



DECivil
Departamento de
Engenharia Civil
e Arquitectura

Disciplina de Estruturas Metálicas

Aulas de Problemas

Prof. Francisco Virtuoso

Prof. Eduardo Pereira

2009/2010

Estados limites últimos de resistência ao esforço normal, à flexão, ao esforço transversal e à torção

Problema 4.1

Considere a estrutura e carregamento representados na figura 4.1

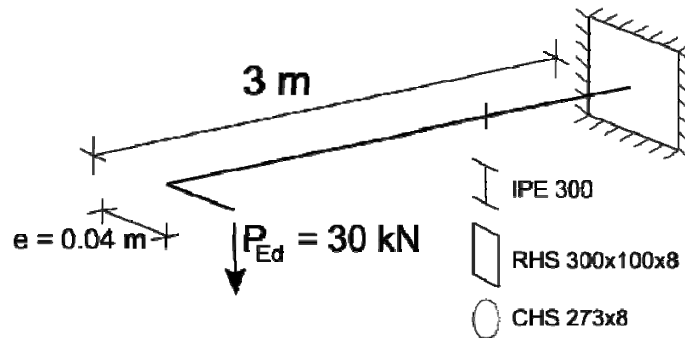


Figura 4.1: Consola com carga excêntrica

- a) Para uma secção transversal constituída por um perfil IPE300, determine:
 - a1) a distribuição de tensões de flexão;
 - a2) a distribuição de tensões devidas ao esforço transversal;
 - a3) a distribuição de tensões devidas ao momento torsor;
 - a4) o valor da tensão de comparação;
 - a5) o valor máximo da excentricidade e da carga aplicada, para um aço S235JR.
- b) Resolva a alínea a) considerando agora uma secção transversal constituída por um tubo RHS 300x100x8.
- c) Resolva a alínea a) considerando agora uma secção transversal constituída por um tubo CHS 273x8.

Problema 4.2

Para uma secção de um perfil IPE300 em aço S235JO ($f_y=235\text{N/mm}^2$),

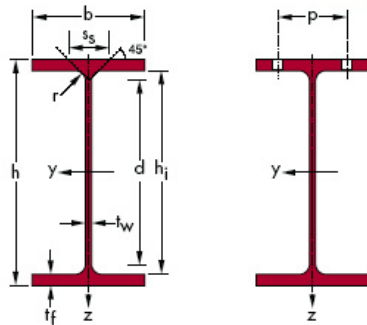


Figura 4.2: Perfil IPE

- a) considerando simplificadamente que os banzos e a alma da secção têm espessura constante, determine o valor de cálculo resistente da secção para:
- o esforço axial, $N_{pl,Rd}$;
 - o momento flector no eixo perpendicular à alma, $M_{ply,Rd}$;
 - o momento flector no eixo da alma, $M_{plz,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{ply,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{plz,Rd}$.
- b) continuando a considerar que os banzos e a alma da secção têm espessura constante, determine o diagrama de interacção de esforços para:
- interacção de esforços, $N-M_y$;
 - interacção de esforços, $N-M_z$;
- c) compare os valores obtidos na alínea a) e os diagramas obtidos na alínea b) com os valores e os diagramas de interacção obtidos de acordo com o eurocódigo 3.
- d) determine, de acordo com o eurocódigo 3, o diagrama de interacção de esforços M_y-M_z para um valor de esforço axial de 600kN.

Problema 4.3

Para uma secção de um perfil HEA260 em aço S275JO,

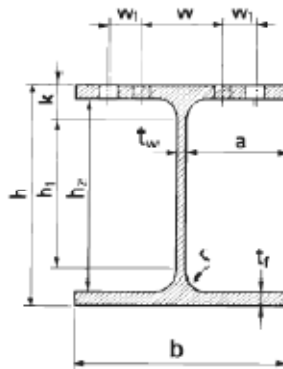


Figura 4.3: Perfil HEA

- a) considerando simplificada que os banzos e a alma da secção têm espessura constante, determine o valor de cálculo resistente da secção para:
- o esforço axial, $N_{pl,Rd}$;
 - o momento flector no eixo perpendicular à alma, $M_{ply,Rd}$;
 - o momento flector no eixo da alma, $M_{plz,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{ply,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{plz,Rd}$.
- b) continuando a considerar que os banzos e a alma da secção têm espessura constante, determine o diagrama de interacção de esforços para:
- interacção de esforços, $N-M_y$;
 - interacção de esforços, $N-M_z$;
- c) compare os valores obtidos na alínea a) e os diagramas obtidos na alínea b) com os valores e os diagramas de interacção obtidos de acordo com o eurocódigo 3.
- d) determine, de acordo com o eurocódigo 3, o diagrama de interacção de esforços M_y-M_z para um valor de esforço axial de 600kN.

Problema 4.4

Para o tubo rectangular RHS 200x150x6.3 em aço S235JO.

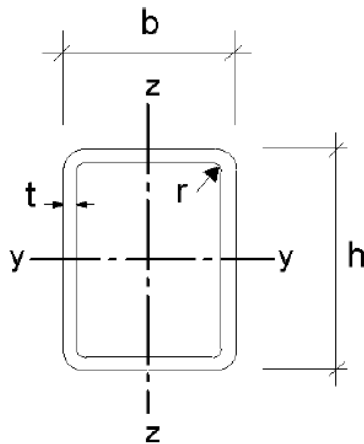


Figura 4.4: Perfil RHS

- a) considerando simplifcadamente que as paredes da secção têm espessura constante, determine o valor de cálculo resistente da secção para:
- o esforço axial, $N_{pl,Rd}$;
 - o momento flector no eixo y, $M_{ply,Rd}$;
 - o momento flector no eixo z, $M_{plz,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{ply,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{plz,Rd}$.
- b) continuando a considerar que as paredes da secção têm espessura constante, determine o diagrama de interacção de esforços para:
- interacção de esforços, N- M_y ;
 - interacção de esforços, N- M_z ;
- c) compare os valores obtidos na alínea a) e os diagramas obtidos na alínea b) com os valores e os diagramas de interacção obtidos de acordo com o eurocódigo 3.
- d) determine, de acordo com o eurocódigo 3, o diagrama de interacção de esforços M_y - M_z para um valor de esforço axial de 600kN.

Problema 4.5

Para o tubo circular, CHS 139.7x6.3 em aço S355 ($f_y=355\text{N/mm}^2$).

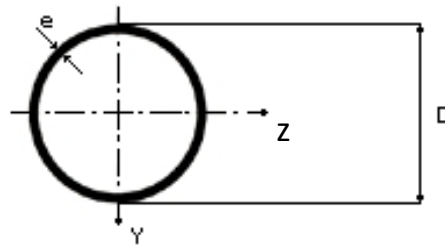


Figura 4.5: Tubo circular CHS

- determine o valor de cálculo resistente da secção para:
 - o esforço axial, $N_{pl,Rd}$;
 - o momento flector, $M_{pl,Rd}$;
 - o esforço transversal, $V_{pl,Rd}$;
- determine o diagrama de interacção de esforços, N-M;
- compare os valores obtidos na alínea a) e os diagramas obtidos na alínea b) com os valores e os diagramas de interacção obtidos de acordo com o eurocódigo 3.
- determine, de acordo com o eurocódigo 3, o diagrama de interacção de esforços M_y - M_z para um valor de esforço axial de 600kN.

Problema 4.6

Para uma cantoneira com abas iguais 100x10 em aço S235JO ($f_y=235\text{N/mm}^2$) e considerando simplificada que as abas têm espessura constante, determine o valor de cálculo resistente da secção para:

- o esforço axial, $N_{pl,Rd}$;
- os momentos flectores nos eixos paralelos às abas, $M_{ply,Rd}$, $M_{plz,Rd}$;
- os momentos flectores nos eixos principais, $M_{plu,Rd}$, $M_{plv,Rd}$;
- os esforços transversos paralelos às abas, $V_{ply,Rd}$, $V_{plz,Rd}$;
- os esforços transversos nos eixos principais, $V_{plu,Rd}$, $V_{plv,Rd}$.

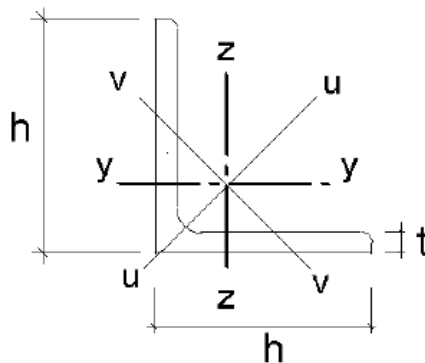


Figura 4.6: Cantoneira de abas iguais

Problema 4.7

Considerando que o perfil RHS do problema 4.4 está sujeito aos seguintes valores de cálculo de esforços actuantes: $N_{Ed} = 600 \text{ kN}$ e $M_{yEd} = 20 \text{ kNm}$, determine qual o valor máximo de cálculo para momento flector na direcção z, i.e., M_{zEd} , ao qual a secção pode estar sujeita verificando a segurança aos estados limite de resistência. Compare o valor obtido com o valor correspondente de acordo com as fórmulas de interacção propostas pelo eurocódigo 3.

Problema 4.8

Considere a secção de um perfil soldado em aço S275JR representada na figura 4.7

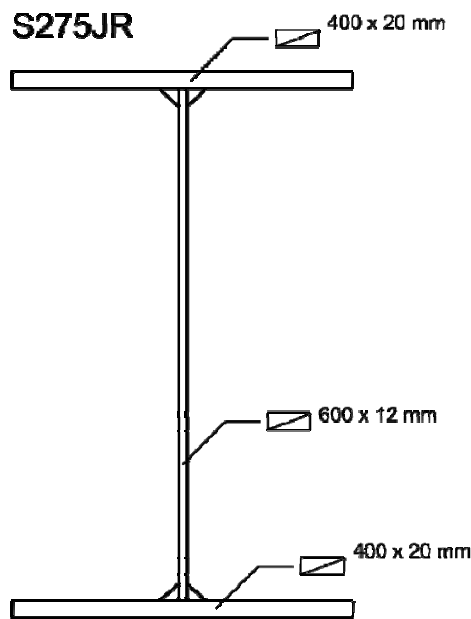


Figura 4.7: Perfil soldado

- Determine o máximo momento flector que verifica a segurança, considerando como critério de rotura o início da ocorrência de cedência plástica na secção;
- Admitindo que a secção está sujeita a um valor de cálculo de esforço transversal de $V_{Ed} = 800 \text{ kN}$, determine qual o máximo valor do momento flector que pode ser aplicado de modo a verificar a segurança de acordo com o critério anteriormente referido.

Problema 4.9

Considere a viga simplesmente apoiada, representada na figura 4.8, com um vão de 6 m, uma secção constituída por um perfil IPE300 em aço da classe S355JR, solicitada por uma carga permanente, $c_p = 10 \text{ kN/m}$, e por uma sobrecarga, $s_c = 15 \text{ kN/m}$, ambas uniformemente distribuídas ao longo do vão.

- Verifique a segurança estrutural da viga relativamente aos estados limites últimos de resistência;
- Determine a flecha a meio vão devido quer às cargas permanentes quer à sobrecarga.

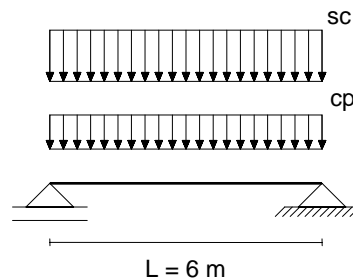


Figura 4.8: Viga simplesmente apoiada

Problema 4.10

Considere a viga representada na figura 4.8 sujeita a uma carga permanente, $c_p = 8 \text{ kN/m}$, e a uma sobrecarga, $s_c = 10 \text{ kN/m}$. Dimensione o perfil IPE em aço da classe S275JR da secção transversal da viga, de forma a verificar a segurança aos estados limite de resistência das secções.

Problema 4.11

Considere a viga contínua, representada na figura 4.9, com dois tramos iguais com vãos de 6 m, uma secção constituída por um perfil IPE 270 em aço S355JR, solicitada por uma carga permanente, $c_p = 10 \text{ kN/m}$, e por uma sobrecarga, $s_c = 15 \text{ kN/m}$, ambas uniformemente distribuídas ao longo da viga. Verifique a segurança estrutural da viga relativamente aos estados limites últimos de resistência.

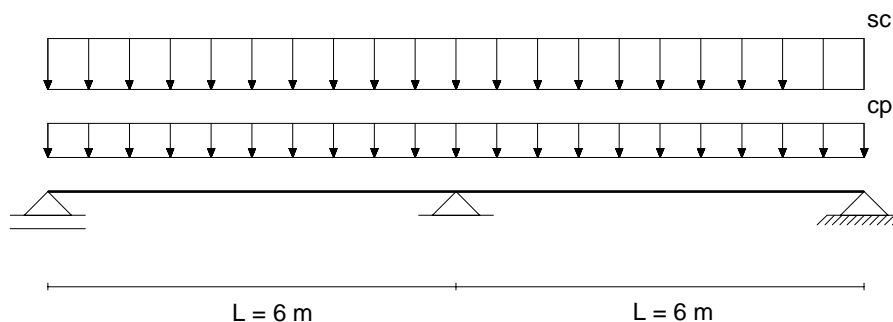


Figura 4.9: Viga contínua

Problema 4.12

Considere a viga representada na figura 4.9 sujeita a uma carga permanente, $c_p = 8 \text{ kN/m}$, e a uma sobrecarga, $s_c = 10 \text{ kN/m}$. Dimensione o perfil IPE, admitindo um aço da classe S275JO, de forma a verificar a segurança aos estados limite de resistência de secções.