1

Mxesc= 2706,09 kN.cm

2.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

2.3.1 - Cálculo Me

Cb= 1

Perfil duplamente simétrico

Lx= 288,3 cm Ly= 288,3 cm

Lt= 288,3 cm r0= 9,85 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

Iw= 0.0 cm6

Ix= 1240,29 cm4 Iy= 727,06 cm4

It= 1300,76 cm4

Nex= 2945,53 kN

Ney= 1726,67 kN

Nez= 103228,49 kN

Me= 131507,06 kN.cm

máxima coordenada Y= 10 cm (fibra comprimida)

Ix= 1240,29 cm4

Wxc= 124,03 cm3 - Wxc perfil bruto

λ0= 0,15

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 10 cm (fibra comprimida)

Ixef= 1240,29 cm4

Wxcef\_MLE= 124,03 cm3

γ = 1,1

Wcef= 124,03 cm3

Mxflt= 2706,09 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Mxesc= 2706,09 kN.cm

Mxflt= 2706,09 kN.cm

Mxdist= 2387,97 kN.cm

Mxrd= 2387,97 kN.cm

3 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

3.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Conforme informação da tabela de cargas críticas:

A Flambagem distorcional NÃO é crítica para esse perfil.

3.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada x= 8,36 cm (fibra comprimida)

Iyef= 616,25 cm4

Wyef\_MLE= 73,71 cm3

γ = 1,1

Iyef= 616,25 cm4

Wyef= 73,71 cm3

Myesc= 1608,12 kN.cm

3.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

3.3.1 - Cálculo Me - Anexo E NBR 17462:2010

Iy= 727,06 cm4

Wy= 95,26 cm3

Lx= 288,3 cm Ly= 288,3 cm

Lt= 288,3 cm r0= 9,85 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

rx= 7,82 cm ry= 5,99 cm

It= 1300,76 cm4

Iy= 727,06 cm4

Ix= 1240,29 cm4

Iw= 0 cm6

A= 20,28 cm2

Nex= 2945,53 kN

Ney= 1726,67 kN

Nez= 103228,49 kN

Cb= 1

Seção Monossimétrica

M1= -1 kN.cm

M2= 1 kN.cm

Cm= 1

Compressão na coordenada positiva de x

Cs= -1

j= -0

Me= 171761,45 kN.cm

máxima coordenada X= 7,63 cm (fibra comprimida)

Iy= 727,06 cm4

Wyc= 95,26 cm3 - Wyc perfil bruto

λ0= 0,12

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada X= 8,36 cm(fibra comprimida)

Iy\_ef\_MLE= 616,25 cm4

Wycef\_MLE= 73,71 cm3

γ = 1,1

Wcef= 73,71 cm3

Myflt= 1608,12 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Myesc= 1608,12 kN.cm

Myflt= 1608,12 kN.cm

Myrd= 1608,12 kN.cm

Esforços Solicitantes:

NSd= 73,3 kN

MxSd= 837 kN.cm

MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NcRd= 258,09 kN

-> MxRd= 2387,97 kN.cm

-> MyRd= 1608,12 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

=> 0,28 + 0,35 + 0 = 0,63 ≤ 1 - Ok!

4 - Verificação da Esbeltez Limite

barra submetida a esforço de compressão:

λ\_limite = 200

Verificação em Relação a X

rx= 7,82 cm

Lx= 288,3 cm

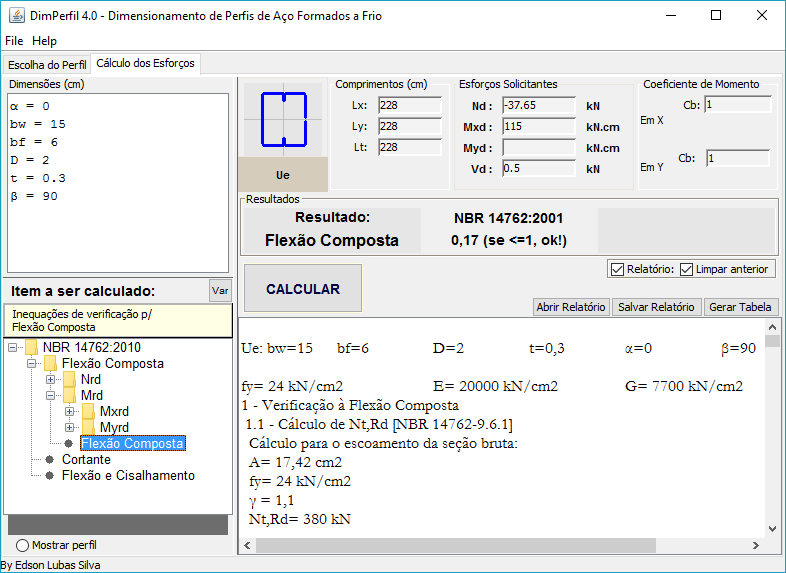
λx= 36,86 cm - ok!

Verificação em Relação a Y

ry= 5,99 cm

Ly= 288,3 cm

λy= 48,15 cm - ok!



Ue: bw=15 bf=6 D=2 t=0,3 α=0 β=90

fy= 24 kN/cm2 E= 20000 kN/cm2 G= 7700 kN/cm2

1 - Verificação à Flexão Composta

1.1 - Cálculo de Nt,Rd [NBR 14762-9.6.1]

Cálculo para o escoamento da seção bruta:

A= 17,42 cm2

fy= 24 kN/cm2

γ = 1,1

Nt,Rd= 380 kN

Cálculo para ruptura na seção liquida fora da região da ligação:

An0= 17,42 cm2

fu= 40 kN/cm2

γ = 1,35

Nt,Rd= 516,04 kN

Cálculo para ruptura na seção liquida na região da ligação:

Ct= 0,9

An= 17,42 cm2

fu= 40 kN/cm2

γ = 1,65

Nt,Rd= 380 kN

O esforço resistente à tração é o menor valor calculado acima:

Nt,Rd= 380 kN

1.2 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

1.2.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Valor de Mdistx obitido da tabela de cargas críticas pré cadastradas

Mdistx= 4396 kN.cm

Ix= 594,39 cm4

Wb= 79,25 cm3

λdist < 0.673

γ= 1,1

fy= 24 kN/cm2

λdist = 0,6578

Xdist = 1,0000

MxRddist= 1729,15 kN.cm

1.2.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 594,39 cm4

Wxef\_MLE= 79,25 cm3

γ = 1,1

Mxesc= 1729,15 kN.cm

1.2.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

1.2.3.1 - Cálculo Me

Cb= 1

Perfil duplamente simétrico

Lx= 228 cm Ly= 228 cm

Lt= 228 cm r0= 7,54 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

Iw= 0.0 cm6

Ix= 594,39 cm4 Iy= 395,36 cm4

It= 670,86 cm4

Nex= 2257,02 kN

Ney= 1501,25 kN

Nez= 90898,53 kN

Me= 88062,04 kN.cm

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ix= 594,39 cm4

Wxc= 79,25 cm3 - Wxc perfil bruto

λ0= 0,15

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 594,39 cm4

Wxcef\_MLE= 79,25 cm3

γ = 1,1

Wcef= 79,25 cm3

Mxflt= 1729,15 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Mxesc= 1729,15 kN.cm

Mxflt= 1729,15 kN.cm

Mxdist= 1729,15 kN.cm

Mxrd= 1729,15 kN.cm

1.3 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

1.3.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Conforme informação da tabela de cargas críticas:

A Flambagem distorcional NÃO é crítica para esse perfil.

1.3.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada x= 6,32 cm (fibra comprimida)

Iyef= 377,98 cm4

Wyef\_MLE= 59,84 cm3

γ = 1,1

Iyef= 377,98 cm4

Wyef= 59,84 cm3

Myesc= 1305,66 kN.cm

1.3.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

1.3.3.1 - Cálculo Me - Anexo E NBR 17462:2010

Iy= 395,36 cm4

Wy= 64,29 cm3

Lx= 228 cm Ly= 228 cm

Lt= 228 cm r0= 7,54 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

rx= 5,84 cm ry= 4,76 cm

It= 670,86 cm4

Iy= 395,36 cm4

Ix= 594,39 cm4

Iw= 0 cm6

A= 17,42 cm2

Nex= 2257,02 kN

Ney= 1501,25 kN

Nez= 90898,53 kN

Cb= 1

Seção Monossimétrica

M1= -1 kN.cm

M2= 1 kN.cm

Cm= 1

Compressão na coordenada positiva de x

Cs= -1

j= -0

Me= 107976,64 kN.cm

máxima coordenada X= 6,15 cm (fibra comprimida)

Iy= 395,36 cm4

Wyc= 64,29 cm3 - Wyc perfil bruto

λ0= 0,12

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada X= 6,32 cm(fibra comprimida)

Iy\_ef\_MLE= 377,98 cm4

Wycef\_MLE= 59,84 cm3

γ = 1,1

Wcef= 59,84 cm3

Myflt= 1305,66 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Myesc= 1305,66 kN.cm

Myflt= 1305,66 kN.cm

Myrd= 1305,66 kN.cm

Esforços Solicitantes:

NSd= -37,65 kN

MxSd= 115 kN.cm

MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NtRd= 380 kN

-> MxRd= 1729,15 kN.cm

-> MyRd= 1305,66 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Tração

=> 0,1 + 0,07 + 0 = 0,17 ≤ 1 - Ok!

2 - Verificação da Esbeltez Limite

barra submetida a esforço de tração:

λ\_limite = 300

Verificação em Relação a X

rx= 5,84 cm

Lx= 228 cm

λx= 39,03 cm - ok!

Verificação em Relação a Y

ry= 4,76 cm

Ly= 228 cm

λy= 47,85 cm - ok!

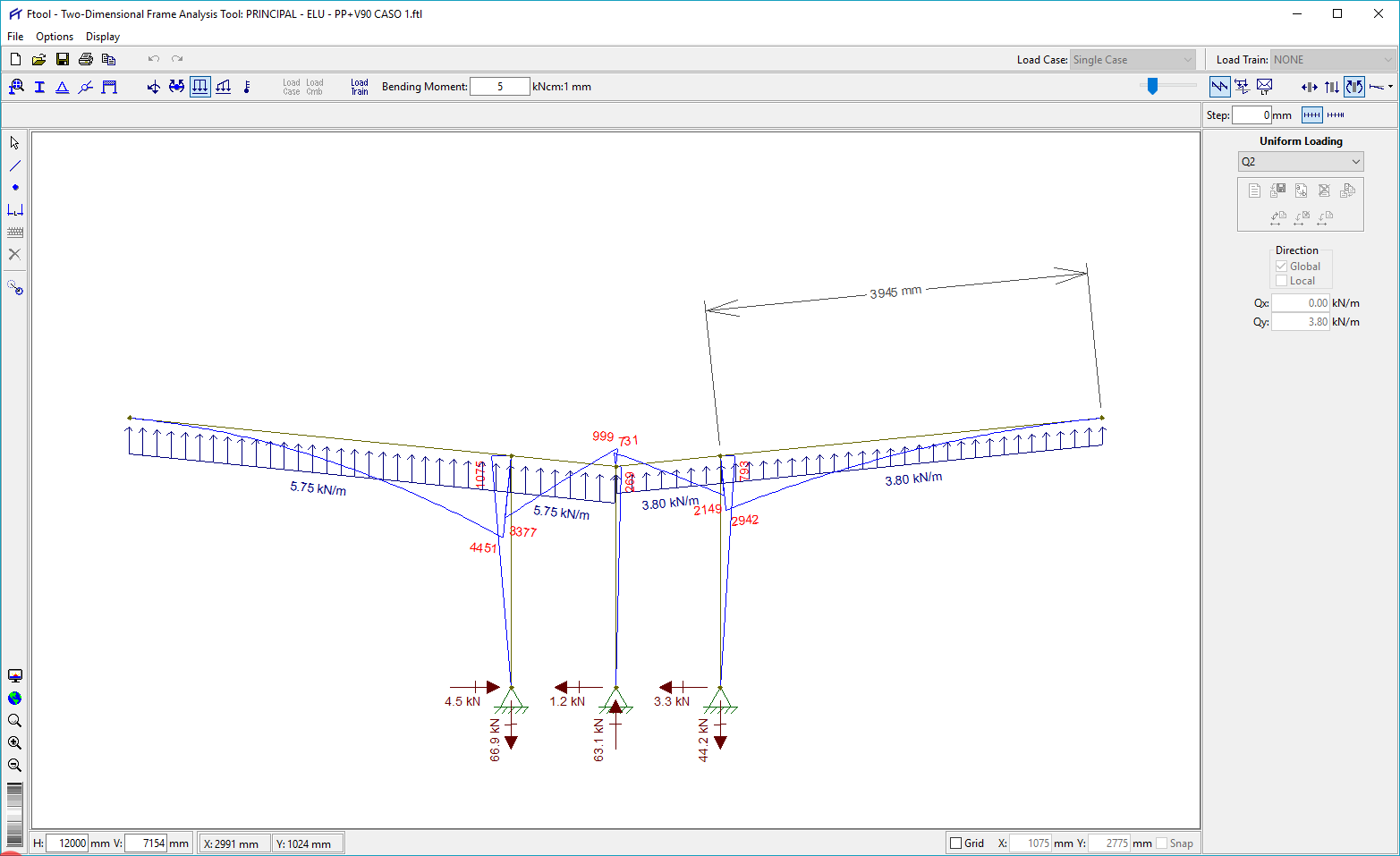
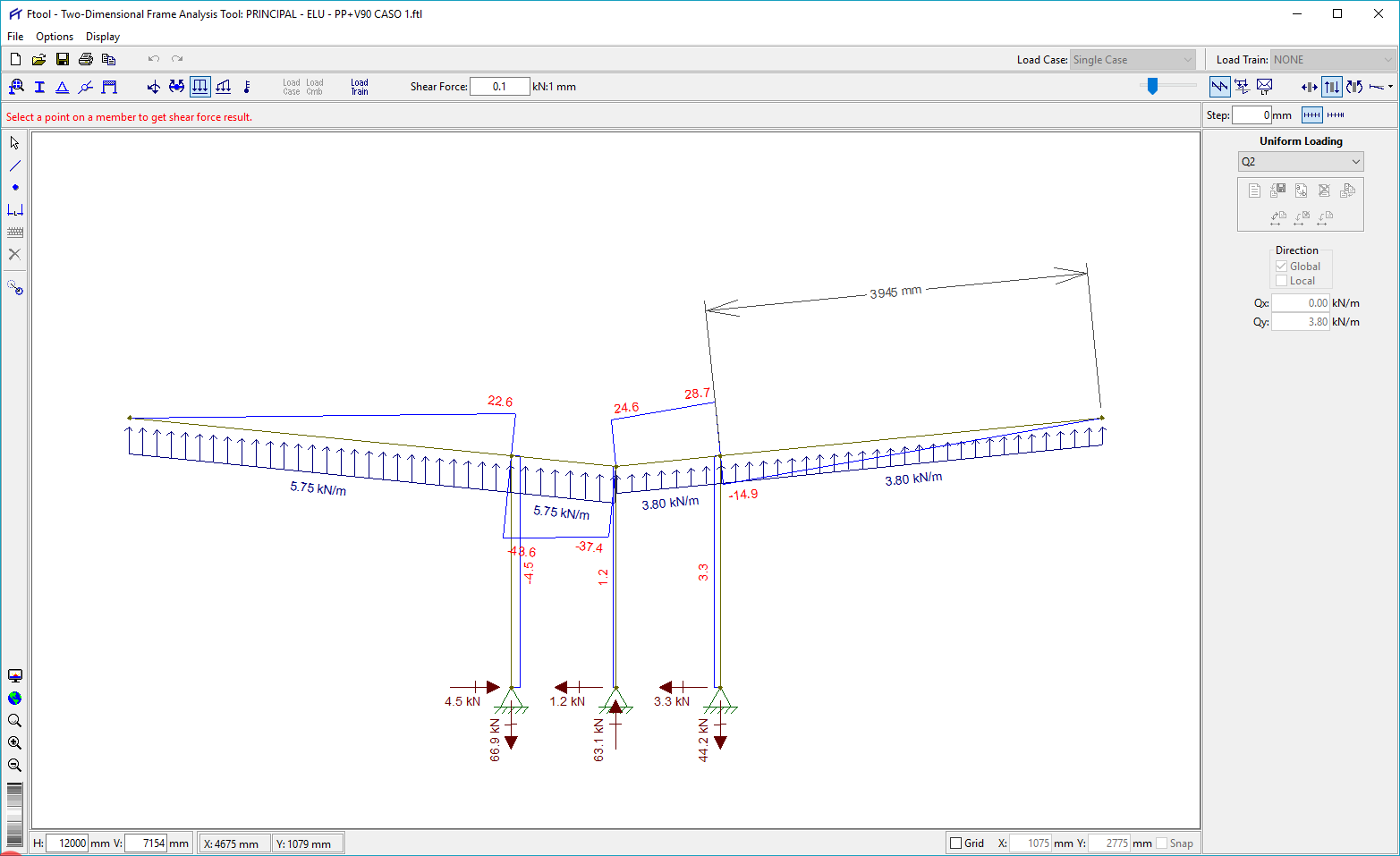
**PP+V90 CASO 1**

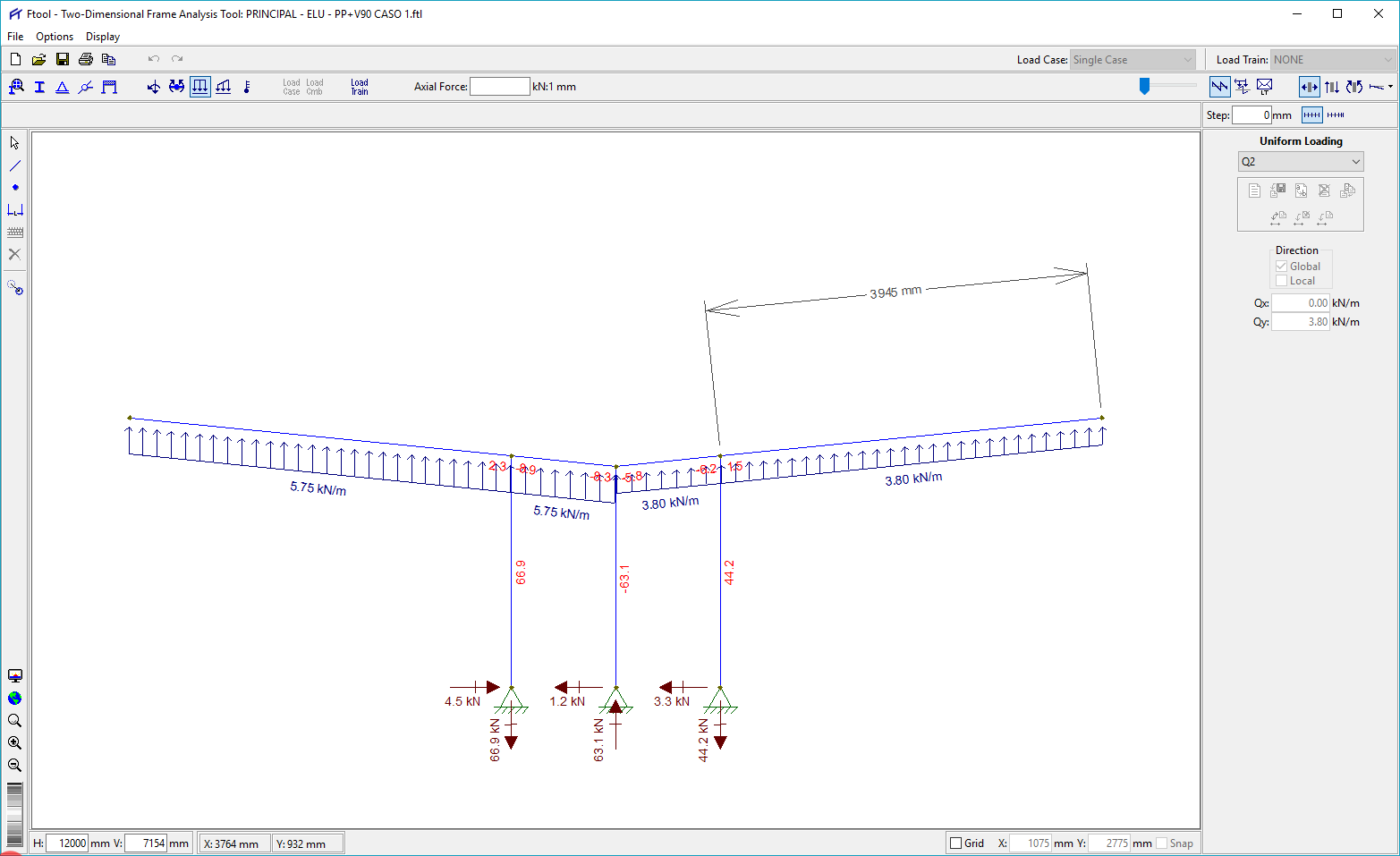
Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 5m = -0,25 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 5m = -0,315 kN/m

PP + V90 Esq = 1,4 . 4,76 – 0,565-0,34 = **5,75 kN/m**

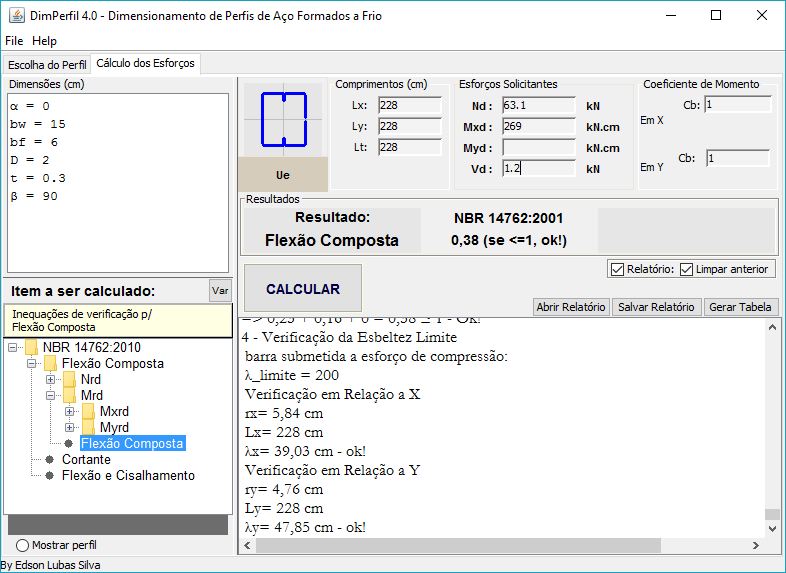
PP + V90 Dir = 1,4 . 3,36 – 0,565-0,34 = **3,80 kN/m**



Viga da cobertura já aprovada por verificações sujeitas a esforços maiores

Pilares laterais já aprovados à compressões superiores, consequentemente aprovam também à tração



Ue: bw=15 bf=6 D=2 t=0,3 α=0 β=90

fy= 24 kN/cm2 E= 20000 kN/cm2 G= 7700 kN/cm2

1 - Verificação à Flexão Composta

1.1 - Barras submetidas à compressão centrada [NBR 14762 - 9.7]

1.1.1 - Flambagem distorcional elástica:

Valor de Ndist obtido da tabela de cargas críticas pré cadastradas.

Ndist= 480,79 kN/cm2

1.1.2 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.7.3]

γ= 1,2

fy= 24 kN/cm2

A= 17,42 cm2

λdist= 0,93

Xdist= 0,79

Ndist= 480,79 kN

NRddist= 275,84 kN

1.1.3 - Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção [NBR 14762-9.7.2]

1.1.3.1 - Cálculo Ne

Lx= 228 cm Ly= 228 cm Lt= 228 cm

r0= 7,54 cm x0= 0 cm y0= 0 cm

Ix=594,39 cm Iy=395,36 cm4 It=670,86 cm4

Iw=0 cm6 A=17,42 cm2

Nex= 2257,02 kN

Ney= 1501,25 kN

Nez= 90898,53 kN

Perfil duplamente simétrico ou simetrico em relação a um ponto [NBR14762 - 9.7.2.1]

Ne= 1501,25 kN

Fe= 86,2 kN/cm2

flambagem por flexão Y-Y

A= 17,42 cm2

λ0= 0,53

X= 0,89

σ= 21,36 kN/cm2

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)

Aef\_MLE= 16,69 cm2

γ = 1,2

Nc= 297,11 kN

A força normal de compressão de cálculo deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.7.1]

Nc= 297,11 kN

Ndist= 275,84 kN

Nrd= 275,84 kN

2 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

2.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Valor de Mdistx obitido da tabela de cargas críticas pré cadastradas

Mdistx= 4396 kN.cm

Ix= 594,39 cm4

Wb= 79,25 cm3

λdist < 0.673

γ= 1,1

fy= 24 kN/cm2

λdist = 0,6578

Xdist = 1,0000

MxRddist= 1729,15 kN.cm

2.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 594,39 cm4

Wxef\_MLE= 79,25 cm3

γ = 1,1

Mxesc= 1729,15 kN.cm

2.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

2.3.1 - Cálculo Me

Cb= 1

Perfil duplamente simétrico

Lx= 228 cm Ly= 228 cm

Lt= 228 cm r0= 7,54 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

Iw= 0.0 cm6

Ix= 594,39 cm4 Iy= 395,36 cm4

It= 670,86 cm4

Nex= 2257,02 kN

Ney= 1501,25 kN

Nez= 90898,53 kN

Me= 88062,04 kN.cm

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ix= 594,39 cm4

Wxc= 79,25 cm3 - Wxc perfil bruto

λ0= 0,15

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 594,39 cm4

Wxcef\_MLE= 79,25 cm3

γ = 1,1

Wcef= 79,25 cm3

Mxflt= 1729,15 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Mxesc= 1729,15 kN.cm

Mxflt= 1729,15 kN.cm

Mxdist= 1729,15 kN.cm

Mxrd= 1729,15 kN.cm

3 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

3.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Conforme informação da tabela de cargas críticas:

A Flambagem distorcional NÃO é crítica para esse perfil.

3.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada x= 6,32 cm (fibra comprimida)

Iyef= 377,98 cm4

Wyef\_MLE= 59,84 cm3

γ = 1,1

Iyef= 377,98 cm4

Wyef= 59,84 cm3

Myesc= 1305,66 kN.cm

3.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

3.3.1 - Cálculo Me - Anexo E NBR 17462:2010

Iy= 395,36 cm4

Wy= 64,29 cm3

Lx= 228 cm Ly= 228 cm

Lt= 228 cm r0= 7,54 cm

x0= 0 cm y0= 0 cm

rx= 5,84 cm ry= 4,76 cm

It= 670,86 cm4

Iy= 395,36 cm4

Ix= 594,39 cm4

Iw= 0 cm6

A= 17,42 cm2

Nex= 2257,02 kN

Ney= 1501,25 kN

Nez= 90898,53 kN

Cb= 1

Seção Monossimétrica

M1= -1 kN.cm

M2= 1 kN.cm

Cm= 1

Compressão na coordenada positiva de x

Cs= -1

j= -0

Me= 107976,64 kN.cm

máxima coordenada X= 6,15 cm (fibra comprimida)

Iy= 395,36 cm4

Wyc= 64,29 cm3 - Wyc perfil bruto

λ0= 0,12

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada X= 6,32 cm(fibra comprimida)

Iy\_ef\_MLE= 377,98 cm4

Wycef\_MLE= 59,84 cm3

γ = 1,1

Wcef= 59,84 cm3

Myflt= 1305,66 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Myesc= 1305,66 kN.cm

Myflt= 1305,66 kN.cm

Myrd= 1305,66 kN.cm

Esforços Solicitantes:

NSd= 63,1 kN

MxSd= 269 kN.cm

MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NcRd= 275,84 kN

-> MxRd= 1729,15 kN.cm

-> MyRd= 1305,66 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

=> 0,23 + 0,16 + 0 = 0,38 ≤ 1 - Ok!

4 - Verificação da Esbeltez Limite

barra submetida a esforço de compressão:

λ\_limite = 200

Verificação em Relação a X

rx= 5,84 cm

Lx= 228 cm

λx= 39,03 cm - ok!

Verificação em Relação a Y

ry= 4,76 cm

Ly= 228 cm

λy= 47,85 cm - ok!

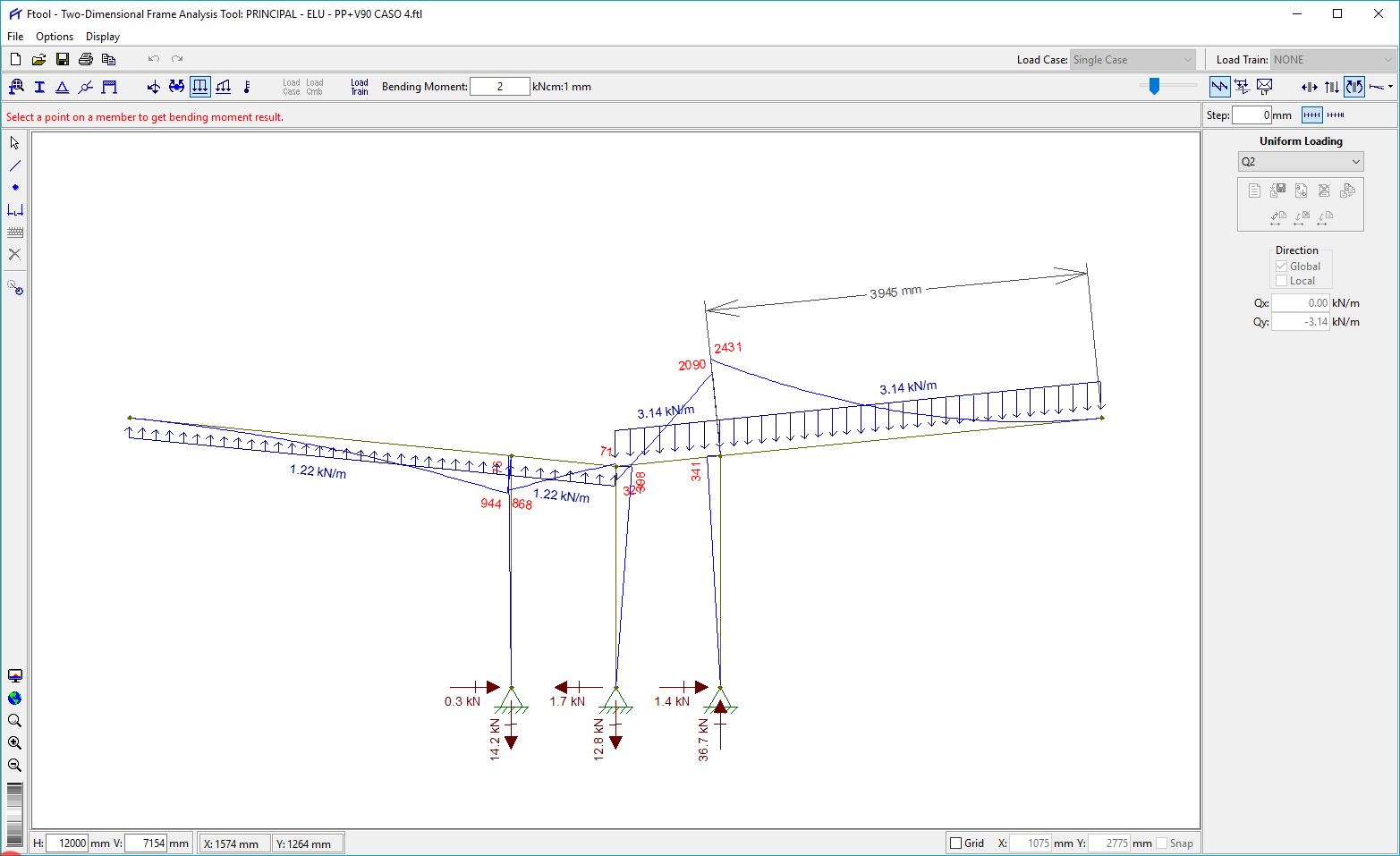
**PP+V90 CASO 4**

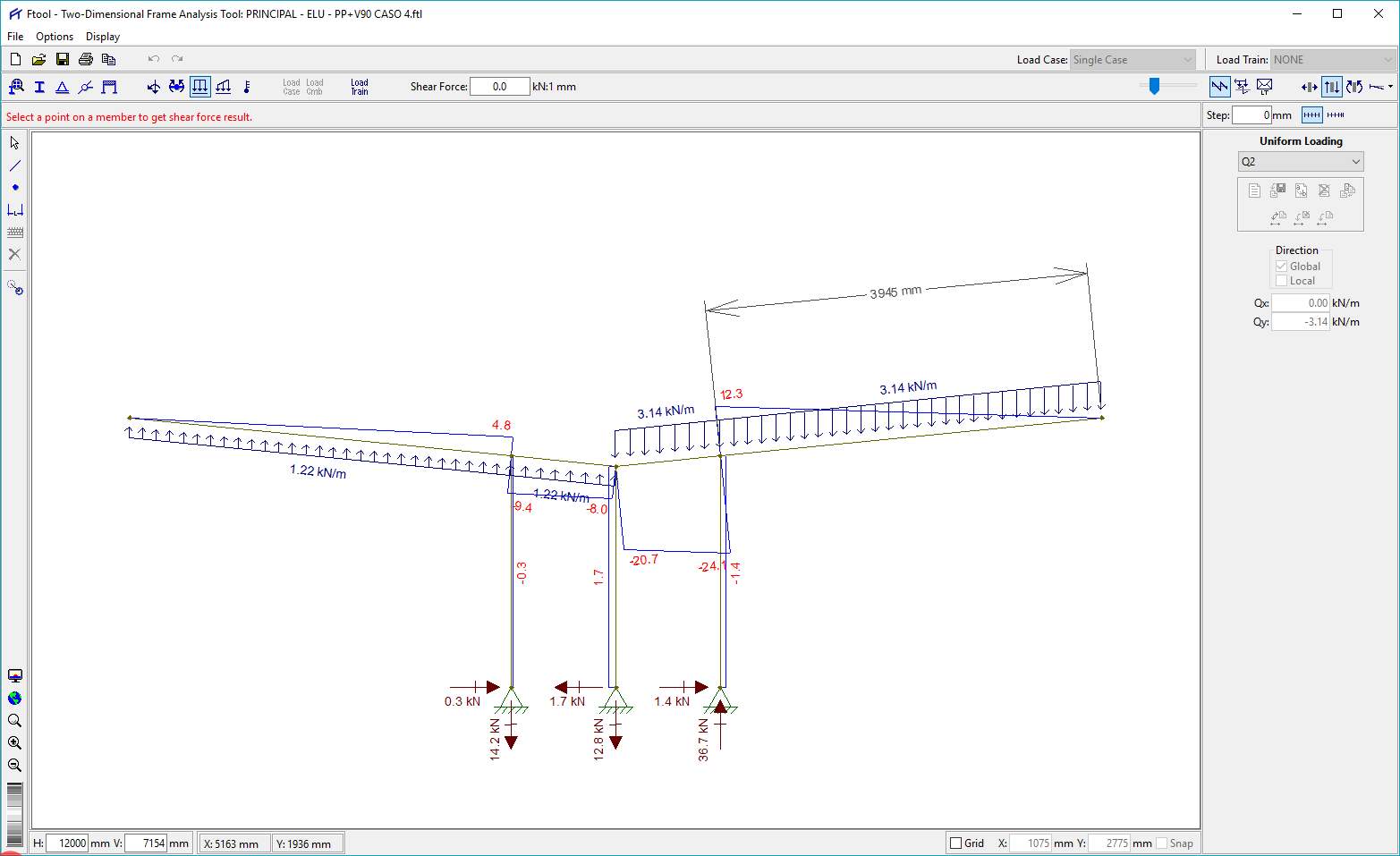
Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 5m = -0,25 kN/m ou -0,3125

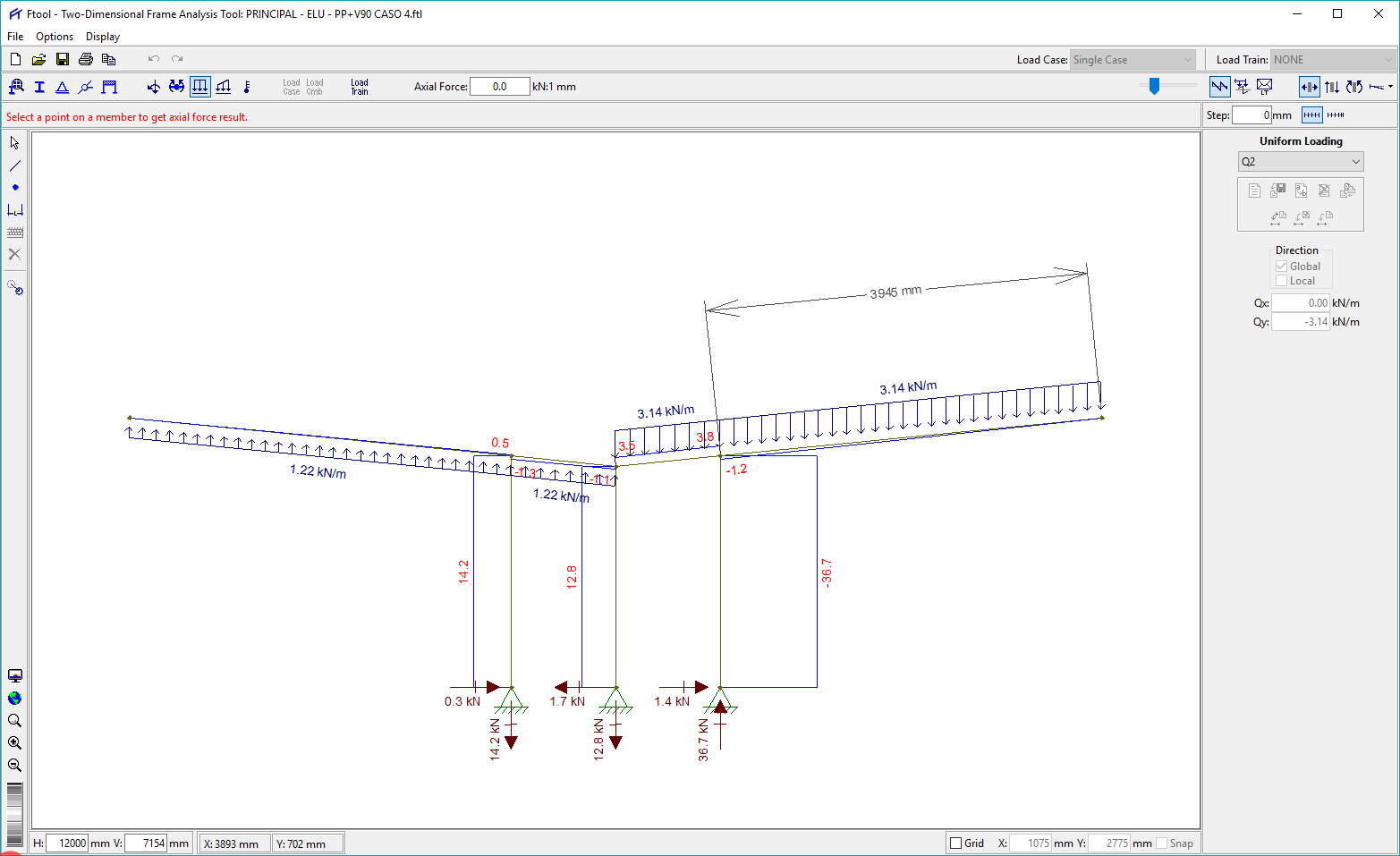
Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 5m = -0,315 kN/m ou -0,441

PP + V90 Esq = +1,4 . 1,512 – 0,565-0,34 = **+1,22 kN/m**

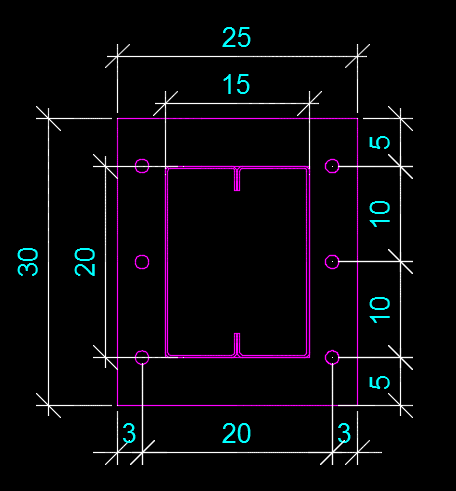
PP + V90 Dir = -1,4 . 1,40 – 0,754-1,25 . 0,34 = **-3,14 kN/m**



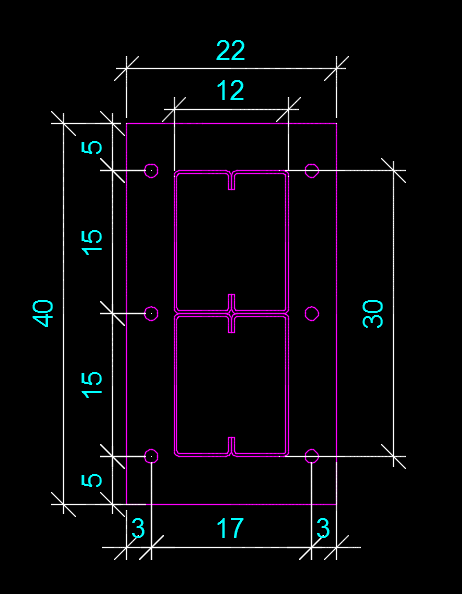




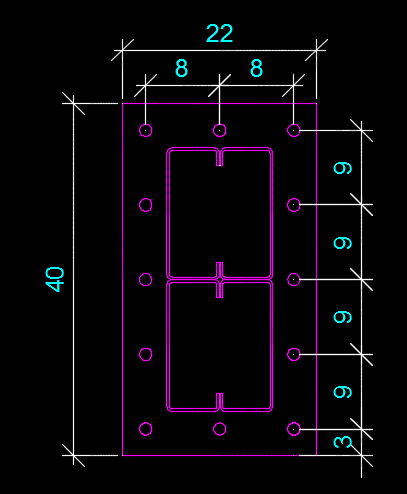
**Cálculo das placas de Base**

****

Verificação à tração



Verificação à tração



Adotaremos chapa 12,7mm e espaçamentos de chumbadores conforme acima

Verificação das terças da cobertura

**ELS**

Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 1,7m = -0,035 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 1,7m = -0,1071 kN/m

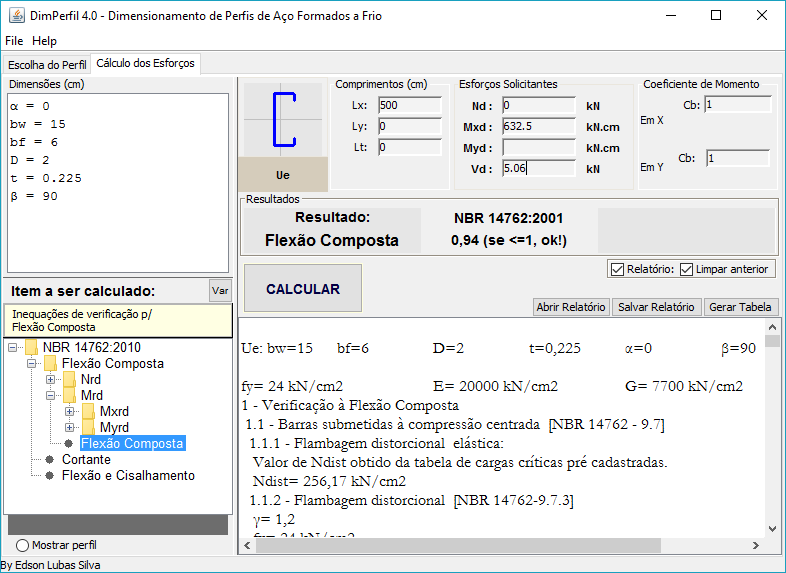
PP + V90 = 4,76/5 x 1,7 – (0,035+0,1071)x1,7 = **+1,38 kN/m**

**ELU**

Carga de terças e correntes: -0,05kn/m² x 1,7m = -0,035 kN/m

Peso próprio das telhas de aço: -0,063 kN/m² x 1,7m = -0,1071 kN/m

PP + V90 = 1,4 . 4,76/5 x 1,7 – (0,035+0,1071)x1,7 **= 2,024 kN/m**



Ue: bw=15 bf=6 D=2 t=0,225 α=0 β=90

fy= 24 kN/cm2 E= 20000 kN/cm2 G= 7700 kN/cm2

1 - Verificação à Flexão Composta

1.1 - Barras submetidas à compressão centrada [NBR 14762 - 9.7]

1.1.1 - Flambagem distorcional elástica:

Valor de Ndist obtido da tabela de cargas críticas pré cadastradas.

Ndist= 256,17 kN/cm2

1.1.2 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.7.3]

γ= 1,2

fy= 24 kN/cm2

A= 6,64 cm2

λdist= 0,79

Xdist= 0,89

Ndist= 256,17 kN

NRddist= 117,9 kN

1.1.3 - Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção [NBR 14762-9.7.2]

1.1.3.1 - Cálculo Ne

Lx= 500 cm Ly= 1 cm Lt= 1 cm

r0= 7,81 cm x0= -4,61 cm y0= 0 cm

Ix=230,61 cm Iy=33,22 cm4 It=0,11 cm4

Iw=1582,22 cm6 A=6,64 cm2

Nex= 182,08 kN

Ney= 6557707,95 kN

Nez= 5120984,32 kN

Perfil monosimétrico: em relação ao eixo X [NBR14762 - 9.7.2.2]

Nexz= 182,08 kN

Ne= 182,08 kN

Fe= 27,41 kN/cm2

flambagem por flexo-torção

A= 6,64 cm2

λ0= 0,94

X= 0,69

σ= 16,64 kN/cm2

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)

Aef\_MLE= 6,03 cm2

γ = 1,2

Nc= 83,65 kN

A força normal de compressão de cálculo deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.7.1]

Nc= 83,65 kN

Ndist= 117,9 kN

Nrd= 83,65 kN

2 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

2.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Valor de Mdistx obitido da tabela de cargas críticas pré cadastradas

Mdistx= 2369 kN.cm

Ix= 230,61 cm4

Wb= 30,75 cm3

λdist < 0.673

γ= 1,1

fy= 24 kN/cm2

λdist = 0,5581

Xdist = 1,0000

MxRddist= 670,87 kN.cm

2.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 230,61 cm4

Wxef\_MLE= 30,75 cm3

γ = 1,1

Mxesc= 670,87 kN.cm

2.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

2.3.1 - Cálculo Me

Cb= 1

Perfil monossimétrico

Lx= 500 cm Ly= 1 cm

Lt= 1 cm r0= 7,81 cm

x0= 4,61 cm y0= 0 cm

Iw= 1582.222221513441 cm6

Ix= 230,61 cm4 Iy= 33,22 cm4

It= 0,11 cm4

Nex= 182,08 kN

Ney= 6557707,95 kN

Nez= 5120984,32 kN

Me= 45255904,06 kN.cm

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ix= 230,61 cm4

Wxc= 30,75 cm3 - Wxc perfil bruto

λ0= 0

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 230,61 cm4

Wxcef\_MLE= 30,75 cm3

γ = 1,1

Wcef= 30,75 cm3

Mxflt= 670,87 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Mxesc= 670,87 kN.cm

Mxflt= 670,87 kN.cm

Mxdist= 670,87 kN.cm

Mxrd= 670,87 kN.cm

3 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

3.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Conforme informação da tabela de cargas críticas:

A Flambagem distorcional NÃO é crítica para esse perfil.

3.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada x= 4,08 cm (fibra comprimida)

Iyef= 33,22 cm4

Wyef\_MLE= 8,15 cm3

γ = 1,1

Iyef= 33,22 cm4

Wyef= 8,15 cm3

Myesc= 177,83 kN.cm

3.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

3.3.1 - Cálculo Me - Anexo E NBR 17462:2010

Iy= 33,22 cm4

Wy= 8,15 cm3

Lx= 500 cm Ly= 1 cm

Lt= 1 cm r0= 7,81 cm

x0= -4,61 cm y0= 0 cm

rx= 5,89 cm ry= 2,24 cm

It= 0,11 cm4

Iy= 33,22 cm4

Ix= 230,61 cm4

Iw= 1582,22 cm6

A= 6,64 cm2

Nex= 182,08 kN

Ney= 6557707,95 kN

Nez= 5120984,32 kN

Cb= 1

Seção Monossimétrica

M1= -1 kN.cm

M2= 1 kN.cm

Cm= 1

Compressão na coordenada positiva de x

Cs= -1

j= 8,08

Me= 237003,43 kN.cm

máxima coordenada X= 4,08 cm (fibra comprimida)

Iy= 33,22 cm4

Wyc= 8,15 cm3 - Wyc perfil bruto

λ0= 0,03

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada X= 4,08 cm(fibra comprimida)

Iy\_ef\_MLE= 33,22 cm4

Wycef\_MLE= 8,15 cm3

γ = 1,1

Wcef= 8,15 cm3

Myflt= 177,83 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Myesc= 177,83 kN.cm

Myflt= 177,83 kN.cm

Myrd= 177,83 kN.cm

Esforços Solicitantes:

NSd= 0 kN

MxSd= 632,5 kN.cm

MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NcRd= 83,65 kN

-> MxRd= 670,87 kN.cm

-> MyRd= 177,83 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

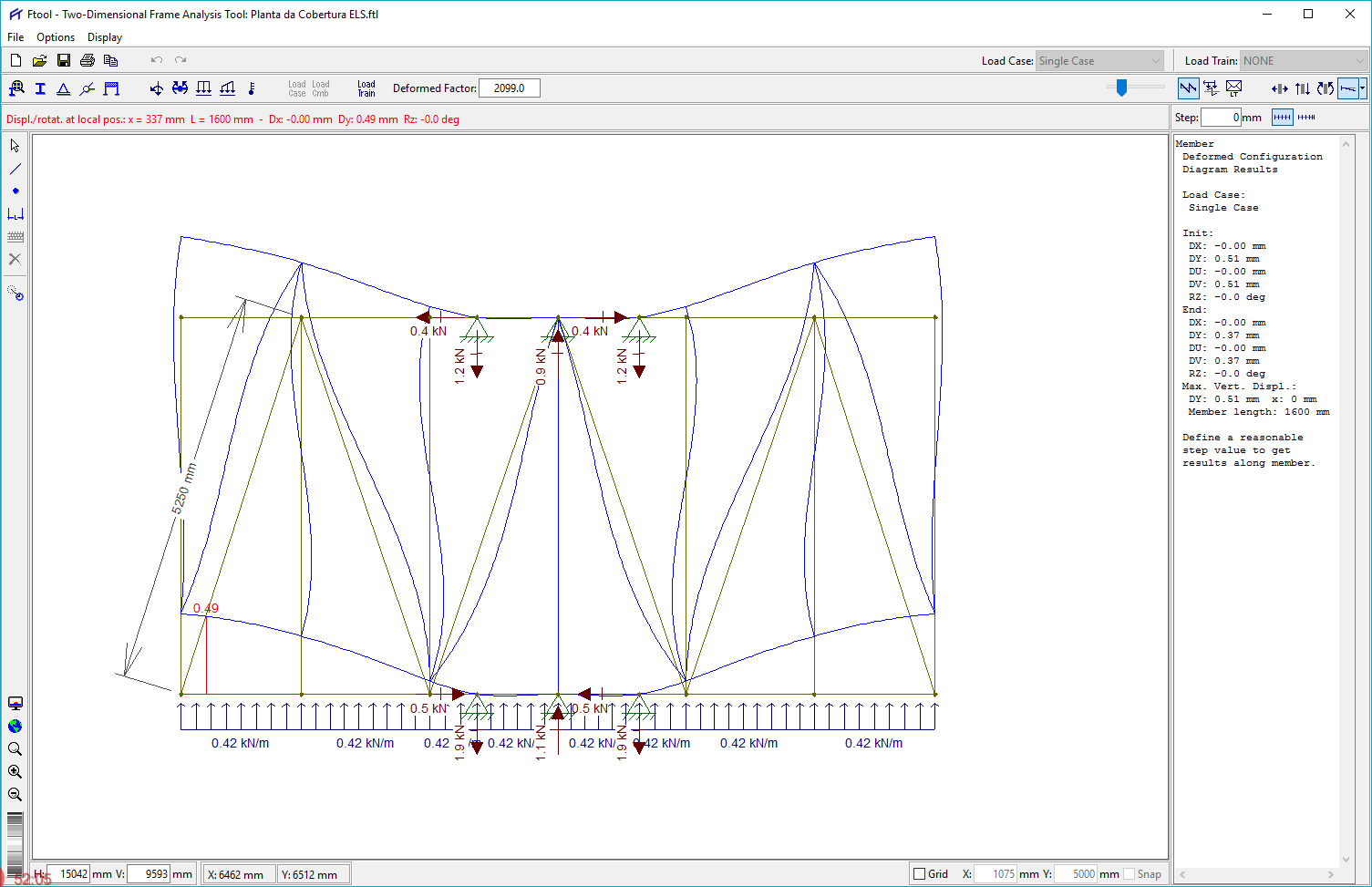
Verificação de Flexo-Compressão

=> 0 + 0,94 + 0 = 0,94 ≤ 1 - Ok!

**Adotar U 150X60X20X2,25**

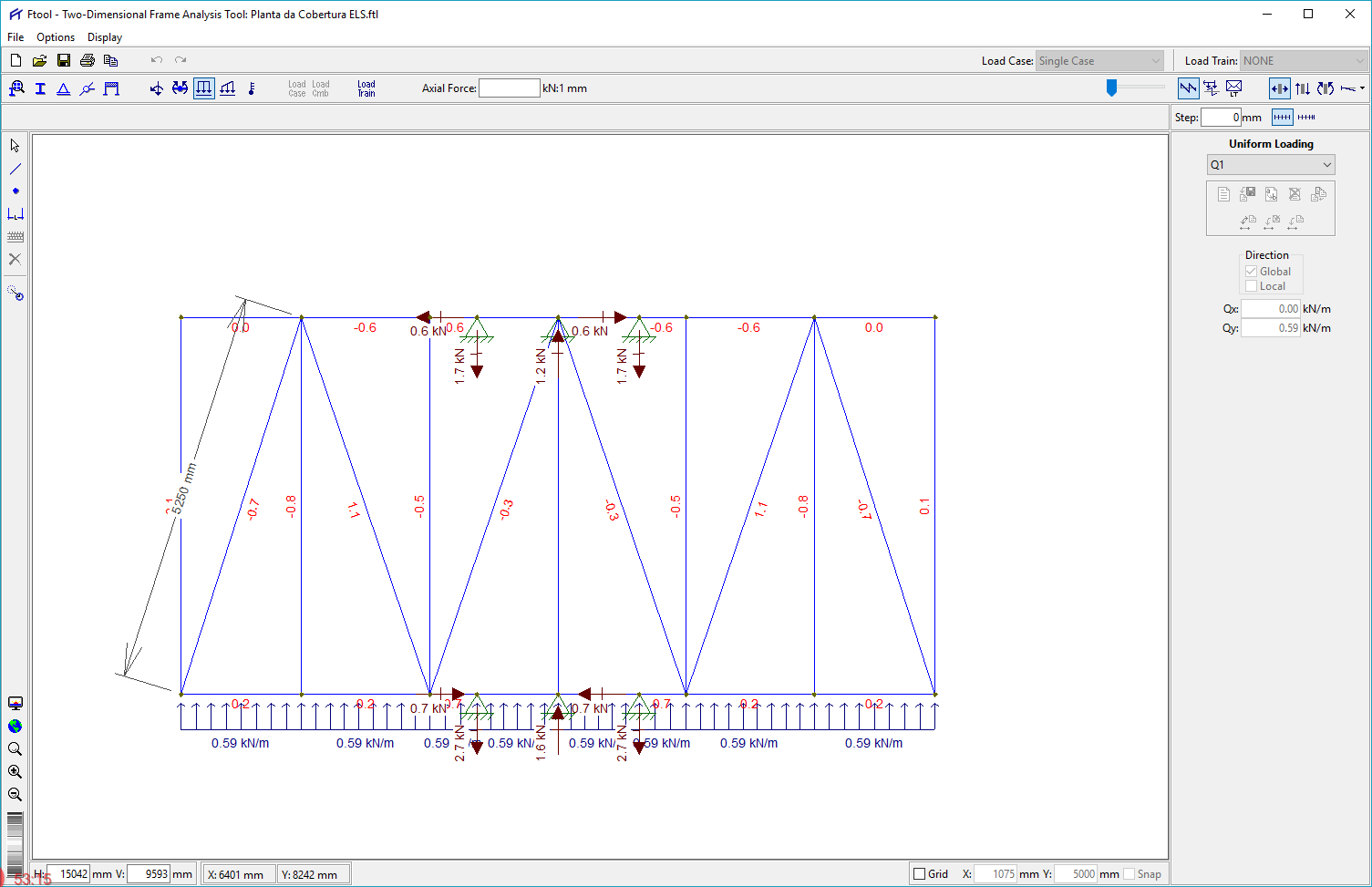
Carga de vento Lateral

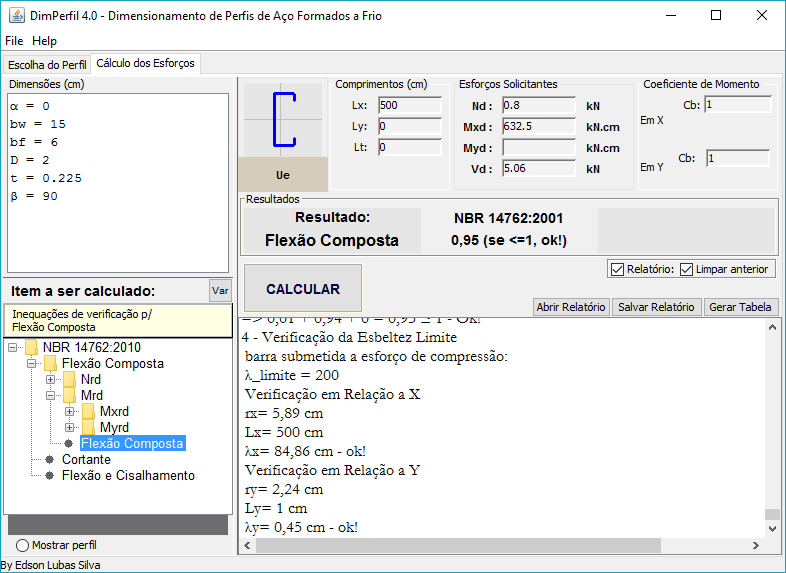
**Verificação ELS**



Flecha Máxima admissível: L/250 = 40mm

**Verificação ELU**





Ue: bw=15 bf=6 D=2 t=0,225 α=0 β=90

fy= 24 kN/cm2 E= 20000 kN/cm2 G= 7700 kN/cm2

1 - Verificação à Flexão Composta

1.1 - Barras submetidas à compressão centrada [NBR 14762 - 9.7]

1.1.1 - Flambagem distorcional elástica:

Valor de Ndist obtido da tabela de cargas críticas pré cadastradas.

Ndist= 256,17 kN/cm2

1.1.2 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.7.3]

γ= 1,2

fy= 24 kN/cm2

A= 6,64 cm2

λdist= 0,79

Xdist= 0,89

Ndist= 256,17 kN

NRddist= 117,9 kN

1.1.3 - Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção [NBR 14762-9.7.2]

1.1.3.1 - Cálculo Ne

Lx= 500 cm Ly= 1 cm Lt= 1 cm

r0= 7,81 cm x0= -4,61 cm y0= 0 cm

Ix=230,61 cm Iy=33,22 cm4 It=0,11 cm4

Iw=1582,22 cm6 A=6,64 cm2

Nex= 182,08 kN

Ney= 6557707,95 kN

Nez= 5120984,32 kN

Perfil monosimétrico: em relação ao eixo X [NBR14762 - 9.7.2.2]

Nexz= 182,08 kN

Ne= 182,08 kN

Fe= 27,41 kN/cm2

flambagem por flexo-torção

A= 6,64 cm2

λ0= 0,94

X= 0,69

σ= 16,64 kN/cm2

MÉTODO DAS LARGURAS EFETIVAS (MLE)

Aef\_MLE= 6,03 cm2

γ = 1,2

Nc= 83,65 kN

A força normal de compressão de cálculo deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.7.1]

Nc= 83,65 kN

Ndist= 117,9 kN

Nrd= 83,65 kN

2 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

2.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Valor de Mdistx obitido da tabela de cargas críticas pré cadastradas

Mdistx= 2369 kN.cm

Ix= 230,61 cm4

Wb= 30,75 cm3

λdist < 0.673

γ= 1,1

fy= 24 kN/cm2

λdist = 0,5581

Xdist = 1,0000

MxRddist= 670,87 kN.cm

2.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 230,61 cm4

Wxef\_MLE= 30,75 cm3

γ = 1,1

Mxesc= 670,87 kN.cm

2.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

2.3.1 - Cálculo Me

Cb= 1

Perfil monossimétrico

Lx= 500 cm Ly= 1 cm

Lt= 1 cm r0= 7,81 cm

x0= 4,61 cm y0= 0 cm

Iw= 1582.222221513441 cm6

Ix= 230,61 cm4 Iy= 33,22 cm4

It= 0,11 cm4

Nex= 182,08 kN

Ney= 6557707,95 kN

Nez= 5120984,32 kN

Me= 45255904,06 kN.cm

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ix= 230,61 cm4

Wxc= 30,75 cm3 - Wxc perfil bruto

λ0= 0

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada Y= 7,5 cm (fibra comprimida)

Ixef= 230,61 cm4

Wxcef\_MLE= 30,75 cm3

γ = 1,1

Wcef= 30,75 cm3

Mxflt= 670,87 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Mxesc= 670,87 kN.cm

Mxflt= 670,87 kN.cm

Mxdist= 670,87 kN.cm

Mxrd= 670,87 kN.cm

3 - Barras submetidas à Flexão Simples [NBR 14762-9.8]

3.1 - Flambagem distorcional [NBR 14762-9.8.2.3]

Conforme informação da tabela de cargas críticas:

A Flambagem distorcional NÃO é crítica para esse perfil.

3.2 - Inicio de escoamento da seção efetiva [NBR 14762-9.8.2.1]

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada x= 4,08 cm (fibra comprimida)

Iyef= 33,22 cm4

Wyef\_MLE= 8,15 cm3

γ = 1,1

Iyef= 33,22 cm4

Wyef= 8,15 cm3

Myesc= 177,83 kN.cm

3.3 - Flambagem lateral com torção [NBR 14762-9.8.2.2]

3.3.1 - Cálculo Me - Anexo E NBR 17462:2010

Iy= 33,22 cm4

Wy= 8,15 cm3

Lx= 500 cm Ly= 1 cm

Lt= 1 cm r0= 7,81 cm

x0= -4,61 cm y0= 0 cm

rx= 5,89 cm ry= 2,24 cm

It= 0,11 cm4

Iy= 33,22 cm4

Ix= 230,61 cm4

Iw= 1582,22 cm6

A= 6,64 cm2

Nex= 182,08 kN

Ney= 6557707,95 kN

Nez= 5120984,32 kN

Cb= 1

Seção Monossimétrica

M1= -1 kN.cm

M2= 1 kN.cm

Cm= 1

Compressão na coordenada positiva de x

Cs= -1

j= 8,08

Me= 237003,43 kN.cm

máxima coordenada X= 4,08 cm (fibra comprimida)

Iy= 33,22 cm4

Wyc= 8,15 cm3 - Wyc perfil bruto

λ0= 0,03

λ0 < 0,6

X= 1

Método das Larguras Efetivas

σ= 24 kN/cm2

máxima coordenada X= 4,08 cm(fibra comprimida)

Iy\_ef\_MLE= 33,22 cm4

Wycef\_MLE= 8,15 cm3

γ = 1,1

Wcef= 8,15 cm3

Myflt= 177,83 kN.cm

O momento fletor resistente de cálculo MRd deve ser o menor valor calculado: [NBR 14762-9.8.2]

Myesc= 177,83 kN.cm

Myflt= 177,83 kN.cm

Myrd= 177,83 kN.cm

Esforços Solicitantes:

NSd= 0,3 kN

MxSd= 632,5 kN.cm

MySd= 0 kN.cm

Esforços Resistentes:

-> NcRd= 83,65 kN

-> MxRd= 670,87 kN.cm

-> MyRd= 177,83 kN.cm

Verificação a Flexão Composta [NBR 14762:2010 - 9.9]

Verificação de Flexo-Compressão

=> 0 + 0,94 + 0 = 0,95 ≤ 1 - Ok!

4 - Verificação da Esbeltez Limite

barra submetida a esforço de compressão:

λ\_limite = 200

Verificação em Relação a X

rx= 5,89 cm

Lx= 500 cm

λx= 84,86 cm - ok!

Verificação em Relação a Y

ry= 2,24 cm

Ly= 1 cm

λy= 0,45 cm - ok!

Verificação da barra redonda de contraventamento

Adotando barra de 3/8’’ com Ag de 0,79cm²

Peso total da Estrutura: 2356kg 15,70 kg/m²

1. **CONCLUSÃO**

Sem mais, e utilizando das atribuições profissionais a mim concedidas pelo sistema CONFEA-CREA do Estado de São Paulo, lavro este memorial de cálculo estrutural para que possa servir de documentação técnica ao contratante.

São José dos Campos, 08 de Janeiro de 2018

Eng. Felipe Jacob Moraes Pereira

Engenheiro Mecânico

CREA-SP XXXXXXXXX-SP

ART Nº 9999999999