

**NAVE PEGOS COMÉRCIO E MANUTENÇÃO DE
EMBARCAÇÕES, LDA**

QUINTA DO PROGRESSO, FARO

**AMPLIAÇÃO E REQUALIFICAÇÃO DE ESTALEIRO
NAVAL, INCLUINDO PARQUEAMENTO A NADO E
MODERNIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES**

PROJETO DE ESTABILIDADE

[LICENCIAMENTO]



IDES LDA

Sede:
Rua Dona Glória Barata Rodrigues,
Lote 60, Loja 4, 2415-575 Leiria
geral@ides.com.pt
tel. 244 043 576 | tlm. 913 230 943

Filial:
Loteamento Industrial de Loulé, Área
B, Lote 13, - Sala Algibre
8100-272 Loulé
geral.algarve@ides.com.pt
tel. 289 150 305 | tlm. 917 499 196

ÍNDICE GERAL

1.	ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO.....	1
2.	VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA	3

MEMÓRIA DE CÁLCULO

1. ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO

1.1. CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

A determinação do valor de cálculo dos esforços resistentes das secções de betão armado sujeitas a tração, compressão, flexão simples ou flexão composta plana ou desviada será efetuada admitindo as seguintes hipóteses:

- Hipótese de Navier-Bernoulli;
- O betão não resiste à tração;
- As leis tensão-deformação são as definidas no Eurocódigo 2;
- A extensão máxima de encurtamento no betão é limitada a 3.5×10^{-3} , excepto quando toda a secção estiver sujeita a tensões de compressão, situação em que tal valor limite variará gradualmente entre 3.5×10^{-3} e 2×10^{-3} , correspondendo este último valor ao caso em que as extensões são uniformes em toda a secção;
- A extensão máxima de alongamento das armaduras é limitada a 10×10^{-3} .

1.2. VERIFICAÇÃO AO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE FLEXÃO

Para as verificações aos estados limites últimos de flexão foram considerados os esforços atuantes correspondentes à Combinação Envolvente de ações resultantes dos modelos globais do edifício.

Para o cálculo dos momentos-fletores resistentes, recorreu-se ao método do diagrama retangular que permite simular, de forma simples, a resultante das tensões de compressão no betão.

De realçar que, para um bom dimensionamento, tentou-se ao máximo limitar o valor do momento-fletor reduzido (μ) a 0.20, sendo este dado pela seguinte expressão:

$$\mu = \frac{Msd}{bd^2fcd}$$

1.3. VERIFICAÇÃO AO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE ESFORÇO TRANSVERSO

Efetuu-se a verificação ao estado limite último de esforço transversal com base no Eurocódigo 2. Assim, de acordo com o parágrafo 6.2.2 do "EC2", para elementos que não necessitam de armadura de esforço transversal, é necessário proceder-se à seguinte verificação:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k \left(100 \rho_L f_{ck} \right)^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d \geq 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

Em que:

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2, \text{ com } d \text{ em mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0.02$$

Em que A_{sl} representa a área de armadura de tração, prolongando-se não menos que $d + l_{b,net}$;

$K1 = 0,15$;

$\sigma_{cp} = \frac{Nsd}{Ac}$, Em que Nsd representa o esforço normal devido a cargas aplicadas e deve ser considerado positivo quando for compressão.

A verificação ao estado limite último de esforço transversal para elementos que necessitam de armadura de esforço transversal foi efetuada com base no parágrafo 6.2.3 (3) do "EC2":

$$\frac{A_{sw}}{S} \geq \frac{Vsd}{Z \cot \theta f_{syd}}$$

Sendo:

$\frac{A_{sw}}{S}$ - Área de aço por unidade de comprimento (armadura distribuída por m);

f_{syd} - Valor de cálculo da tensão de cedência da armadura de esforço transversal;

$Z = 0,9d$ - Sendo d a altura útil da secção;

$\theta = 30^\circ$ - Inclinação admitida para as bielas comprimidas na alma.

1.4. VERIFICAÇÃO AO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE PUNÇAMENTO

A verificação da segurança ao estado limite último de punçamento foi feita segundo o Eurocódigo 2, art. 6.4. O referido regulamento apresenta as seguintes expressões para a verificação da segurança ao punçamento:

Punçamento resistente sem armaduras

$$v_{Rd.c} = 0.12 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}$$

Em que:

$f_{ck} = 30$ Mpa (Betão C30/37);

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0, \text{ d em mm};$$

d - Altura útil da Laje;

ρ_l - Percentagem média das armaduras superiores da laje nas duas direções ortogonais.

Punçamento resistente com armaduras

$$v_{Rd.cs} = 0.75 v_{Rd.c} + 1.5 \cdot (d / S_r) / A_{sw} \cdot f_{ywd.ef} (1 / (u_1 \cdot d))$$

Em que,

U_1 - Perímetro crítico (a 2d do apoio);

A_{sw} - Área de um perímetro da armadura de punçamento à volta do pilar;

S_r - Espaçamento radial entre os perímetros;

$f_{ywd.ef}$ - Tensão efetiva para dimensionamento da armadura de punçamento de acordo com:

$$f_{ywd.ef} = 250 + 0,25d < f_{ywd} \text{ (MPa)}.$$

Resistência máxima

No perímetro adjacente ao pilar a resistência ao punçamento é limitada por:

$$v_{sd.ef} = \frac{\beta \cdot V_{sd}}{u_0 \cdot d} \leq v_{Rd.max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

Em que,

U_0 - Perímetro do pilar;

β - Coeficiente para contabilizar a excentricidade dos esforços, de acordo com a seguinte expressão:

$$\beta = 1 + 1.8 \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2}$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{1}{250}\right]$$

Com f_{ck} em (MPa)

$f_{cd} = 20$ MPa (Betão C30/37)

1.5. VERIFICAÇÕES REGULAMENTARES

As percentagens máximas e mínimas de armadura, espaçamento dos varões, diâmetro mínimo e todas as restantes disposições foram estabelecidos de acordo com o Eurocódigo 2, de forma a se poder dispensar a verificação ao estado limite de fendilhação.

2. VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA

O cálculo dos perfis metálicos foi feito recorrendo ao preconizado no Eurocódigo 3. Utilizou-se para tal o módulo automático de cálculo de perfis metálicos constante no programa de cálculo automático, devidamente testado em outros projetos já realizados.

2.1. VERIFICAÇÃO AO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE FLEXÃO

A verificação da segurança dos perfis metálicos à flexão foi feita de modo a garantir em todas as secções das vigas a seguinte condição:

$$M_{sd} < M_{rd}$$

Em que:

$$M_{rd} = \chi_{LT} \times \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

χ_{LT} - Parâmetro de redução da resistência do perfil de modo a ter em conta a Encurvadura por Flexão -Torção;
 W_{pl} - Módulo de Flexão plástico do perfil;
 f_y - Tensão de cedência do aço (S275JR);
 $\gamma_{M0} = 1,1$

2.2. VERIFICAÇÃO AO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE ESFORÇO TRANSVERSO

A verificação da segurança dos perfis metálicos ao esforço transverso foi feita de modo a garantir em todas as secções a seguinte condição:

$$V_{sd} < V_{rd}$$

Em que:

$$V_{rd} = A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}}$$

A_v - Área de corte da secção transversal do perfil
 f_y - Tensão de cedência do aço (S275JR)
 $\gamma_{M0} = 1.1$

2.3. VERIFICAÇÃO AO ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE FLEXÃO COMPOSTA

A verificação da segurança dos perfis metálicos à flexão composta desviada foi feita de modo a garantir em todas as suas secções a seguinte condição:

$$N_{sd} < N_{rd}$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi_m \times N_{pl} / \gamma_{M1}} + \frac{k_y \times M_{y,sd}}{\chi_{LT} \times M_{pl,y} / \gamma_{M1}} + \frac{k_z \times M_{z,sd}}{M_{pl,z} / \gamma_{M1}} < 1$$

Em que:

$$Nrd = \chi_m \times \frac{A \times fy}{\gamma M1}$$

χ_m - Parâmetro de redução da resistência do perfil de modo a ter em conta a Encurvadura por Compressão;

A – Área da secção do perfil;

Mpl,y,rd – Momento Resistente plástico segundo o eixo “forte” do perfil;

Mpl,z,rd – Momento Resistente plástico segundo o eixo “fraco” do perfil;

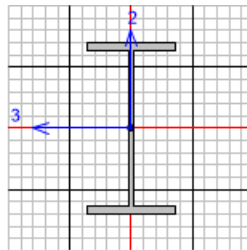
χ_{LT} – Parâmetro de redução da resistência do perfil de modo a ter em conta a instabilidade do perfil por Flexão-Torção;

Ky, Kz – Parâmetros que têm em conta o nível de esforço axial e o diagrama de momentos fletores instalados no perfil;

fy – Tensão de cedência do aço (S275JR);

$\gamma M1 = 1,1$.

PROJETO DE ESTABILIDADE
 Memória Descritiva e Justificativa



Units KN, m, C

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 3 X Mid: 3,188 Combo: COMB1 Design Type: Beam
 Length: 2,125 Y Mid: 0, Shape: IPE140 Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 2,125 Z Mid: 0, Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Consider Torsion? No

GammaM0=1, GammaM1=1, GammaM2=1,25
 An/Ag=1, RLLF=1, PLLF=0,75 D/C Lim=0,95

Aeff=0,002 eNy=0, eNz=0,
 A=0,002 Iyy=5,410E-06 iyy=0,057 Wel,yy=7,729E-05 Weff,yy=7,729E-05
 It=0, Izz=0, izz=0,017 Wel,zz=1,230E-05 Weff,zz=1,230E-05
 Iw=0, Iyz=0, h=0,14 Wpl,yy=8,830E-05 Av,y=0,001
 E=2100000000, fy=275000, fu=430000, Wpl,zz=1,920E-05 Av,z=7,118E-04

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2,125	0,	0,	0,	6,737	0,	0,

BPM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: 0,828 = 0, + 0,828 + 0, < 0,95 OK

$$= \frac{N_{Ed}}{(\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_{y,Rk}/\gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{(M_{z,Rk}/\gamma_{M1})}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Np1,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
Axial	0,	451,	451,	451,	507,744	606,468	606,468	1,
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd		
Major (y-y)	a	0,21	620,781	0,852	0,932	0,764	344,771	
MajorB (y-y)	a	0,21	620,781	0,852	0,932	0,764	344,771	
Minor (z-z)	b	0,34	51,521	2,959	5,346	0,102	46,029	
MinorB (z-z)	b	0,34	51,521	2,959	5,346	0,102	46,029	
Torsional TF	b	0,34	606,468	0,862	0,984	0,685	309,067	

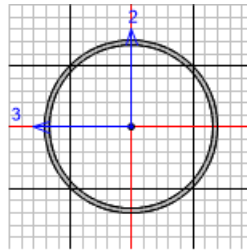
MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	0,	7,158	24,283	24,283	24,283	8,641
Minor (z-z)	0,	0,	5,28	5,28	5,28	

PROJETO DE ESTABILIDADE
Memória Descritiva e Justificativa

LTB	Curve a	AlphaLT 0,21	LambdaBarLT 1,541	PhiLT 1,827	ChiLT 0,356	Iw 0,	Mcr 10,232
Factors	kw 1,	C1 1,132	C2 0,459	C3 0,525			
	za 0,07	zs 0,	zg 0,07	zz 0,	zj 0,		
Factors		kyy 0,792	kyz 0,6	kzy 1,	kzz 1,		
		Ved Force	Vpl.Rd Capacity	Ved/Vpl.Rd Ratio	rho Factor		
Major (z)		6,737	113,008	0,06	1,		
Minor (y)		0,	166,211	0,	1,		
SHEAR DESIGN							
		Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	
Major (z)		6,737	0,	113,008	0,06	OK	
Minor (y)		0,	0,	166,211	0,	OK	
		Vpl,Rd Capacity	Eta Factor	Lambdabar Ratio	Chi Factor		
Minor (y)		113,008	1,2	0,336	1,2		
Major (y)		166,211	1,2	0,	1,		
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS							
		VMajor Left	VMajor Right				
Major (V2)		0,	6,737				

PROJETO DE ESTABILIDADE
 Memória Descritiva e Justificativa



Units KN, m, C

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 5 X Mid: 5,896 Combo: COMB1 Design Type: Column
 Length: 3,01 Y Mid: 6,261 Shape: CHS 244,5x6,3 Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 3,01 Z Mid: -1,5 Class: Class 1 Rolled : No

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Consider Torsion? No

GammaM0=1, GammaM1=1, GammaM2=1,25
 An/Ag=1, RLLF=1, PLLF=0,75 D/C Lim=0,95

Aeff=0,005 eNy=0, eNz=0,
 A=0,005 Iyy=3,346E-05 iyy=0,084 Wel,yy=2,737E-04 Weff,yy=2,737E-04
 It=6,692E-05 Izz=3,346E-05 izz=0,084 Wel,zz=2,737E-04 Weff,zz=2,737E-04
 Iw=0, Iyz=0, h=0,245 Wpl,yy=3,575E-04 Av,y=0,003
 E=210000000, fy=275000, fu=430000, Wpl,zz=3,575E-04 Av,z=0,003

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
3,01	-142,729	0,	0,	0,123	1,239	0,

BPM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)
 D/C Ratio: 0,208 = 0,185 + sqrt[(0,)^2 + (0,023)^2] < 0,95 OK
 = NEd/(Chi_z NRk/GammaM1) + sqrt[(kzy (My,Ed+NEd eNy)/(Chi_LT My,Rk/GammaM1))^2 + (kzz (Mz,Ed+NEd eNz)/(Mz,Rk/GammaM1))^2] (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
Axial	-142,729	1296,477	1296,477	1296,477	1459,598	380783,504	1449,439	1,
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd		
Major (y-y)	c 0,49	1449,439	0,946	1,13	0,572	741,582		
MajorB (y-y)	c 0,49	10170,805	0,357	0,602	0,92	1192,53		
Minor (z-z)	c 0,49	1572,551	0,908	1,086	0,595	771,313		
MinorB (z-z)	c 0,49	10900,706	0,345	0,595	0,926	1200,694		
Torsional TF	c 0,49	1449,439	0,946	1,13	0,572	741,582		

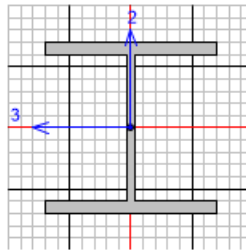
MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	0,	0,187	98,324	98,324	98,324	98,324
Minor (z-z)	0,	3,73	98,324	98,324	98,324	98,324

PROJETO DE ESTABILIDADE
Memória Descritiva e Justificativa

LTB	Curve d	AlphaLT 0,76	LambdaBarLT 0,175	PhiLT 0,506	ChiLT 1,	Iw 0,	Mcr 3201,909
Factors	kw 1,	C1 1,132	C2 0,459	C3 0,525			
	za 0,122	zs 0,	zg 0,122	zz 0,	zj 0,		
Factors		kyy 0,81	kyz 0,366	kzy 0,486	kzz 0,61		
		Ved Force	Vpl.Rd Capacity	Ved/Vpl.Rd Ratio	rho Factor		
Major (z)		0,123	476,523	2,571E-04	1,		
Minor (y)		1,239	476,523	0,003	1,		
SHEAR DESIGN							
		Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	
Major (z)		0,123	0,	476,523	0,	OK	
Minor (y)		1,239	0,	476,523	0,003	OK	
		Vpl,Rd Capacity	Eta Factor	Lambdabar Ratio	Chi Factor		
Minor (y)		476,523	1,2	0,	1,		
Major (v)		476,523	1,2	0	1		

PROJETO DE ESTABILIDADE
 Memória Descritiva e Justificativa



Units KN, m, C

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 492 X Mid: 2,625 Combo: COMB1 Design Type: Beam
 Length: 0,75 Y Mid: 6,382 Shape: HE200B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 0,75 Z Mid: 0, Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Consider Torsion? No

GammaM0=1, GammaM1=1, GammaM2=1,25
 An/Ag=1, RLLF=1, PLLF=0,75 D/C Lim=0,95

Aeff=0,008 eNy=0, eNz=0,
 A=0,008 Iyy=5,696E-05 iyy=0,085 Wel,yy=5,696E-04 Weff,yy=5,696E-04
 It=0, Izz=2,003E-05 izz=0,051 Wel,zz=2,003E-04 Weff,zz=2,003E-04
 Iw=0, Iyz=0, h=0,2 Wpl,yy=6,430E-04 Av,y=0,006
 E=210000000, fy=275000, fu=430000, Wpl,zz=3,060E-04 Av,z=0,002

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,75	-9,99	53,391	-0,018	-11,473	-0,009	1,109E-06

BPM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.9.1(6y))
 D/C Ratio: 0,302 = 0,302 < 0,95 OK
 = (My,Ed/Mn,y,Rd) (EC3 6.2.9.1(6y))

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd			
	Force	Capacity	Capacity			
Axial	-9,99	2147,75	2147,75			
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	2147,75	2417,976	68950,056	68950,051	1,	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b 0,34	2970,346	0,85	0,972	0,693	1488,246
MajorB (y-y)	b 0,34	2970,346	0,85	0,972	0,693	1488,246
Minor (z-z)	c 0,49	73803,561	0,171	0,507	1,	2147,75
MinorB (z-z)	c 0,49	73803,561	0,171	0,507	1,	2147,75
Torsional TF	c 0,49	68950,051	0,176	0,51	1,	2147,75

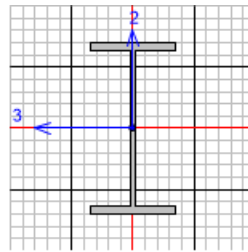
MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	53,391	53,391	176,825	176,825	176,825	176,825
Minor (z-z)	-0,018	-0,025	84,15	84,15	84,15	84,15

PROJETO DE ESTABILIDADE
Memória Descritiva e Justificativa

LTB	Curve a	AlphaLT 0,21	LambdaBarLT 0,151	PhiLT 0,506	ChiLT 1,	Iw 0,	Mcr 7739,044
Factors	kw 1,	C1 1,093	C2 0,	C3 0,863			
	za 0,1	zs 0,	zg 0,1	zz 0,	zj 0,		
Factors		kyy 0,938	kyz 0,532	kzy 0,771	kzz 0,887		
		Ved Force	Vpl.Rd Capacity	Ved/Vpl.Rd Ratio	rho Factor		
Major (z)		11,473	323,099	0,036	1,		
Minor (y)		0,009	997,083	9,490E-06	1,		
SHEAR DESIGN							
		Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	
Major (z)		11,473	0,	323,099	0,036	OK	
Minor (y)		0,009	0,	997,083	9,490E-06	OK	
		Vpl,Rd Capacity	Eta Factor	Lambdabar Ratio	Chi Factor		
Minor (y)		323,099	1,2	0,236	1,2		
Major (y)		997,083	1,2	0,	1,		
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS							
		VMajor Left	VMajor Right				
Major (V2)		12,081	11,473				

PROJETO DE ESTABILIDADE
 Memória Descritiva e Justificativa



Units KN, m, C

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 109 X Mid: 40,875 Combo: COMB1 Design Type: Beam
 Length: 0,804 Y Mid: 8,07 Shape: IPE200 Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 0,804 Z Mid: 0, Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Consider Torsion? No

GammaM0=1, GammaM1=1, GammaM2=1,25
 An/Ag=1, RLLF=1, PLLF=0,75 D/C Lim=0,95

Aeff=0,003 eNy=0, eNz=0,
 A=0,003 Iyy=1,943E-05 iyy=0,083 Wel,yy=1,943E-04 Weff,yy=1,943E-04
 It=0, Izz=1,420E-06 izz=0,022 Wel,zz=2,840E-05 Weff,zz=2,840E-05
 Iw=0, Iyz=0, h=0,2 Wpl,yy=2,210E-04 Av,y=0,002
 E=210000000, fy=275000, fu=430000, Wpl,zz=4,460E-05 Av,z=0,001

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,804	-1,167	6,908	0,032	3,342	-0,027	-3,511E-04

BMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: 0,165 = 0,002 + 0,161 + 0,002 < 0,95 OK

$$= \frac{N_{Ed}}{(\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1})} + \frac{k_{zy} (M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_{y,Rk}/\gamma_{M1})} + \frac{k_{zz} (M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{(M_{z,Rk}/\gamma_{M1})}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Np1,Rd 783,75	Nu,Rd 882,36	Ncr,T 6475,432	Ncr,TF 6475,432	An/Ag 1,
Axial	-1,167	783,75	783,75					

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	900,197	0,933	1,012	0,712	557,889
MajorB (y-y)	a	900,197	0,933	1,012	0,712	557,889
Minor (z-z)	b	4557,524	0,415	0,622	0,92	721,209
MinorB (z-z)	b	4557,524	0,415	0,622	0,92	721,209
Torsional TF	b	6475,432	0,348	0,586	0,946	741,633

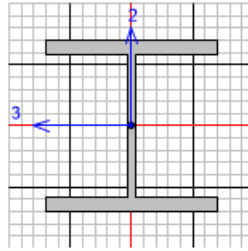
MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	6,908	9,498	60,775	60,775	60,775	58,876
Minor (z-z)	0,032	0,032	12,265	12,265	12,265	

PROJETO DE ESTABILIDADE
Memória Descritiva e Justificativa

LTB	Curve a	AlphaLT 0,21	LambdaBarLT 0,337	PhiLT 0,571	ChiLT 0,969	Iw 0,	Mc 536,115
Factors	kw	C1 1,154	C2 0,	C3 0,608			
	za	zs	zg	zz	zj		
	0,1	0,	0,1	0,	0,		
Factors		kyy 0,892	kyz 0,436	kzy 1,	kzz 0,726		
		Ved Force	Vpl.Rd Capacity	Ved/Vpl.Rd Ratio	rho Factor		
Major (z)		3,342	199,591	0,017	1,		
Minor (y)		0,027	289,789	9,369E-05	1,		
SHEAR DESIGN							
		Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	
Major (z)		3,342	0,	199,591	0,017	OK	
Minor (y)		0,027	0,	289,789	9,369E-05	OK	
		Vpl,Rd Capacity	Eta Factor	Lambdabar Ratio	Chi Factor		
Minor (y)		199,591	1,2	0,409	1,2		
Major (y)		289,789	1,2	0,	1,		
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS							
		VMajor Left	VMajor Right				
Major (V2)		3,104	3,342				

PROJETO DE ESTABILIDADE
 Memória Descritiva e Justificativa



Units KN, m, C

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 5 X Mid: 5,896 Combo: COMB1 Design Type: Column
 Length: 3,01 Y Mid: 6,261 Shape: HE140B Frame Type: DCH-MRF
 Loc : 3,01 Z Mid: -1,5 Class: Class 1 Rolled : Yes

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 2
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Consider Torsion? No

GammaM0=1, GammaM1=1, GammaM2=1,25
 An/Ag=1, RLLF=1, PLLF=0,75 D/C Lim=0,95

Aeff=0,004 eNy=0, eNz=0,
 A=0,004 Iyy=1,509E-05 iyy=0,059 Wel,yy=2,156E-04 Weff,yy=2,156E-04
 It=0, Izz=5,500E-06 izz=0,036 Wel,zz=7,857E-05 Weff,zz=7,857E-05
 Iw=0, Iyz=0, h=0,14 Wpl,yy=2,450E-04 Av,y=0,003
 E=210000000, fy=275000, fu=430000, Wpl,zz=1,200E-04 Av,z=0,001

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
3,01	-142,57	0,	0,	0,09	0,298	0,

BPM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)
 D/C Ratio: 0,62 = 0,6 + 0,002 + 0,019 < 0,95 OK
 = $NEd / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zy} (M_{y,Ed} + NEd e_{Ny}) / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1})$
 + $k_{zz} (M_{z,Ed} + NEd e_{Nz}) / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1})$ (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Np1,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
Axial	-142,57	1182,5	1182,5	1182,5	1331,28	3667,512	3667,511	1,
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	b	0,34	756,915	1,25	1,46	0,452	534,243	
MajorB (y-y)	b	0,34	5319,568	0,471	0,657	0,897	1060,272	
Minor (z-z)	c	0,49	304,205	1,972	2,878	0,201	237,75	
MinorB (z-z)	c	0,49	2342,4	0,711	0,877	0,718	849,239	
Torsional TF	c	0,49	3667,511	0,568	0,751	0,804	951,069	

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	0,	0,105	67,375	67,375	66,523	47,389
Minor (z-z)	0,	0,896	33,	33,	33,	

PROJETO DE ESTABILIDADE
Memória Descritiva e Justificativa

LTB	Curve a	AlphaLT 0,21	LambdaBarLT 0,946	PhiLT 1,025	ChiLT 0,703	Iw 0,	Mc 75,366
Factors	kw 1, za 0,07	C1 1,132 zs 0,	C2 0,459 zg 0,07	C3 0,525 zz 0,		zj 0,	
Factors		kyy 0,949	kyz 0,41	kzy 0,982	kzz 0,683		
Major (z)		Ved Force 0,09	Vpl.Rd Capacity 162,582	Ved/Vpl.Rd Ratio 5,539E-04	rho Factor 1,		
Minor (y)		0,298	553,794	5,374E-04	1,		
SHEAR DESIGN							
Major (z)		Ved Force 0,09	Ted Torsion 0,	Vc,Rd Capacity 162,582	Stress Ratio 0,001	Status Check OK	
Minor (y)		0,298	0,	553,794	0,001	OK	
Minor (y)		Vpl,Rd Capacity 162,582	Eta Factor 1,2	Lambdabar Ratio 0,207	Chi Factor 1,2		
Major (y)		553,794	1,2	0,	1,		
CONTINUITY PLATE, DOUBLER PLATE AND BEAM/COLUMN RATIOS							
Joint Design		Cont Pl Area 0,	Dbl Pl Thick 0,	BC Ratio Major N/C	BC Ratio Minor N/C		

Leiria, 28 Novembro de 2023

Engº Pedro Rafael Ribeiro Fernandes
 (O.E. n.º 71407)