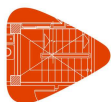


## ÍNDICE

<b>1.- COMENTÁRIOS DO PROJECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.- DADOS DE OBRA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.- Normas consideradas.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.- Estados limite.....</b>	<b>2</b>
2.2.1.- Situações de projecto.....	2
<b>3.- ESTRUTURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.- Geometria.....</b>	<b>5</b>
3.1.1.- Nós.....	5
3.1.2.- Barras.....	6
<b>3.2.- Resultados.....</b>	<b>9</b>
3.2.1.- Barras.....	9
<b>4.- FUNDAÇÃO.....</b>	<b>82</b>
<b>4.1.- Elementos de fundação isolados.....</b>	<b>82</b>
4.1.1.- Descrição.....	82
4.1.2.- Medição.....	82
4.1.3.- Verificação.....	83
<b>4.2.- Vigas.....</b>	<b>86</b>
4.2.1.- Descrição.....	86
4.2.2.- Medição.....	86
4.2.3.- Verificação.....	87



## 1.- COMENTÁRIOS DO PROJECTO

13/03/2023 **PORTAL PRINCIPAL**  
PERFIL

## 2.- DADOS DE OBRA

### 2.1.- Normas consideradas

Fundação: ABNT NBR 6118:2014

Aço enformado: NBR 14762: 2001

**Categoria de utilização:** Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens

### 2.2.- Estados limite

E.L.U. Betão em fundações	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
E.L.U. Aço enformado	NBR 14762: 2001
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Acções características

#### 2.2.1.- Situações de projecto

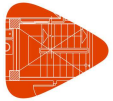
Para as distintas situações de projecto, as combinações de acções serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

##### - Com coeficientes

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

##### - Sem coeficientes

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$



- Em que:

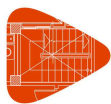
- $G_k$  Acção permanente
- $P_k$  Acção de pré-esforço
- $Q_k$  Acção variável
- $\gamma_G$  Coeficiente parcial de segurança das acções permanentes
- $\gamma_P$  Coeficiente parcial de segurança da acção de pré-esforço
- $\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de segurança da acção variável principal
- $\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de segurança das acções variáveis de acompanhamento
- $\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinação da acção variável principal
- $\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinação das acções variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projecto e estado limite os coeficientes a utilizar serão:

## **E.L.U. Betão em fundações: ABNT NBR 6118:2014**

Situação 1				
	Coeficientes parciais ( $\gamma$ )		Coeficientes ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.800

## **E.L.U. Aço enformado: NBR 14762: 2001**



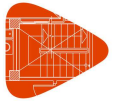
Normal				
	Coeficientes parciais ( $\gamma$ )		Coeficientes ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.250	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.800

## Tensões sobre o terreno

Acções variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais ( $\gamma$ )	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

## Deslocamentos

Acções variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais ( $\gamma$ )	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000



## 3.- ESTRUTURA

### 3.1.- Geometria

#### 3.1.1.- Nós

Referências:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Deslocamentos prescritos em eixos globais.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Rotações prescritas em eixos globais.

Cada grau de liberdade marca-se com 'X' se estiver restringido e, caso contrário, com '-'.

Nós										
Referência	Coordenadas			Vinculação exterior						Vinculação interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Encastrado
N2	2.500	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Encastrado
N3	2.600	0.000	1.990	-	-	-	-	-	-	Encastrado
N4	2.600	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Encastrado
N5	2.500	0.000	1.990	-	-	-	-	-	-	Encastrado
N6	0.000	0.000	1.997	-	-	-	-	-	-	Encastrado
N7	5.100	0.000	1.990	-	-	-	-	-	-	Encastrado
N8	5.100	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Encastrado

**3.1.2.- Barras****3.1.2.1.- Materiais utilizados**

Materiais utilizados							
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designação	(kgf/cm <sup>2</sup> )		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Aço enformado	A-36	2089704.4	0.300	803732.5	2548.4	0.000012	7.850
Anotação: E: Módulo de elasticidade $\nu$ : Módulo de poisson G: Módulo de corte $f_y$ : Limite elástico $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatação $\gamma$ : Peso específico							

**3.1.2.2.- Descrição**

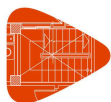
Descrição									
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designação								
Aço enformado	A-36	N3/N7	N3/N7	vigas (pilar)	2.500	1.00	1.00	-	-
		N4/N8	N4/N8	vigas (pilar)	2.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	vigas (pilar)	2.500	1.00	1.00	-	-
		N1/N2	N1/N2	vigas (pilar)	2.500	1.00	1.00	-	-
		N1/N6	N1/N6	vigas (pilar)	1.997	1.00	1.00	-	-
		N2/N5	N2/N5	vigas (pilar)	1.990	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	vigas (pilar)	1.990	1.00	1.00	-	-
		N4/N3	N4/N3	vigas (pilar)	1.990	1.00	1.00	-	-
Anotação: Ni: Nó inicial Nf: Nó final $\beta_{xy}$ : Coeficiente de encurvadura no plano 'XY' $\beta_{xz}$ : Coeficiente de encurvadura no plano 'XZ' Lb <sub>Sup.</sub> : Separação entre travamentos do banzo superior Lb <sub>Inf.</sub> : Separação entre travamentos do banzo inferior									



### 3.1.2.3.- Características mecânicas

Tipos de peça	
Ref.	Peças
1	N3/N7, N4/N8, N5/N6, N1/N2, N1/N6, N2/N5, N8/N7 e N4/N3

Características mecânicas									
Material		Ref.	Descrição	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designação								
Aço enformado	A-36	1	vigas, (pilar)	13.34	7.92	3.75	51.97	157.28	134.46
<p><i>Anotação:</i> Ref.: Referência A: Área da secção transversal Avy: Área de esforço transversal da secção segundo o eixo local 'Y' Avz: Área de esforço transversal da secção segundo o eixo local 'Z' Iyy: Inércia da secção em torno do eixo local 'Y' Izz: Inércia da secção em torno do eixo local 'Z' It: Inércia à torção As características mecânicas das peças correspondem à secção no ponto médio das mesmas.</p>									



### 3.1.2.4.- Tabela de medição

Tabela de medição						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
Aço enformado	A-36	N3/N7	vigas (pilar)	2.500	0.003	26.18
		N4/N8	vigas (pilar)	2.500	0.003	26.18
		N5/N6	vigas (pilar)	2.500	0.003	26.18
		N1/N2	vigas (pilar)	2.500	0.003	26.18
		N1/N6	vigas (pilar)	1.997	0.003	20.91
		N2/N5	vigas (pilar)	1.990	0.003	20.84
		N8/N7	vigas (pilar)	1.990	0.003	20.84
		N4/N3	vigas (pilar)	1.990	0.003	20.84
Anotação: Ni: Nó inicial Nf: Nó final						

### 3.1.2.5.- Resumo de medição

Resumo de medição												
Material		Série	Perfil	Comprimento			Volume			Peso		
Tipo	Designação			Perfil (m)	Série (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Série (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Série (kg)	Material (kg)
Aço enformado	A-36	pilar	vigas	17.967	17.967	17.967	0.024	0.024	0.024	188.16	188.16	188.16

### 3.1.2.6.- Medição de superfícies

Aço enformado: Medição das superfícies a pintar				
Série	Perfil	Superfície unitária (m²/m)	Comprimento (m)	Superfície (m²)
pilar	vigas	0.282	17.967	5.074



**Aço enformado: Medição das superfícies a pintar**

Série	Perfil	Superfície unitária (m <sup>2</sup> /m)	Comprimento (m)	Superfície (m <sup>2</sup> )
Total				5.074

## 3.2.- Resultados

### 3.2.1.- Barras

#### 3.2.1.1.- Esforços

Referências:

N: Esforço axial (t)

Vy: Esforço transversal segundo o eixo local Y da barra. (t)

Vz: Esforço transversal segundo o eixo local Z da barra. (t)

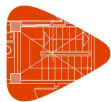
Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector no plano 'XZ' (rotação da secção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)

Mz: Momento flector no plano 'XY' (rotação da secção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)

#### 3.2.1.1.1.- Hipótese

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N3/N7	Peso próprio	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.005	0.000	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



## Listagens

Esforços em barras, por ações											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N4/N8	Peso próprio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.005	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por ações											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N5/N6	Peso próprio	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.005	-0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

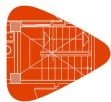


# Listagens

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N1/N2	Peso próprio	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.005	-0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.999 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
N1/N6	Peso próprio	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	-0.002	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005



# Listagens

Esforços em barras, por ações											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.999 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

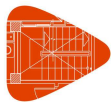
Esforços em barras, por ações											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N2/N5	Peso próprio	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N8/N7	Peso próprio	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N4/N3	Peso próprio	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz	-0.002	-0.002	-0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
	SOBRE. 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por acções											
Barra	Hipótese	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 3.2.1.1.2.- Combinações

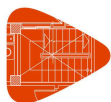
Esforços em barras, por combinação													
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra									
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m	
N3/N7	Aço enformado	PP	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	0.000	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.005	
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.011	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	0.000	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	-0.003	-0.006	
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013	
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	0.000	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.005	
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.011	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016	



# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	0.000	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	-0.003	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N4/N8	Aço enformado	PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.011	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.007	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.004	-0.007
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+1.5·SOBRE.1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
			Vz	-0.016	-0.011	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.007	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.004	-0.007
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N5/N6	Aço enformado	PP	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	-0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.005
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.014	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	-0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	-0.003	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	-0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.005
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004

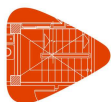




# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.014	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.006	-0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	-0.003	-0.006
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N1/N2	Aço enformado	PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	-0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.25·PP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.014	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.007	-0.004	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.004	-0.007
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+1.5·SOBRE.1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.005	-0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.016	-0.014	-0.008	-0.005	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-0.007	-0.004	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.004	-0.007
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

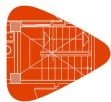
Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.999 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
N1/N6	Aço enformado	PP	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	-0.002	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		1.25·PP	N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	-0.003	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006
		PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.999 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	Mz	-0.002	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
			N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	-0.003	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N2/N5	Aço enformado	PP	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
		1.25·PP	N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006
		PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
			N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mz	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N8/N7	Aço enformado	PP	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
		1.25·PP	N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006
		PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N4/N3	Aço enformado	PP	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	-0.002	-0.002	-0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		1.25·PP	N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	-0.003	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006
		PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
			Vy	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004

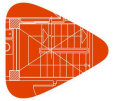


# Listagens

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	-0.002	-0.002	-0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		1.25·PP+1.5·SOBRE.1	N	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
			Vy	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
			Mz	-0.003	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006

## 3.2.1.1.3.- Envoltentes

Envoltentes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N3/N7	Aço enformado	N <sub>min</sub>	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		N <sub>máx</sub>	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.016	-0.011	-0.008	-0.005	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		Vz <sub>máx</sub>	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	-0.006	0.000	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.006
		My <sub>máx</sub>	-0.005	0.000	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	-0.002	-0.005
		Mz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



## Listagens

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.417 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N4/N8	Aço enformado	$N_{\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$N_{\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.016	-0.011	-0.008	-0.005	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		$V_{z\max}$	-0.013	-0.009	-0.007	-0.004	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.007	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.004	-0.007
		$M_{y\max}$	-0.005	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N5/N6	Aço enformado	$N_{\min}$	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		$N_{\max}$	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		$V_{y\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z\min}$	-0.016	-0.014	-0.008	-0.005	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		$V_{z\max}$	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.006	-0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.006
		$M_{y\max}$	-0.005	-0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	-0.002	-0.005
		$M_{z\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



# Listagens

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.208 m	0.625 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	1.875 m	2.292 m	2.500 m
N1/N2	Aço enformado	N <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.016	-0.014	-0.008	-0.005	0.000	0.004	0.007	0.011	0.013
		Vz <sub>máx</sub>	-0.013	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.005	0.008	0.014	0.016
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	-0.007	-0.004	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.004	-0.007
		My <sub>máx</sub>	-0.005	-0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.003	-0.005
		Mz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.999 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
N1/N6	Aço enformado	N <sub>min</sub>	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
		N <sub>máx</sub>	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy <sub>min</sub>	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy <sub>máx</sub>	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

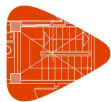




# Listagens

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.200 m	0.399 m	0.799 m	0.999 m	1.198 m	1.598 m	1.797 m	1.997 m
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\min}}$	-0.003	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		$M_{z_{\max}}$	-0.002	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006

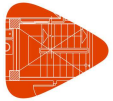
Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N2/N5	Aço enformado	$N_{\min}$	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
		$N_{\max}$	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		$V_{y_{\min}}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		$V_{y_{\max}}$	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		$V_{z_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$V_{z_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\min}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y_{\max}}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z_{\min}}$	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006
		$M_{z_{\max}}$	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005



# Listagens

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N8/N7	Aço enformado	N <sub>min</sub>	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
		N <sub>máx</sub>	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy <sub>min</sub>	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vy <sub>máx</sub>	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My <sub>máx</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz <sub>min</sub>	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006
		Mz <sub>máx</sub>	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005

Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
N4/N3	Aço enformado	N <sub>min</sub>	-0.042	-0.040	-0.037	-0.032	-0.029	-0.027	-0.022	-0.019	-0.016
		N <sub>máx</sub>	-0.034	-0.032	-0.030	-0.026	-0.024	-0.021	-0.017	-0.015	-0.013
		Vy <sub>min</sub>	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy <sub>máx</sub>	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		Vz <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My <sub>min</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		My <sub>máx</sub>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mz <sub>min</sub>	-0.003	-0.002	-0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005
		Mz <sub>máx</sub>	-0.003	-0.002	-0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005



Envolventes dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.199 m	0.398 m	0.796 m	0.995 m	1.194 m	1.592 m	1.791 m	1.990 m
		MZ <sub>máx</sub>	-0.002	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006

### 3.2.1.2.- Resistência

Referências:

N: Esforço axial (t)

Vy: Esforço transversal segundo o eixo local Y da barra. (t)

Vz: Esforço transversal segundo o eixo local Z da barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector no plano 'XZ' (rotação da secção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)

Mz: Momento flector no plano 'XY' (rotação da secção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)

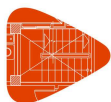
Os esforços indicados são os correspondentes à combinação desfavorável, ou seja, aquela que solicita a máxima resistência da secção.

Origem dos esforços desfavoráveis:

- G: Verticais
- GV: Verticais + vento
- GSis: Verticais + sismo
- GVSis: Verticais + vento + sismo

$\eta$ : Aproveitamento da resistência. A barra cumpre as condições de resistência do regulamento se cumprir que  $\eta \leq 100$  %.

Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N3/N7	0.39	0.000	-0.005	0.000	-0.016	0.000	-0.006	0.000	G	Verifica
N4/N8	0.39	0.000	0.000	0.000	-0.016	0.000	-0.007	0.000	G	Verifica
N5/N6	0.39	2.500	-0.004	0.000	0.016	0.000	-0.006	0.000	G	Verifica
N1/N2	0.39	0.000	0.000	0.000	-0.016	0.000	-0.007	0.000	G	Verifica
N1/N6	0.24	0.000	-0.042	-0.005	0.000	0.000	0.000	-0.003	G	Verifica



# Listagens

Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N2/N5	0.24	0.000	-0.042	0.005	0.000	0.000	0.000	0.003	G	Verifica
N8/N7	0.24	0.000	-0.042	0.005	0.000	0.000	0.001	0.003	G	Verifica
N4/N3	0.24	0.000	-0.042	-0.005	0.000	0.000	0.001	-0.003	G	Verifica

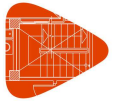
## 3.2.1.3.- Flechas

Referências:

Pos.: Valor da coordenada sobre o eixo 'X' local do grupo de flecha no ponto onde se produz o valor máximo da flecha.

L.: Distância entre dois pontos de corte consecutivos da deformada com a recta que une os nós extremos do grupo de flecha.

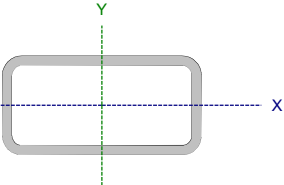
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N7	1.250	0.00	1.250	0.15	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.250	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N4/N8	0.000	0.00	1.250	0.10	0.000	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N5/N6	0.000	0.00	1.250	0.15	0.000	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N1/N2	0.000	0.00	1.250	0.10	0.000	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	1.250	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N1/N6	1.398	0.02	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.398	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N2/N5	1.393	0.02	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.393	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N8/N7	1.393	0.02	0.995	0.03	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.393	L/(>1000)	0.995	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

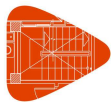


Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	1.393	0.02	0.995	0.03	0.000	0.00	0.000	0.00
N4/N3	1.393	L/(>1000)	0.995	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

### 3.2.1.4.- Verificações E.L.U. (Completa)

Barra N3/N7

Perfil: vigas Material: Aço (A-36)							
	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm4)
	N3	N7	2.500	13.34	51.97	157.28	134.46
	Notas: <sup>(1)</sup> Inércia relativamente ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
		Encurvadura		Encurvadura lateral			
		Plano ZX	Plano ZY	Banzo sup.	Banzo inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	2.500	2.500	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	-	-		
	C <sub>b</sub>	-		1.000			
Anotação: β: Coeficiente de encurvadura L <sub>K</sub> : Comprimento de encurvadura (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificação para o momento crítico							

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{\quad 6 \quad} \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 30.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

Elemento: Alma

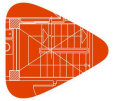
Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{\quad 16 \quad} \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 80.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{126.7} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{72.8} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{2.500} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{2.500} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tração.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

O esforço actuante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de acções 1.25·PP.

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.005} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma$$

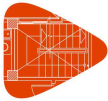
$$N_{c,Rd} : \underline{12.796} \text{ t}$$

Em que:

$$\rho: \text{Fator de redução associado à flambagem, } \rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0.5}} \leq 1$$

$$\rho_{xx} : \underline{0.41}$$

$$\rho_{yy} : \underline{0.79}$$



Sendo:

$$\beta = 0.5 \left[ 1 + \alpha (\lambda_0 - 0.2) + \lambda_0^2 \right]$$

Onde  $\alpha$  é o fator de imperfeição inicial conforme tabela 7.

$\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[ \frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

$N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 7.7.2.

$A_{ef}$ : Área efectiva da secção transversal da barra.

$f_y$ : Limite elástico.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

Não é necessário, dado que o comprimento efetivo de flambagem por torção,  $K_t L_t$ , é nula.

Em que:

$I_x$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo X.

$I_y$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo Y.

$$\beta_{xx} : \underline{1.62}$$

$$\beta_{yy} : \underline{0.89}$$

$$\alpha_{xx} : \underline{0.21}$$

$$\alpha_{yy} : \underline{0.21}$$

$$\lambda_{0, xx} : \underline{1.41}$$

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.81}$$

$$A_{ef} : \underline{13.34} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$N_e : \underline{17.150} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \underline{17.150} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \underline{51.901} \text{ t}$$

$$I_x : \underline{51.97} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{157.28} \text{ cm}^4$$





**E:** Módulo de elasticidade.

**$K_x L_x$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

**E :** 2089704 kgf/cm<sup>2</sup>

**$K_x L_x$  :** 2.500 m

**$K_y L_y$  :** 2.500 m

## **Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

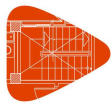
A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

**Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se no nó N3, para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.016} \quad t$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.008} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{2.085} \quad t$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{6.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t:** Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \quad mm$$

**h:** Largura da alma.

$$h : \underline{30.00} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>:** Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E:** Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \quad kgf/cm^2$$

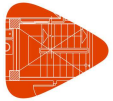
**γ:** Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>:** Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

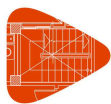
Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



# Listagens

Barra N4/N8

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**

<

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 30.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

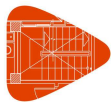
Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 80.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

É recomendado que o índice de esbeltez  $\lambda$  das barras tracionadas não exceda o valor 300.

$$\lambda = KL/r < 300$$

$$\lambda_{xx} : \underline{126.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \underline{72.8} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \underline{2.500} \text{ m}$$
$$K_y L_y : \underline{2.500} \text{ m}$$
$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$
$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tracção.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

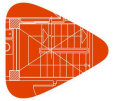
A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de compressão.

**Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

**Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se no nó N4, para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.016} \quad t$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.008} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{2.085} \quad t$$

para  $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

para  $^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$

$$h/t : \underline{6.00}$$

para  $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \quad mm$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{30.00} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>**: Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \quad kgf/cm^2$$

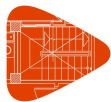
$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.





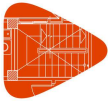
# Listagens

Barra N5/N6

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm4)
N5	N6	2.500	13.34	51.97	157.28	134.46
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inércia relativamente ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
	Encurvadura		Encurvadura lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Banzo sup.	Banzo inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	2.500	2.500	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	-	-		
C <sub>b</sub>	-		1.000			
<b>Anotação:</b> β: Coeficiente de encurvadura L <sub>K</sub> : Comprimento de encurvadura (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificação para o momento crítico						

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 30.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

Elemento: Alma

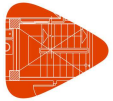
Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 80.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{126.7} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{72.8} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{2.500} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{2.500} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tração.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

O esforço actuante de cálculo desfavorável produz-se no nó N5, para a combinação de acções 1.25·PP.

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.005} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma$$

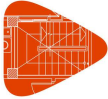
$$N_{c,Rd} : \underline{12.796} \text{ t}$$

Em que:

$$\rho: \text{Fator de redução associado à flambagem, } \rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0.5}} \leq 1$$

$$\rho_{xx} : \underline{0.41}$$

$$\rho_{yy} : \underline{0.79}$$



Sendo:

$$\beta = 0.5 \left[ 1 + \alpha (\lambda_0 - 0.2) + \lambda_0^2 \right]$$

Onde  $\alpha$  é o fator de imperfeição inicial conforme tabela 7. $\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[ \frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

 $N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 7.7.2. $A_{ef}$ : Área efectiva da secção transversal da barra. $f_y$ : Limite elástico. $\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

Não é necessário, dado que o comprimento efetivo de flambagem por torção,  $K_t L_t$ , é nula.

Em que:

 $I_x$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo X. $I_y$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo Y.

$$\beta_{xx} : \underline{1.62}$$

$$\beta_{yy} : \underline{0.89}$$

$$\alpha_{xx} : \underline{0.21}$$

$$\alpha_{yy} : \underline{0.21}$$

$$\lambda_{0, xx} : \underline{1.41}$$

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.81}$$

$$A_{ef} : \underline{13.34} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$N_e : \underline{17.149} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \underline{17.149} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \underline{51.901} \text{ t}$$

$$I_x : \underline{51.97} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{157.28} \text{ cm}^4$$



**E:** Módulo de elasticidade.

**$K_x L_x$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

**E :** 2089704 kgf/cm<sup>2</sup>

**$K_x L_x$  :** 2.500 m

**$K_y L_y$  :** 2.500 m

## **Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

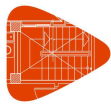
A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

**Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se no nó N6, para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.016} \quad t$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.008} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{2.085} \quad t$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{6.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t:** Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \quad mm$$

**h:** Largura da alma.

$$h : \underline{30.00} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>:** Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E:** Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \quad kgf/cm^2$$

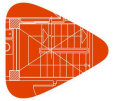
**γ:** Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>:** Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

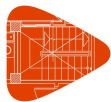
Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



# Listagens

Barra N1/N2

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**



**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 30.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

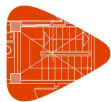
Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 80.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

É recomendado que o índice de esbeltez  $\lambda$  das barras tracionadas não exceda o valor 300.

$$\lambda = KL/r < 300$$

$$\lambda_{xx} : \underline{126.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \underline{72.8} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \underline{2.500} \text{ m}$$
$$K_y L_y : \underline{2.500} \text{ m}$$
$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$
$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tracção.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

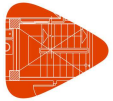
A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de compressão.

**Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

**Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se no nó N1, para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.016} \quad t$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.008} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{2.085} \quad t$$

para  $^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

para  $^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$

$$h/t : \underline{6.00}$$

para  $^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \quad mm$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{30.00} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>**: Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \quad kgf/cm^2$$

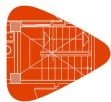
$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

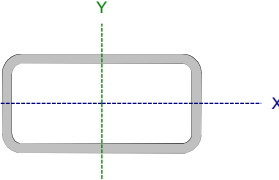
A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



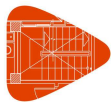
# Listagens

Barra N1/N6

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm4)
N1	N6	1.997	13.34	51.97	157.28	134.46
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inércia relativamente ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
	Encurvadura		Encurvadura lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Banzo sup.		Banzo inf.	
β	1.00	1.00	0.00		0.00	
L <sub>K</sub>	1.997	1.997	0.000		0.000	
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	-		-	
C <sub>b</sub>	-		1.000			
<b>Anotação:</b> β: Coeficiente de encurvadura L <sub>K</sub> : Comprimento de encurvadura (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificação para o momento crítico						

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 30.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

Elemento: Alma

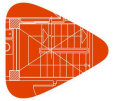
Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 80.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{101.2} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{58.2} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{1.997} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{1.997} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tração.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço actuante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de acções 1.25·PP.

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.042} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma$$

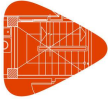
$$N_{c,Rd} : \underline{17.902} \text{ t}$$

Em que:

$$\rho: \text{Fator de redução associado à flambagem, } \rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0.5}} \leq 1$$

$$\rho_{xx} : \underline{0.58}$$

$$\rho_{yy} : \underline{0.87}$$



Sendo:

$$\beta = 0.5 \left[ 1 + \alpha (\lambda_0 - 0.2) + \lambda_0^2 \right]$$

Onde  $\alpha$  é o fator de imperfeição inicial conforme tabela 7.

$\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[ \frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

$N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 7.7.2.

$A_{ef}$ : Área efectiva da secção transversal da barra.

$f_y$ : Limite elástico.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

Não é necessário, dado que o comprimento efetivo de flambagem por torção,  $K_t L_t$ , é nula.

Em que:

$I_x$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo X.

$I_y$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo Y.

$$\beta_{xx} : \underline{1.23}$$

$$\beta_{yy} : \underline{0.76}$$

$$\alpha_{xx} : \underline{0.21}$$

$$\alpha_{yy} : \underline{0.21}$$

$$\lambda_{0, xx} : \underline{1.12}$$

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.65}$$

$$A_{ef} : \underline{13.34} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$N_e : \underline{26.877} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \underline{26.877} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \underline{81.340} \text{ t}$$

$$I_x : \underline{51.97} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{157.28} \text{ cm}^4$$





**E**: Módulo de elasticidade.

**$K_x L_x$** : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

**E** : 2089704 kgf/cm<sup>2</sup>

**$K_x L_x$**  : 1.997 m

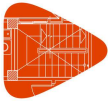
**$K_y L_y$**  : 1.997 m

## **Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.005} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.002} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{5.560} \text{ t}$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{16.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{80.00} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \text{ kgf/cm}^2$$

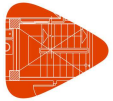
**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

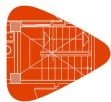
Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

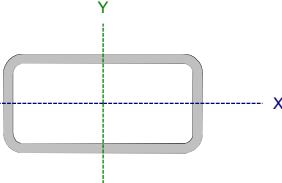
A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



# Listagens

Barra N2/N5

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm4)
N2	N5	1.990	13.34	51.97	157.28	134.46
Notas: <sup>(1)</sup> Inércia relativamente ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
	Encurvadura		Encurvadura lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Banzo sup.	Banzo inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>κ</sub>	1.990	1.990	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	-	-		
C <sub>b</sub>	-		1.000			
Anotação: β: Coeficiente de encurvadura L <sub>κ</sub> : Comprimento de encurvadura (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificação para o momento crítico						

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 30.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

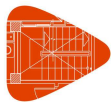
Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 80.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{100.8} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{58.0} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{1.990} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{1.990} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tracção.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço actuante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de acções 1.25·PP.

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.042} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma$$

$$N_{c,Rd} : \underline{17.984} \text{ t}$$

Em que:

$$\rho: \text{Fator de redução associado à flambagem, } \rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0.5}} \leq 1$$

$$\rho_{xx} : \underline{0.58}$$

$$\rho_{yy} : \underline{0.87}$$



Sendo:

$$\beta = 0.5 \left[ 1 + \alpha (\lambda_0 - 0.2) + \lambda_0^2 \right]$$

Onde  $\alpha$  é o fator de imperfeição inicial conforme tabela 7. $\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[ \frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

 $N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 7.7.2. $A_{ef}$ : Área efectiva da secção transversal da barra. $f_y$ : Limite elástico. $\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

Não é necessário, dado que o comprimento efetivo de flambagem por torção,  $K_t L_t$ , é nula.

Em que:

 $I_x$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo X. $I_y$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo Y.

$$\beta_{xx} : 1.22$$

$$\beta_{yy} : 0.75$$

$$\alpha_{xx} : 0.21$$

$$\alpha_{yy} : 0.21$$

$$\lambda_{0, xx} : 1.12$$

$$\lambda_{0, yy} : 0.64$$

$$A_{ef} : 13.34 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 2548.42 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : 1.1$$

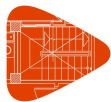
$$N_e : 27.066 \text{ t}$$

$$N_{ex} : 27.066 \text{ t}$$

$$N_{ey} : 81.913 \text{ t}$$

$$I_x : 51.97 \text{ cm}^4$$

$$I_y : 157.28 \text{ cm}^4$$



**E:** Módulo de elasticidade.

**$K_x L_x$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

**E :** 2089704 kgf/cm<sup>2</sup>

**$K_x L_x$  :** 1.990 m

**$K_y L_y$  :** 1.990 m

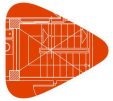
## **Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.



**Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.005} \quad t$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.002} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{5.560} \quad t$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{16.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \quad \text{mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{80.00} \quad \text{mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad \text{kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \quad \text{kgf/cm}^2$$

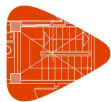
**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interacção entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interacção entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

Não há interacção entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interacção entre o esforço axial de tracção e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

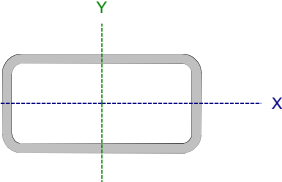
A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



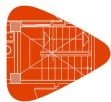
# Listagens

Barra N8/N7

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm4)
N8	N7	1.990	13.34	51.97	157.28	134.46
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inércia relativamente ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
	Encurvadura		Encurvadura lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Banzo sup.	Banzo inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>k</sub>	1.990	1.990	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	-	-		
C <sub>b</sub>	-		1.000			
<b>Anotação:</b> β: Coeficiente de encurvadura L <sub>k</sub> : Comprimento de encurvadura (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificação para o momento crítico						

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 30.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

Elemento: Alma

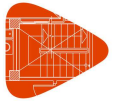
Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b/t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.**b** : 80.00 mm**t:** A espessura.**t** : 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{100.8} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{58.0} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{1.990} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{1.990} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tração.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço actuante de cálculo desfavorável produz-se no nó N8, para a combinação de acções 1.25·PP.

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.042} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma$$

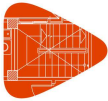
$$N_{c,Rd} : \underline{17.984} \text{ t}$$

Em que:

$$\rho: \text{Fator de redução associado à flambagem, } \rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0.5}} \leq 1$$

$$\rho_{xx} : \underline{0.58}$$

$$\rho_{yy} : \underline{0.87}$$



Sendo:

$$\beta = 0.5 \left[ 1 + \alpha (\lambda_0 - 0.2) + \lambda_0^2 \right]$$

Onde  $\alpha$  é o fator de imperfeição inicial conforme tabela 7.

$\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[ \frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

$N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 7.7.2.

$A_{ef}$ : Área efectiva da secção transversal da barra.

$f_y$ : Limite elástico.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

Não é necessário, dado que o comprimento efetivo de flambagem por torção,  $K_t L_t$ , é nula.

Em que:

$I_x$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo X.

$I_y$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo Y.

$$\beta_{xx} : \underline{1.22}$$

$$\beta_{yy} : \underline{0.75}$$

$$\alpha_{xx} : \underline{0.21}$$

$$\alpha_{yy} : \underline{0.21}$$

$$\lambda_{0, xx} : \underline{1.12}$$

$$\lambda_{0, yy} : \underline{0.64}$$

$$A_{ef} : \underline{13.34} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$N_e : \underline{27.066} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \underline{27.066} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \underline{81.913} \text{ t}$$

$$I_x : \underline{51.97} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{157.28} \text{ cm}^4$$



**E**: Módulo de elasticidade.

**$K_x L_x$** : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

**E** : 2089704 kgf/cm<sup>2</sup>

**$K_x L_x$**  : 1.990 m

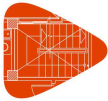
**$K_y L_y$**  : 1.990 m

## **Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.005} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.002} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{5.560} \text{ t}$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_vf_yE)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{16.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_vt^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{80.00} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \text{ kgf/cm}^2$$

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

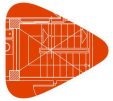
$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$





## **Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interação entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

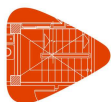
Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

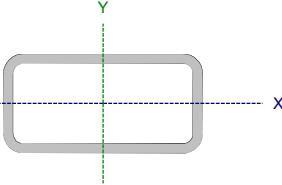
A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



# Listagens

Barra N4/N3

**Perfil: vigas****Material: Aço (A-36)**



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm4)	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm4)
N4	N3	1.990	13.34	51.97	157.28	134.46
Notas: <sup>(1)</sup> Inércia relativamente ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
	Encurvadura		Encurvadura lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Banzo sup.	Banzo inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>κ</sub>	1.990	1.990	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	-	-		
C <sub>b</sub>	-		1.000			
Anotação: β: Coeficiente de encurvadura L <sub>κ</sub> : Comprimento de encurvadura (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificação para o momento crítico						

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (NBR 14762: 2001 Artigo 7.1 Tabela 3)

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{6} \quad \checkmark$$

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 30.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

Elemento: Alma

Em elementos comprimidos com ambas as bordas vinculadas a elementos AA, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 500.

$$(b / t) \leq 500$$

$$(b/t) : \underline{16} \quad \checkmark$$

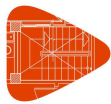
Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**b :** 80.00 mm

**t:** A espessura.

**t :** 5.00 mm

**Limitação de esbeltez** (NBR 14762: 2001, Itens 7.6.2 e 7.7.4)

O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda = KL/r < 200$$

$$\lambda_{xx} : \underline{100.8} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{58.0} \quad \checkmark$$

Em que:

$K_x L_x$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{1.990} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{1.990} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{1.97} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{3.43} \text{ cm}$$

**Resistência à tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.6)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tracção.

**Resistência à compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.7)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço actuante de cálculo desfavorável produz-se no nó N4, para a combinação de acções 1.25·PP.

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.042} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} = \rho A_{ef} f_y / \gamma$$

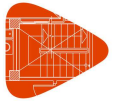
$$N_{c,Rd} : \underline{17.984} \text{ t}$$

Em que:

$$\rho: \text{Fator de redução associado à flambagem, } \rho = \frac{1}{\beta + (\beta^2 - \lambda_0^2)^{0.5}} \leq 1$$

$$\rho_{xx} : \underline{0.58}$$

$$\rho_{yy} : \underline{0.87}$$



Sendo:

$$\beta = 0.5 \left[ 1 + \alpha (\lambda_0 - 0.2) + \lambda_0^2 \right]$$

Onde  $\alpha$  é o fator de imperfeição inicial conforme tabela 7.

$\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_0 = \left[ \frac{A_{ef} f_y}{N_e} \right]^{0.5}$$

Sendo:

$N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 7.7.2.

$A_{ef}$ : Área efectiva da secção transversal da barra.

$f_y$ : Limite elástico.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 E I_x}{(K_x L_x)^2}$$

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$$

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

Não é necessário, dado que o comprimento efetivo de flambagem por torção,  $K_t L_t$ , é nula.

Em que:

$I_x$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo X.

$I_y$ : Momento de inércia da secção bruta em relação ao eixo Y.

$$\beta_{xx} : 1.22$$

$$\beta_{yy} : 0.75$$

$$\alpha_{xx} : 0.21$$

$$\alpha_{yy} : 0.21$$

$$\lambda_{0, xx} : 1.12$$

$$\lambda_{0, yy} : 0.64$$

$$A_{ef} : 13.34 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 2548.42 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : 1.1$$

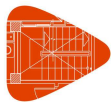
$$N_e : 27.066 \text{ t}$$

$$N_{ex} : 27.066 \text{ t}$$

$$N_{ey} : 81.913 \text{ t}$$

$$I_x : 51.97 \text{ cm}^4$$

$$I_y : 157.28 \text{ cm}^4$$



**E:** Módulo de elasticidade.

**$K_x L_x$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$ :** Comprimento efectivo de encurvadura por flexão em relação ao eixo Y.

**E :** 2089704 kgf/cm<sup>2</sup>

**$K_x L_x$  :** 1.990 m

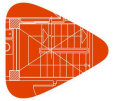
**$K_y L_y$  :** 1.990 m

## **Resistência à flexão eixo X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

## **Resistência à flexão eixo Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento flector.

**Resistência ao esforço cortante X** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{w,Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

O esforço transversal solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se para a combinação de acções 1.25·PP.

$$V_{Sd} : \underline{0.005} \quad t$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.002} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{5.560} \quad t$$

$$\text{para } ^{(1)}h/t \leq 1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.6f_yht/\gamma$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{71.47}$$

$$\text{para } ^{(2)}1.08(Ek_v/f_y)^{0.5} < h/t \leq 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = 0.65t^2(k_v f_y E)^{0.5}/\gamma$$

$$h/t : \underline{16.00}$$

$$\text{para } ^{(3)}h/t > 1.4(Ek_v/f_y)^{0.5} \rightarrow V_{Rd} = [0.905Ek_v t^3/h]/\gamma$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{92.64}$$

Em que:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{5.00} \quad mm$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{80.00} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>**: Limite elástico.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2089704} \quad kgf/cm^2$$

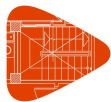
**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$k_v = 5.34$$



## **Resistência ao esforço cortante Y** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.2)

A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso.

## **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interacção entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.8.3)

Não há interacção entre o momento fletor e o esforço transversal para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à flexo-compressão** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.2)

Não há interacção entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

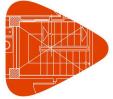
## **Resistência à flexo-tração** (NBR 14762: 2001, Artigo 7.9.3)

Não há interacção entre o esforço axial de tracção e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária.

## **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



**3.2.1.5.- Verificações E.L.U. (Resumido)**

Barras	VERIFICAÇÕES (NBR 14762: 2001)													Estado
	b/t	$\lambda$	$N_t$	$N_c$	$M_x$	$M_y$	$V_x$	$V_y$	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	$M_t$	
N3/N7	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0.1$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.4$
N4/N8	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 300.0$ $\lambda_{yy} \leq 300.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	$N_{c,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(8)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.4$
N5/N6	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 0.4$	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.4$
N1/N2	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 300.0$ $\lambda_{yy} \leq 300.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	$N_{c,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(8)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.4$
N1/N6	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.2$
N2/N5	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.2$
N8/N7	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.2$
N4/N3	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_w/t) \leq 500$ Verifica	$\lambda_{xx} \leq 200.0$ $\lambda_{yy} \leq 200.0$ Verifica	$N_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.2$	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$M_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	$V_{Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(3)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(4)</sup>	N.A. <sup>(5)</sup>	N.A. <sup>(6)</sup>	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.A. <sup>(7)</sup>	<b>VERIFICA</b> $\eta = 0.2$



Barras	VERIFICAÇÕES (NBR 14762: 2001)													Estado
	b/t	$\lambda$	$N_t$	$N_c$	$M_x$	$M_y$	$V_x$	$V_y$	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	$M_t$	
Anotação: <i>b/t</i> : Valores máximos da relação comprimento-espessura <i>λ</i> : Limitação de esbeltez <i>N<sub>t</sub></i> : Resistência à tração <i>N<sub>c</sub></i> : Resistência à compressão <i>M<sub>x</sub></i> : Resistência à flexão eixo X <i>M<sub>y</sub></i> : Resistência à flexão eixo Y <i>V<sub>x</sub></i> : Resistência ao esforço cortante X <i>V<sub>y</sub></i> : Resistência ao esforço cortante Y <i>M<sub>x</sub>V<sub>y</sub></i> : Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados <i>M<sub>y</sub>V<sub>x</sub></i> : Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados <i>N<sub>c</sub>M<sub>x</sub>M<sub>y</sub></i> : Resistência à flexo-compressão <i>N<sub>t</sub>M<sub>x</sub>M<sub>y</sub></i> : Resistência à flexo-tração <i>M<sub>t</sub></i> : Resistência à torção <i>x</i> : Distância à origem da barra <i>η</i> : Coeficiente de aproveitamento (%) <i>N.A.</i> : Não aplicável														
Verificações que não são necessárias (N.A.): <sup>(1)</sup> A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de tracção. <sup>(2)</sup> A verificação não é necessária, já que não existe momento fletor. <sup>(3)</sup> A verificação não é necessária, já que não existe esforço tansverso. <sup>(4)</sup> Não há interação entre o momento fletor e o esforço transverso para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária. <sup>(5)</sup> Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária. <sup>(6)</sup> Não há interação entre o esforço axial de tracção e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não é necessária. <sup>(7)</sup> A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor. <sup>(8)</sup> A verificação não é necessária, já que não existe esforço axial de compressão.														

## 4.- FUNDAÇÃO

### 4.1.- Elementos de fundação isolados

#### 4.1.1.- Descrição

Referências	Geometria	Armadura
Z(0.30, 4.02) e Z(4.32, 3.99)	Sapata quadrada Largura: 100.0 cm Altura: 30.0 cm	X: 10Ø4.2a/10 Y: 10Ø4.2a/10

#### 4.1.2.- Medição



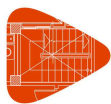
Referências: Z(0.30, 4.02) e Z(4.32, 3.99)		CA-60	Total
Nome da armadura		Ø4.2	
Malha inferior - Armadura X	Comprimento (m)	10x1.35	13.50
	Peso (kg)	10x0.15	1.47
Malha inferior - Armadura Y	Comprimento (m)	10x1.34	13.40
	Peso (kg)	10x0.15	1.46
Totais	Comprimento (m)	26.90	
	Peso (kg)	2.93	2.93
Total com perdas (10.00%)	Comprimento (m)	29.59	
	Peso (kg)	3.22	3.22

Resumo de medição (incluem-se perdas de aço)

Elemento	CA-60 (kg)	Betão (m³)	
	Ø4.2	C20, em geral	Limpeza
Referências: Z(0.30, 4.02) e Z(4.32, 3.99)	2x3.22	2x0.30	2x0.10
Totais	6.44	0.60	0.20

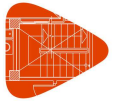
#### 4.1.3.- Verificação

Referência: Z(0.30, 4.02)		
Dimensões: 100 x 100 x 30		
Armaduras: Xi:Ø4.2a/10 Yi:Ø4.2a/10		
Verificação	Valores	Estado
Altura mínima: <i>Critério de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Verifica
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direcção X:	Calculado: 0.0005	Não verifica
- Armadura inferior direcção Y:	Calculado: 0.0005	Não verifica
Diâmetro mínimo dos varões: - Malha inferior: <i>Critério de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 4.2 mm	Não verifica
Afastamento máximo entre varões: <i>Critério de CYPE Ingenieros</i> - Armadura inferior direcção X:	Máximo: 30 cm Calculado: 10 cm	Verifica

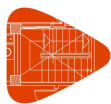


## Listagens

Referência: Z(0.30, 4.02)		
Dimensões: 100 x 100 x 30		
Armaduras: Xi:Ø4.2a/10 Yi:Ø4.2a/10		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direcção Y:	Calculado: 10 cm	Verifica
Afastamento mínimo entre varões:	Mínimo: 10 cm	
<i>Critério de CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armadura inferior direcção X:	Calculado: 10 cm	Verifica
- Armadura inferior direcção Y:	Calculado: 10 cm	Verifica
Comprimento de amarração:	Mínimo: 0 cm	
<i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armadura inf. direcção X para a dir:	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção X para a esq:	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para cima:	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para baixo:	Calculado: 0 cm	Verifica
Comprimento mínimo das patilhas:	Mínimo: 5 cm	
- Armadura inf. direcção X para a dir:	Calculado: 22 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção X para a esq:	Calculado: 22 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para cima:	Calculado: 22 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para baixo:	Calculado: 22 cm	Verifica
Existem verificações que não se cumprem		
Avisos:		
- Sobre a sapata calculada não actuam cargas		
- Sobre esta sapata não apoia nenhum pilar.		
Referência: Z(4.32, 3.99)		
Dimensões: 100 x 100 x 30		
Armaduras: Xi:Ø4.2a/10 Yi:Ø4.2a/10		
Verificação	Valores	Estado
Altura mínima:	Mínimo: 15 cm	
<i>Critério de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 30 cm	Verifica
Quantidade geométrica mínima:	Mínimo: 0.001	
<i>Critério de CYPE Ingenieros</i>		



Referência: Z(4.32, 3.99)		
Dimensões: 100 x 100 x 30		
Armaduras: Xi:Ø4.2a/10 Yi:Ø4.2a/10		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inferior direcção X:	Calculado: 0.0005	Não verifica
- Armadura inferior direcção Y:	Calculado: 0.0005	Não verifica
Diâmetro mínimo dos varões:	Mínimo: 10 mm	
- Malha inferior: <i>Critério de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 4.2 mm	Não verifica
Afastamento máximo entre varões:	Máximo: 30 cm	
<i>Critério de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 10 cm	Verifica
- Armadura inferior direcção X:	Calculado: 10 cm	Verifica
- Armadura inferior direcção Y:		
Afastamento mínimo entre varões:	Mínimo: 10 cm	
<i>Critério de CYPE Ingenieros, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Calculado: 10 cm	Verifica
- Armadura inferior direcção X:	Calculado: 10 cm	Verifica
- Armadura inferior direcção Y:		
Comprimento de amarração:	Mínimo: 0 cm	
<i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção X para a dir:	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção X para a esq:	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para cima:	Calculado: 0 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para baixo:	Calculado: 0 cm	Verifica
Comprimento mínimo das patilhas:	Mínimo: 5 cm	
- Armadura inf. direcção X para a dir:	Calculado: 22 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção X para a esq:	Calculado: 22 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para cima:	Calculado: 22 cm	Verifica
- Armadura inf. direcção Y para baixo:	Calculado: 22 cm	Verifica
Existem verificações que não se cumprem		
Avisos:		
- Sobre a sapata calculada não actuam cargas		
- Sobre esta sapata não apoia nenhum pilar.		



## 4.2.- Vigas

### 4.2.1.- Descrição

Referências	Geometria	Armadura
C [Z(0.30, 4.02)-Z(4.32, 3.99)]	Largura: 40.0 cm Altura: 40.0 cm	Superior: 2Ø12.5 CA-50 Inferior: 2Ø12.5 CA-50 Estribos: 1xØ8 CA-50a/30

### 4.2.2.- Medição

Referência: C [Z(0.30, 4.02)-Z(4.32, 3.99)]		CA-50		Total
Nome da armadura		Ø8	Ø12.5	
Armadura viga - Armadura inferior	Comprimento (m)		2x4.28	8.56
	Peso (kg)		2x4.12	8.24
Armadura viga - Armadura superior	Comprimento (m)		2x4.34	8.68
	Peso (kg)		2x4.18	8.36
Armadura viga - Estribo	Comprimento (m)	12x1.33		15.96
	Peso (kg)	12x0.53		6.30
Totais	Comprimento (m)	15.96	17.24	
	Peso (kg)	6.30	16.60	22.90
Total com perdas (10.00%)	Comprimento (m)	17.56	18.96	
	Peso (kg)	6.93	18.26	25.19

Resumo de medição (incluem-se perdas de aço)

Elemento	CA-50 (kg)			Betão (m³)	
	Ø8	Ø12.5	Total	C20, em geral	Limpeza
Referência: C [Z(0.30, 4.02)-Z(4.32, 3.99)]	6.93	18.26	25.19	0.53	0.12
Totais	6.93	18.26	25.19	0.53	0.12

**4.2.3.- Verificação**

Referência: C.1 [Z(0.30, 4.02)-Z(4.32, 3.99)] (Lintel)

-Dimensões: 40.0 cm x 40.0 cm

-Armadura superior: 2Ø12.5 CA-50

-Armadura inferior: 2Ø12.5 CA-50

-Estribos: 1xØ8 CA-50a/30

Verificação	Valores	Estado
Diâmetro mínimo dos estribos:	Mínimo: 4.2 mm Calculado: 8 mm	Verifica
Afastamento mínimo entre estribos: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 18.3.2.2</i>	Mínimo: 3.6 cm Calculado: 29.2 cm	Verifica
Afastamento mínimo armadura longitudinal: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 18.3.2.2</i>	Mínimo: 3.6 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.9 cm	Verifica
- Armadura inferior:	Calculado: 25.9 cm	Verifica
Afastamento máximo estribos:	Máximo: 30 cm	
- Sem esforços transversos: <i>Ponto 44.2.3.4.1 da norma EHE-98</i>	Calculado: 30 cm	Verifica
Afastamento máximo armadura longitudinal: <i>Ponto 42.3.1 da norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 25.9 cm	Verifica
- Armadura inferior:	Calculado: 25.9 cm	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		