UNIVERSIDADE POSITIVO

Engenharia Civil
Prova Bimestral: 2 / 1° Semestre de 2019 **AM191-B2-B**
Disciplina : Estruturas de Aço e Madeira I

Nota:

Turma

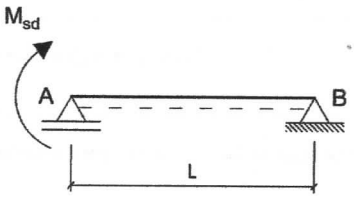
Nome: GABARITO L=5m Msd=220kNm d=7/8 Matrícula:

Orientações:
- Leia atentamente todas as instruções da prova.
- Não é permitida a comunicação entre os alunos durante a realização da prova.
- **Respostas das questões com alternativas devem ser assinaladas com caneta azul ou preta na própria questão.**
- **Respostas das questões abertas devem ser escritas com caneta azul ou preta nas linhas abaixo de cada questão.**
- Aparelhos de comunicação deverão ser desligados e mantidos dentro das malas, que deverão ser deixadas na frente do salão de provas. Caso algum aluno seja flagrado portando um celular em salão de provas, mesmo que este esteja desligado, isto será considerado como tentativa de cola e o aluno terá sua prova recolhida e será atribuída nota zero na avaliação.
- **É obrigatória a CONSULTA A UMA FOLHA SULFITE A4 BRANCA FRENTE E VERSO MANUSCRITA a ser entregue junto com a prova.**
- **RESPOSTAS SEM OS RESPECTIVOS CÁLCULOS SERÃO AVALIADAS COM CONCEITO ZERO.**
- **Para todos os cálculos nas questões utilize 5 algarismos significativos.**
- Na correção dos valores numéricos das questões abertas será utilizada uma margem de erro de 5 por cento (para mais ou para menos).
- **A sigla N.D.A. significa nenhuma das alternativas elencadas para a questão.**

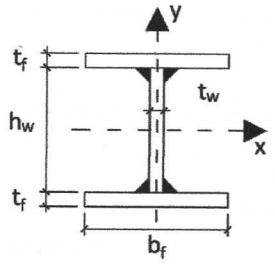
Problema A : [0.625 pontos por questão]

A **viga AB** esboçada ao lado será construída em **perfil I soldado** em aço **MR-250.** Pede-se:

- Determinar a mínima **altura de alma "h_w" necessária (em modulação de 5 mm)** para que sejam atendidas as verificações de **deslocamentos máximos, esforços cortantes** e **FLA para momentos fletores.**
- Em seguida, adotando **h_w = 300 mm** proceda a **verificação FLT para momentos fletores.**



Seção Transversal do Perfil Soldado da Viga AB



Dados:
- A viga faz parte do piso de uma edificação comercial e é travada lateralmente somente nos pontos A e B;
- Todas as cargas são permanentes e majoradas com γ_g = 1,4;

Dimensões:
L = (4.00 5.00 6.00) m **t_f = 12.5 mm** **t_w = 8.0 mm** **b_f = 150 mm**

Cargas permanentes em valor cálculo:
M_{SD} = (120 220 240) kNm

Q01 – O fator Cb relativo à distribuição de momentos fletores na verificação FLT para a viga em questão é [adim.]?

1,6667

Q02 – A flecha limite definida conforme os critérios da norma NBR-8800:2008 para a viga em questão é [em cm]?

1,4286

Q03 – Qual a mínima altura h_w [em modulação de 5 mm] necessária para que a viga passe na verificação de esforços cortantes [em mm] ?

20

Q04 – Qual a mínima altura h_w [em modulação de 5 mm] necessária para que a viga passe na verificação FLA [em mm] ?

365

Q05 – Qual a mínima altura h_w [em modulação de 5 mm] necessária para que a viga passe na verificação de deslocamentos máximos [em mm] ?

275

Q06 – Qual a classificação da viga AB em relação a verificação FLT (com **h_w = 300 mm**) é:
(A) Viga Compacta (B) Viga Intermediária (C) Viga Longa (D) Viga Curta (D) Viga Semiesbelta

Q07 – Qual o momento resistente da viga em relação a verificação FLT [em kNm e com **h_w = 300 mm**]

174,08

Q08 – O limite de esbeltez λ_r relativo a verificação FLT da viga (com **h_w = 300 mm**) é [adim.] ?

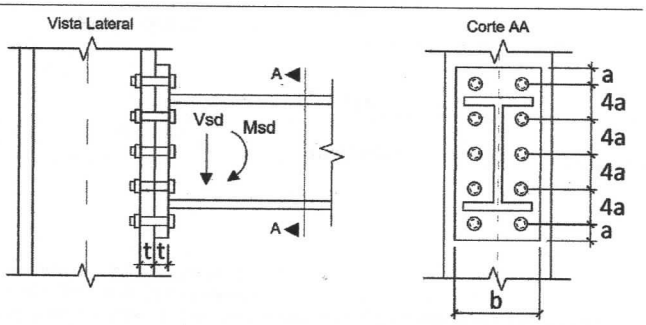
162,47

Q09 – A viga (com **h_w = 300 mm**) atende a verificação FLT? Qual a razão Momento Solicitante / Momento Resistente nesta verificação ?

Problema B : **[0.625 pontos por questão]**

Para a **ligação do tipo contato** esboçada ao lado proceder as verificações de:

- Corte nos Parafusos
- Tração nos Parafusos
- Tração e Corte Simultâneos nos Parafusos
- Pressão de Contato e Rasgamento de Chapa



Dados:

- Aço das Chapas Componentes: **MR250** (f_y = 25 kN/cm² / f_u = 40 kN/cm²) ;
- Parafusos **A490 d = (3/4 pol. , 7/8 pol., 5/8 pol.)** em furos padrão;
- Considerar planos de corte passantes nas roscas dos parafusos;
- A ovalização dos furos é uma limitação de projeto;
- **Vsd = 200 kN** (esforço cortante solicitante em valor de cálculo);
- **Msd = 150 kNm** (momento fletor solicitante em valor de cálculo);

Dimensões:

b = 220 mm t = 12.5 mm a = 30 mm

Q01 – Considerando o equilíbrio de momentos estáticos qual a posição estimada da linha neutra (LN) a partir da base da chapa de ligação [cm]?

7,9027

Q02 – Dado o cálculo da posição da LN qual o momento de inércia da seção composta (equivalente) da ligação [em cm⁴] ?

24731

Q03 – Qual o total de resistência ao corte do conjunto de parafusos que compõe a ligação [kN]?

1189,7

Q04 – Qual a resistência à pressão de contato / rasgamento de chapa do parafuso mais desfavorável da ligação [kN]?

80,613

Q05 – Respectivamente, quais são as máximas solicitações de corte e tração que ocorrem por parafuso na ligação [kN e kN] ?

20 e 101,41

Q06 – Considerando a atuação do esforço de corte total **Vsd = 200 kN** (no conjunto de parafusos) qual seria a **máxima força de tração solicitante que poderia incidir no parafuso mais solicitado** de modo que a ligação ainda atenda a verificação de tração e corte simultâneos [kN] ?

219,90kN

Q07 – Assinale abaixo quais verificações dentre as solicitadas **NÃO foram atendidas** e caso todas tenham sido atendidas assinale somente a alternativa (E):

(A) Corte nos Parafusos
(B) Tração nos Parafusos
(C) Tração e Corte Simultâneos nos Parafusos
(D) Pressão de Contato e Rasgamento de Chapa
(E) Todas foram atendidas

AM191 - B2 - B PROBLEMA 4 $L = 5m$ $M_{sd} = 220 kNm$

- Fator Cb:

$V_A = -M_{sd}/L = -220 kNm / 5m = -44 kN \downarrow$ $V_B = +44 kN \uparrow$

$M_{AB}(x) = 220 - 44x$

$M_A = 220 - 44(1/45) = 165$

$M_B = 220 - 44(1/2 5) = 110$

$M_C = 220 - 44(3/45) = 55$

$M_{MAX} = M_{sd} = 220 kNm$

$$C_b = \frac{12,5 \times 220}{2,5 \times 220 + 3 \times 165 + 4 \times 110 + 3 \times 55}$$

$C_b = 1,6667$

- Flecha limite: $\delta_{LIM} = L/350 = 500cm/350 = 1,4286 cm$

- VERIF. DE CORTE: (assumindo alma compacta)

$$V_{Rd} = \frac{0,60(1,25cm \times 2 + h_w) \times 0,8cm \times 25 kN/cm^2}{1,1} = 10,909 h_w + 27,273$$

Igualando: $V_{Rd} = V_{sd}$ $10,909 h_w + 27,273 = 44 kN$

$h_w = (44 - 27,273)/10,909 = 1,5333cm = 20 mm$

- VERIF. FLA: (assumindo alma compacta)

$M_{Rd} = Z_x \cdot f_y/\gamma_{a1} = M_{sd}$ $Z_{x\,NEC} = \gamma_{a1} M_{sd}/f_y$

$Z_{x\,NEC} = 1,1 \times 22000 kNcm/25 kN/cm^2 = 968 cm^3$

$2\left(15 \times 1,25 \times \left(\frac{h_w}{2} + \frac{1,25}{2}\right) + \frac{h_w^2}{8} \cdot 98\right) = 968 \rightarrow h_w = 36,312cm = 365 mm$

$\lambda = 365mm/8mm = 45,625 < \lambda_p = 3,76\sqrt{\frac{20000}{25}} = 106,35$ OK! COMPACTA

- VERIF. DE FLECHA: $\delta_{CALC} = \frac{1}{9\sqrt{3}} \frac{(22000 kNcm/1,4) \times (500cm)^2}{20000 kN/cm^2 \, I_x} = \frac{12600}{I_x}$

$\delta_{CALC} = \delta_{LIM}$ $\frac{12600}{I_x} = 1,4286$ $I_{x\,NEC} = \frac{12600}{1,4286} = 8819,8 cm^4$

$$\left(\frac{15(2 \times 1,25 + h_w)^3}{12} - \frac{(15 - 0,8)h_w^3}{12}\right) = 8819,8 \quad h_w = 27,031cm = 275 mm$$

- VERIF. FLT com $h_w = 300\,mm$

$A_g = 61{,}5\,cm^2 \quad I_y = 704{,}41\,cm^4 \quad J = 24{,}651\,cm^4 \quad W_x = 674{,}74\,cm^3$

$Z_x = 765{,}94\,cm^3 \quad r_y = \sqrt{\frac{704{,}41}{61{,}5}} = 3{,}3843\,cm$

$\lambda_{FLT} = L_b / r_y = 500\,cm / 3{,}3843\,cm = 147{,}74$

$\lambda_{pFLT} = 1{,}76\sqrt{\frac{20000}{25}} = 49{,}780$

$\beta_1 = \frac{0{,}7 \times 25 \times 674{,}74}{20000 \times 24{,}651} = 0{,}02395 \quad C_w = \frac{704{,}41\,(30+1{,}25)^2}{4} = 171975\,cm^6$

$\lambda_{rFLT} = \frac{1{,}38\sqrt{704{,}41 \times 24{,}651}}{3{,}3843 \times 24{,}651 \times 0{,}02395}\sqrt{1+\sqrt{1+\frac{27 \times 171975 \times 0{,}02395^2}{704{,}41}}} = 162{,}47$

Viga Intermediária

$M_r = 0{,}7 \times 25 \times 674{,}74 = 11808\,kN\,cm \quad M_{pl} = 25 \times 765{,}94 = 19149\,kN\,cm$

$M_{Rd} = \frac{1{,}6667}{1{,}1}\left[191{,}49 - (191{,}49 - 118{,}08)\frac{(147{,}74 - 49{,}78)}{(162{,}47 - 49{,}78)}\right] = 193{,}45\,kN\,cm$

$< M_{pl}/\gamma_{a1}$

$\frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}} = \frac{191{,}49}{1{,}1} = 174{,}08\,kN\,cm \quad M_{Rd}$

$\frac{M_{sd}}{M_{Rd}} = \frac{220\,kN\,cm}{174{,}08} = 1{,}2638$ NÃO ATENDE FLT

AM191 - B2 - B PROBLEMA 3 $d = 7/8'$

- Posição da L.N e Inércia da Seção Composta

$d = \frac{7}{8} \times 2{,}54\,cm = 2{,}2225\,cm \quad Ab = \frac{\pi}{4}(2{,}2225\,cm)^2 = 3{,}8795\,cm^2$

$t_n = \frac{3{,}8795\,cm^2}{4 \times 3\,cm} \times 2 = 0{,}64658\,cm \quad h = 18a = 18 \times 3\,cm = 54\,cm$

$\frac{22\,cm \times yc^2}{2} = \frac{0{,}64658\,cm(54\,cm - yc)^2}{2} \rightsquigarrow yc = 7{,}9027\,cm$

$I_{EQ} = \frac{22 \times 7{,}9027^3}{3} + \frac{0{,}64658 \times (54 - 7{,}9027)^3}{3} = 24731\,cm^4$

- SOLICITAÇÕES MÁXIMAS P/ PARAFUSO

$Fv'sd = 200\,kN / 10\ PARAF. = 20\,kN$

$Ft'sd = \frac{15000\,kN/cm}{24731\,cm^4} \times 3{,}8795\,cm^2 \times (54\,cm - 3\,cm - 7{,}9027\,cm)$

$= 101{,}41\,kN$

- RESIST. DE CORTE P/ PARAF. (1 PLANO DE CORTE)

$Fv'Rd = 0{,}40 \times 3{,}8795\,cm^2 \times 103{,}5\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 118{,}97\,kN \quad V_{Rd} = 1189{,}7\,kN$
$< Fv'sd$ OK

- RESIST. À TRAÇÃO P/ PARAF.

$Ft'Rd = 0{,}75 \times 3{,}8795\,cm^2 \times 103{,}5\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 223{,}07\,kN < Ft'sd$ OK

- MÁXIMO $Ft'sd$ P/ TRAÇÃO E CORTE SIMULTÂNEOS

$\left(\frac{20}{118{,}97}\right)^2 + \left(\frac{Ft'sd}{223{,}07}\right)^2 = 1 \quad Ft'sd_{máx} = 219{,}90\,kN < Ft'sd$ OK

- PRESSÃO / RASGAMENTO $\quad ll = 30\,mm - \frac{1}{2}(22{,}225 + 1{,}5)\,mm$

$ll = 18{,}138\,mm$

$$Fc'Rd = mín \begin{cases} \frac{1{,}2 \times 1{,}8138\,cm \times 1{,}25\,cm \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 80{,}613\,kN < Fv'Rd \text{ OK} \\ \frac{2{,}4 \times 2{,}2225\,cm \times 1{,}25\,cm \times 40\,kN/cm^2}{1{,}35} = 197{,}56\,kN \end{cases}$$

AM191-B2-PA_versao_B.txt

Dados :
Aco = MR250
L = 4 m
tf = 12.5 mm
tw = 8 mm
bf = 150 mm
Msd = 120 kNm
qsd = 0 kN/m
Psd = 0 kN

Respostas :
Q01) Cb = 1.6667
Q02) d_lim = 1.1429 cm
Q03) hw_corte = 5 mm
Q04) hw_FLA = 220 mm
Q05) hw_flecha = 180 mm
Q06) Tipo_FLT = B viga intermediaria
Q07) Mrd_FLT = 174.08 kNm
Q08) Lambda_R FLT = 162.51
Q09) Msd/Mrd (FLT)= SIM 0.68935

Dados :
Aco = MR250
L = 5 m
tf = 12.5 mm
tw = 8 mm
bf = 150 mm
Msd = 220 kNm
qsd = 0 kN/m
Psd = 0 kN

Respostas :
Q01) Cb = 1.6667
Q02) d_lim = 1.4286 cm
Q03) hw_corte = 20 mm
Q04) hw_FLA = 365 mm
Q05) hw_flecha = 275 mm
Q06) Tipo_FLT = B viga intermediaria
Q07) Mrd_FLT = 174.08 kNm
Q08) Lambda_R FLT = 162.51
Q09) Msd/Mrd (FLT)= NAO 1.2638

Dados :
Aco = MR250
L = 6 m
tf = 12.5 mm
tw = 8 mm
bf = 150 mm
Msd = 240 kNm
qsd = 0 kN/m
Psd = 0 kN

Respostas :
Q01) Cb = 1.6667
Q02) d_lim = 1.7143 cm
Q03) hw_corte = 15 mm
Q04) hw_FLA = 390 mm
Q05) hw_flecha = 310 mm
Q06) Tipo_FLT = C viga longa
Q07) Mrd_FLT = 158.71 kNm
Q08) Lambda_R FLT = 162.51
Q09) Msd/Mrd (FLT)= NAO 1.5122

AM191-B2-PB_versao_B.txt

Dados :
Aco Chapa = MR250
Tipo Paraf = A490
Vsd = 200 kN
Msd = 150 kNm
d_paraf = 3/4 in
b = 220 mm
t = 12.5 mm
a = 30 mm

Respostas :
Q01) pos. LN = 6.9184 cm
Q02) Ieq = 18954 cm^4
Q03) Vrd_total = 874.07 kN
Q04) Fc_rd = 87.667 kN
Q05) Fv_sd, Ft_sd = 20 kN / 99.432 kN
Q06) Ft_max_sim = 159.54 kN
Q07) Não atendidas = ['E']

Dados :
Aco Chapa = MR250
Tipo Paraf = A490
Vsd = 200 kN
Msd = 150 kNm
d_paraf = 7/8 in
b = 220 mm
t = 12.5 mm
a = 30 mm

Respostas :
Q01) pos. LN = 7.9027 cm
Q02) Ieq = 24731 cm^4
Q03) Vrd_total = 1189.7 kN
Q04) Fc_rd = 80.611 kN
Q05) Fv_sd, Ft_sd = 20 kN / 101.41 kN
Q06) Ft_max_sim = 219.9 kN
Q07) Não atendidas = ['E']

Dados :
Aco Chapa = MR250
Tipo Paraf = A490
Vsd = 200 kN
Msd = 150 kNm
d_paraf = 5/8 in
b = 220 mm
t = 12.5 mm
a = 30 mm

Respostas :
Q01) pos. LN = 5.8911 cm
Q02) Ieq = 13743 cm^4
Q03) Vrd_total = 606.99 kN
Q04) Fc_rd = 94.722 kN
Q05) Fv_sd, Ft_sd = 20 kN / 97.45 kN
Q06) Ft_max_sim = 107.46 kN
Q07) Não atendidas = ['E']