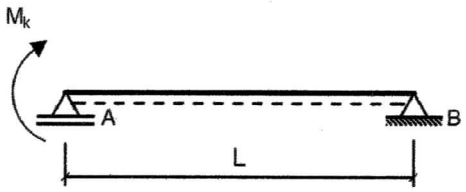
GABARITO V3

Problema A : [Valor 5.625 pontos - 0.6250 pontos cada questão]

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

Determinar a **máxima carga permanente Mk, em valor característico**, que pode ser aplicada, de modo que a viga esboçada atenda as **verificações de flecha máxima, cortantes e FLT para momentos fletores.**

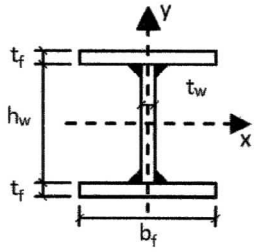


Dados:
- A viga é travada lateralmente somente nos apoios A e B;
- Mk deve ser majorada com coeficiente 1.40 (ações agrupadas);
- Considerar que a viga pertence ao piso de uma biblioteca;
- Comprimento Longitudinal da Viga L = 13.0 m

Dimensões do Perfil I Soldado:
- bf = 260.0 mm
- tf = 19.0 mm
- hw = 300.0 mm
- tw = 12.5 mm

Algumas propriedades geométricas do Perfil I Soldado:
- J = 138.42 cm^4 (inércia de torção)
- Cw = 1417178.7 cm^6 (constante de empenamento)

Seção Transversal do Perfil Soldado da Viga AB



A01 - O índice de esbeltez relativo ao limite entre a flambagem inelástica e a flambagem elástica em FLT (λr) é:
(A) 289.25 **(B)** 89.766 **(C)** 468.78 **(D)** 199.48 **(E)** 49.870 **(F)** N.D.A.

A02 - A flecha limite definida pela norma NBR8800:2008 para a viga em questão é (em cm):
(A) N.D.A. **(B)** 4.2714 **(C)** 5.0143 **(D)** 3.7143 **(E)** 5.3857 **(F)** 3.1572 ABERTA V

A03 - O esforço cortante resistente da seção transversal (em kN) é :
(A) 576.14 **(B)** N.D.A. **(C)** 1238.7 **(D)** 69.137 **(E)** 662.56 **(F)** 720.17

A04 - A máxima carga de momento fletor Mk (em valor característico) possível de ser aplicada para que a viga atenda a verificação de deslocamentos máximos é (em kNm):
(A) 124.60 **(B)** 143.77 **(C)** 345.06 **(D)** N.D.A. **(E)** 191.70 **(F)** 450.50

A05 - O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT é:
(A) 172.85 **(B)** 274.52 **(C)** 203.35 **(D)** 91.507 **(E)** 24.402 **(F)** N.D.A. ABERTA V

A06 - O momento de plastificação total da viga é (em kNm):
(A) 464.28 **(B)** 394.64 **(C)** 208.93 **(D)** N.D.A. **(E)** 255.35 **(F)** 116.07 ABERTA V

A07 - O módulo elástico da viga para o eixo X indicado é (em cm^3):
(A) 198.66 **(B)** 1655.5 **(C)** 1903.8 **(D)** 1241.6 **(E)** N.D.A. **(F)** 1407.2 ABERTA V

A08 - O fator Cb relativo à distribuição dos momentos fletores na verificação FLT para a viga em questão será:
(A) N.D.A. **(B)** 3.5834 **(C)** 1.6667 **(D)** 2.0834 **(E)** 0.75002 **(F)** 0.20000 ABERTA V

A09 - Assinale a(s) alternativa(s) INCORRETA(s) e caso todas sejam corretas assinale N.D.A.:
(A) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação de cortantes ainda seja atendida é 5349.8 kNm
(B) A verificação determinante da carga Mk é a verificação de deslocamentos máximos.
(C) N.D.A.
(D) O perfil soldado possui alma compacta para cisalhamento.
(E) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação FLT ainda seja atendida é 301.48 kNm
(F) A viga AB, em termos de FLT, é uma viga longa.

→ PROPRIEDADES DO PERFIL E DA VIGA;

$A_g = 136{,}3\,cm^2$ $I_x = 27977\,cm^4$ $I_y = 5570{,}6\,cm^4$

$r_x = 14.327\,cm$ $r_y = 6{,}3930\,cm$ $W_x = 1655{,}5\,cm^3$

$W_y = 428{,}51\,cm^3$ $Z_x = 1857{,}1\,cm^3$

$M_{pl} = Z_x \cdot f_y = 1857{,}1\,cm^3 \times 25\,kN/cm^2 = 46428\,kN\,cm$

$M_{pl} = 464{,}28\,kN\,m$

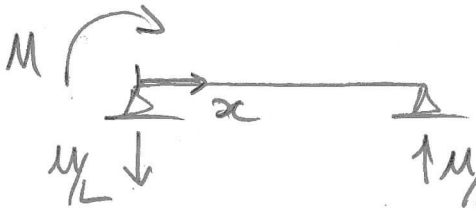
$\lambda_{FLT} = L_b/r_y = 1300\,cm / 6{,}3930 = 203{,}35$

$\lambda_{PFLT} = 1{,}76\sqrt{\frac{20000}{25}} = 49{,}780$ $\beta_1 = \frac{0{,}7 \times 25 \times 1655{,}5}{20000 \times 138{,}42} = 1{,}0465 \times 10^{-2}$

$$\lambda_{rFLT} = \frac{1{,}38\sqrt{5570{,}6 \times 138{,}42}}{6{,}3930 \times 138{,}42 \times 1{,}0465\times10^{-2}}\sqrt{1+\sqrt{1+\frac{27 \times 1417178 \times (1{,}0465\times10^{-2})^2}{5570{,}6}}}$$

$\lambda_{rFLT} = 199{,}47 \Rightarrow$ VIGA LONGA

→ FATOR C_b E VERIF DE MOM. FLT:



$M(x) = M_k - M_k/L\,x$

$M(x) = 1{,}4 \times M_k - 1{,}4 \times M_k/13\,x$

$M(x) = M_k(1{,}4 - 7/65\,x)$

$M(x=0) = 1{,}4\,M_k$

$M(x=13/4) = 1{,}05\,M_k$

$M(x=13/2) = 0{,}7\,M_k$

$M(x=3/4\,13) = 0{,}35\,M_k$

$M(x=13) = 0$

$$C_b = \frac{12{,}5 \times 1{,}4\,M_k}{2{,}5 \times 1{,}4 M_k + 3 \times 1{,}05 M_k + 4 \times 0{,}7 M_k + 3 \times 0{,}35 M_k}$$

$C_b = 1{,}6667$

$$M_{Rd} = \frac{1}{1,1} \times \frac{1,6667 \times \pi^2 \times 20000 \times 5570,6}{1300^2} \sqrt{\frac{1417179}{5570,6}\left(1 + \frac{0,039 \times 138,42 \times 1300}{1417179}\right)}$$

$$M_{Rd} = \underline{47172\ kNcm} \leq \frac{M_{Rd}}{\gamma_{a1}} = \frac{46428\ kNcm}{1,1} = \boxed{42207\ kNcm}$$

$$M_{K\ FLT} = M_{Rd}/1,4 = 422,07\ kNm/1,4 = \underline{301,48\ kNm}$$

→ VERIFICAÇÃO DE FLECHA:

$$\delta_{LIM} = L/350 = 1300\ cm/350 = 3,7143\ cm$$

$$\delta_{calc} = \frac{1}{9\sqrt{3}} \times \frac{M_K \times 1300^2}{20000 \times 27977} = 1,9375 \times 10^{-4} M_K$$

$$\delta_{calc} = \delta_{LIM} \qquad M_K = \frac{3,7143\ cm}{1,9375 \times 10^{-4}\ 1/kN} = 191,70\ kNm$$

$$M_{K\ FLECHA} = \underline{191,70\ kNm}$$

→ VERIFICAÇÃO DE CORTANTES:

$$\lambda_{as} = h_w/t_w = \frac{300}{12,5} = 24$$

$$\lambda_{pas} = 1,10\sqrt{\frac{5 \times 20000}{25}} = 69,57$$

} Alma compacta p/ assentamento

$$V_{pl} = 0,60 \times (30 + 2 \times 1,9)\ cm \times 1,25\ cm \times 25\ kN/cm^2 = 633,75\ kN$$

$$V_{Rd} = 633,75\ kN/1,1 = 576,14\ kN$$

$$V_{sd} = 1,4 M_K/L \qquad V_{sd} = V_{Rd} : M_K = \frac{L}{1,4} \times 576,14\ kN$$

$$M_K = \frac{13\ m}{1,4} \times 576,14\ kN = \underline{5349,9\ kNm}$$

GABARITO V3

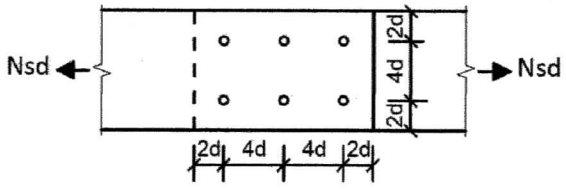
Problema B : [Valor 4.375 pontos - 0.6250 pontos cada questão]

A ligação por atrito ao lado será feita em **parafusos ASTM A325** e com **chapas em aço MR-350**.

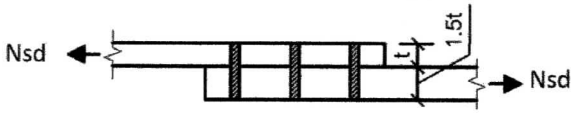
Determinar qual á **máxima solicitação de tração Nsd (em valor de cálculo)**, possível de ser aplicada, de modo que a ligação passe nas **verificações pertinentes ao meio ligante**, desprezando as verificações ESB, RSL e Cisalhamento de Bloco relativas aos elementos de ligação.

Dados:
- A ovalização do furo é considerada uma limitação de projeto;
- Por padrão a ligação por atrito deve também ser verificada para o funcionamento por contato;
- Furos Padrão;
- Superfícies jateadas sem pintura;
- Para verificação de deslizamento em ELS adotar simplificadamente Fv,sk = 0.70 Fv,sd e Ft,sk = 0.70 Ft,sd (ou seja, solicitações em ELS iguais a 70 por cento das solicitações ELU);
- d = 19.0 mm (3/4") : diâmetro nominal do parafuso
- t = 7.6 mm : espessura da chapa mais fina da ligação

Vista da Ligação



Corte Passante nos Furos da Ligação



B01 - A resistência relativa à pressão de contato nos furos e rasgamento de chapa, para o furo mais desfavorável na chapa mais fina da ligação é (em kN):
(A) 46.398 **(B)** 181.37 **(C)** 71.706 **(D)** 97.014 **(E)** 84.360 **(F)** N.D.A. ABERTA V

B02 - A resistência ao deslizamento por cada parafuso instalado é (em kN e em valor característico):
(A) 50.000 **(B)** N.D.A. **(C)** 125.00 **(D)** 6.0000 **(E)** 62.500 **(F)** 12.500 ABERTA V

B03 - A máxima solicitação Nsd (em valor de cálculo) possível der aplicada de modo que a ligação verifque em termos de pressão de contato e rasgamento de furo é (em kN e considerando que as forças se distribuem uniformemente em cada furo):
(A) N.D.A. **(B)** 506.16 **(C)** 227.77 **(D)** 126.54 **(E)** 632.70 **(F)** 278.39

B04 - Assinale a(s) alternativa(s) CORRETA(S) e caso todas sejam incorretas assinale N.D.A.:
(A) Na ligação em questão a resistência seria aumentada com a substituição dos parafusos A325 pelos parafusos A307.
(B) N.D.A.
(C) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de tração e corte simultâneos.
(D) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de corte dos parafusos.
(E) A força de protensão necessárias aos parafusos indicados é superior a 100 kN.
(F) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de deslizamento de chapas.

B05 - A máxima solicitação Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicada para que as verificações delimitadas no enunciado sejam atendidas é (em kN):
(A) 415.84 **(B)** 228.71 **(C)** 894.06 **(D)** 1039.6 **(E)** 977.22 **(F)** N.D.A. ABERTA V

B06 - A resistência relativa à pressão de contato nos furos e rasgamento de chapa, para o furo mais desfavorável na chapa mais grossa da ligação é (em kN):
(A) 227.77 **(B)** 272.06 **(C)** 126.54 **(D)** 316.35 **(E)** 44.289 **(F)** N.D.A.

B07 - A resistência a ocorte de um único parafuso é de (em kN):
(A) N.D.A. **(B)** 69.307 **(C)** 100.50 **(D)** 93.564 **(E)** 86.634 **(F)** 79.703

→ VERIFICAÇÃO DE CORTE NOS PARAFUSOS:

$A_b = \frac{\pi}{4} \times (1{,}9\,cm)^2 = 2{,}8353\,cm^2$

$F_{v,Rd} = 0{,}40 \times 2{,}8353\,cm^2 \times 82{,}5\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 69{,}307\,kN$ (P/ PLANO DE CORTE)

P/ PARAFUSO: $1 \times 69{,}307 = \underline{69{,}307\,kN}$ (1 PLANO APENAS)

→ PRESSÃO DE CONTATO E RASGAMENTO:

1º CHAPA FINA:

$l_f = 2d - 0{,}5(d + 1{,}5) = 2 \times 19 - 0{,}5(19 + 1{,}5) = 27{,}75\,mm$

$F_{c,Rd_1} = \begin{cases} 1{,}2 \times 2{,}775\,cm \times 0{,}76\,cm \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = \underline{84{,}36\,kN} \\ 2{,}4 \times 1{,}9\,cm \times 0{,}76\,cm \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 115{,}52\,kN \end{cases}$

2º CHAPA GROSSA: (BASTA MULTIPLICAR P/ 1,5)

$F_{c,Rd_2} = 1{,}5 \times 84{,}36\,kN = \underline{126{,}54\,kN}$

P/ CHAPA FINA: $6 \times 84{,}36 = \underline{506{,}16\,kN}$

P/ CHAPA GROSSA: $6 \times 126{,}54 = 759{,}24\,kN$

→ DESLIZAMENTO: (FURO PADRÃO VERIF. ELS)

$F_{f,Rk} = 0{,}80\,\mu\,ch\,F_{Tb}\,n_s \left(1 - \frac{F_{t,Sk}}{0{,}80\,F_{Tb}}\right)$

$F_{t,Sk} = 0$ A LIGAÇÃO NÃO É TRACIONADA NOS PARAFUSOS

$F_{Tb} = 125\,kN \quad \mu = 0{,}50 \quad ch = 1 \quad n_s = 1$

$F_{f,Rk} = 0{,}80 \times 0{,}50 \times 1 \times 125\,kN \times 1 = 50\,kN$

→ RESISTÊNCIAS EM VALOR DE CÁLCULO:

CORTE: $6 \times 69{,}307\,kN = \boxed{415{,}84\,kN}$

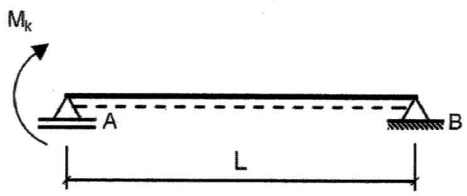
PRESSÃO / RASG. = 506,16 kN

DESLIZAMENTO: $6 \times 50 / 0{,}7 = 428{,}57\,kN$

Problema A : [Valor 5.625 pontos - 0.6250 pontos cada questão] GABARITO V4

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

Determinar a **máxima carga permanente Mk, em valor característico**, que pode ser aplicada, de modo que a viga esboçada atenda as **verificações de flecha máxima, cortantes e FLT para momentos fletores**.

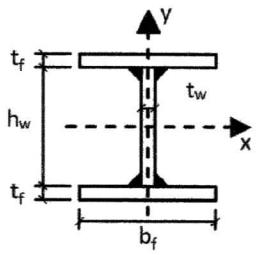


Dados:
- A viga é travada lateralmente somente nos apoios A e B;
- Mk deve ser majorada com coeficiente 1.40 (ações agrupadas);
- Considerar que a viga pertence ao piso de uma biblioteca;
- Comprimento Longitudinal da Viga L = 9.0 m

Dimensões do Perfil I Soldado:
- bf = 250.0 mm
- tf = 16.0 mm
- hw = 300.0 mm
- tw = 10.0 mm

Algumas propriedades geométricas do Perfil I Soldado:
- J = 78.267 cm^4 (inércia de torção)
- Cw = 1040790.8 cm^6 (constante de empenamento)

Seção Transversal do Perfil Soldado da Viga AB



A01 - A flecha limite definida pela norma NBR8800:2008 para a viga em questão é (em cm):
(A) 6.4285 **(B)** 2.5714 **(C)** 0.89999 **(D)** N.D.A. **(E)** 4.6285 **(F)** 3.4714

A02 - O índice de esbeltez relativo ao limite entre a flambagem inelástica e a flambagem elástica em FLT (λr) é:
(A) 61.467 **(B)** 79.029 **(C)** 175.62 **(D)** 254.65 **(E)** 131.72 **(F)** N.D.A.

A03 - O esforço cortante resistente da seção transversal (em kN) é :
(A) 814.91 **(B)** 158.46 **(C)** N.D.A. **(D)** 452.73 **(E)** 339.55 **(F)** 520.64

A04 - O módulo elástico da viga para o eixo X indicado é (em cm^3):
(A) 1674.6 **(B)** N.D.A. **(C)** 1339.7 **(D)** 2880.4 **(E)** 736.84 **(F)** 3349.2

A05 - O momento de plastificação total da viga é (em kNm):
(A) 372.25 **(B)** 670.05 **(C)** 428.09 **(D)** 800.34 **(E)** N.D.A. **(F)** 874.79

A06 - O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT é:
(A) 36.547 **(B)** 80.404 **(C)** 343.55 **(D)** 146.19 **(E)** 365.48 **(F)** N.D.A.

A07 - Assinale a(s) alternativa(s) INCORRETA(s) e caso todas sejam corretas assinale N.D.A.:
(A) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação de cortantes ainda seja atendida é 2910.4 kNm
(B) A verificação determinante da carga Mk é a verificação de deslocamentos máximos.
(C) A viga AB, em termos de FLT, é uma viga intermediária.
(D) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação FLT ainda seja atendida é 241.72 kNm
(E) O perfil soldado possui alma compacta para cisalhamento.
(F) N.D.A.

A08 - O fator Cb relativo à distribuição dos momentos fletores na verificação FLT para a viga em questão será:
(A) 1.6667 **(B)** 2.0834 **(C)** N.D.A. **(D)** 0.20000 **(E)** 2.2500 **(F)** 1.9167

A09 - A máxima carga de momento fletor Mk (em valor característico) possível de ser aplicada para que a viga atenda a verificação de deslocamentos máximos é (em kNm):
(A) 550.25 **(B)** 275.12 **(C)** N.D.A. **(D)** 165.07 **(E)** 220.10 **(F)** 396.18

→ PROPRIEDADES DO PERFIL I SOLDADO;

$A_g = 110\,cm^2$ $I_x = 22238\,cm^4$ $I_y = 4169{,}2\,cm^4$

$r_x = 14{,}219\,cm$ $r_y = 6{,}1564\,cm$ $W_x = 1339{,}6\,cm^3$

$W_y = 333{,}53\,cm^3$ $Z_x = 1489\,cm^3$

$M_{pl} = Z_x \cdot f_y = 1489 \times 25 = 37225\,kN\,cm = 372{,}25\,kN\,m$

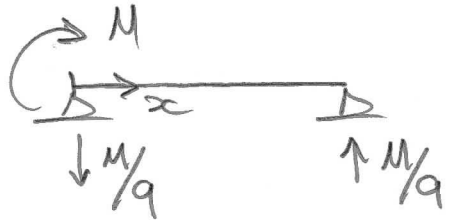
$\lambda_{FLT} = L_b / r_y = 900\,cm / 6{,}1564\,cm = 146{,}19$

$\lambda_{pFLT} = 1{,}76\sqrt{\frac{20000}{25}} = 49{,}78$, $\beta_1 = \frac{0{,}7 \times 25 \times 1339{,}6}{20000 \times 78{,}267} = 1{,}4976 \times 10^{-2}$

$$\lambda_{r_{FLT}} = \frac{1{,}38\sqrt{4169{,}2 \times 78{,}267}}{6{,}1564 \times 78{,}267 \times 1{,}4976 \times 10^{-2}} \sqrt{1+\sqrt{1+\frac{27 \times 1040791 \times (1{,}4976 \times 10^{-2})}{4169{,}2}}}$$

$\lambda_{r_{FLT}} = 175{,}63$, ⇒ Viga Intermediária;

→ Fator Cb e Veruf FLT:



$$C_b = \frac{12{,}5 \times 1M}{2{,}5 \times 1M + 3 \times 0{,}75M + 4 \times 0{,}5M + 3 \times 0{,}25M}$$

$M(x=0) = M$

$M(x=9/4) = M - 9/4\, M/9 = 0{,}75M$

$M(x=9/2) = M - 9/2\, M/9 = 0{,}50M$

$M(x=3/4\,9) = M - 3/4\,9\, M/9 = 0{,}25M$

$M(x=9) = M - 9\, M/9 = 0$

$$C_b = \frac{12{,}5\,M}{7{,}5\,M}$$

$C_b = 1{,}6667$

$M_{rc} = 0{,}7 \times 1339{,}6 \times 25 = 23443\ kN.cm = 234{,}43\ kN.m$

$$M_{Rd} = \frac{1{,}6667}{1{,}1}\left[372{,}25 - (372{,}25 - 234{,}43)\frac{(146{,}19 - 49{,}78)}{(175{,}63 - 49{,}78)}\right] = 404{,}05\ kN.m$$

$M_{Rd} = 404{,}05\ kN.m > \frac{M_{Rd}}{\gamma_{a1}} = \frac{372{,}25\ kN.m}{1{,}1} = 338{,}41\ kN.m$

$$M_{K_{FLT}} = \frac{M_{Rd}}{1{,}4} = \frac{338{,}41\ kN.m}{1{,}4} = 241{,}72\ kN.m$$

→ VERIFICAÇÃO DE FLECHA:

$$\delta_{lim} = L/350 = 900\ cm/350 = 2{,}5714\ cm$$

$$\delta_{calc} = \frac{1}{9\sqrt{3}} \times \frac{M_K \times 900^2}{20000 \times 22238} = 1{,}1683 \times 10^{-4} M_K$$

$$\delta_{calc} = \delta_{lim} \Rightarrow M_K = \frac{2{,}5714}{1{,}1683 \times 10^{-4}} = 22009\ kN.cm$$

$M_{K_FLECHA} = 220{,}09\ kN.m$ //

→ VERIFICAÇÃO DE CORTANTES:

$\lambda_{cis} = 30\ cm/1\ cm = 30$ $\quad \lambda_{pas} = 1{,}10\sqrt{\frac{5 \times 20000}{25}} = 69{,}57$

→ Lum COMPACTA P/ CISALHAMENTO;

$V_{Rd} = 0{,}60 \times (30 + 2 \times 1{,}6) \times 1{,}0\ cm^2 \times 25\ kN/cm^2 = 498\ kN$

$V_{Rd} = 498\ kN/1{,}1 = 452{,}73\ kN$ //

$V_{sd} = 1{,}4 M_K/L$ $\quad V_{Rd} = 452{,}73\ kN$ // $\quad V_{sd} = V_{Rd}$

$M_K = \frac{9\ m}{1{,}4} \times 452{,}73\ kN = 2910{,}4\ kN.m$ //

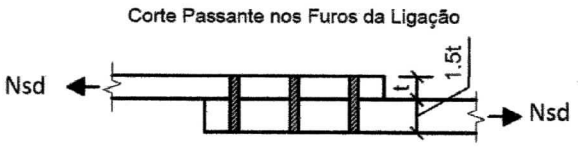
GABARITO V4

Problema B : [Valor 4.375 pontos - 0.6250 pontos cada questão]

A ligação por atrito ao lado será feita em **parafusos ASTM A325** e com **chapas em aço MR-350**.

Determinar qual á **máxima solicitação de tração Nsd (em valor de cálculo)**, possível de ser aplicada, de modo que a ligação passe nas **verificações pertinentes ao meio ligante**, desprezando as verificações ESB, RSL e Cisalhamento de Bloco relativas aos elementos de ligação.





Dados:
- A ovalização do furo é considerada uma limitação de projeto;
- Por padrão a ligação por atrito deve também ser verificada para o funcionamento por contato;
- Furos Padrão;
- Superfícies jateadas sem pintura;
- Para verificação de deslizamento em ELS adotar simplificadamente Fv,sk = 0.70 Fv,sd e Ft,sk = 0.70 Ft,sd (ou seja, solicitações em ELS iguais a 70 por cento das solicitações ELU);
- d = 22.0 mm : diâmetro nominal do parafuso
- t = 8.8 mm : espessura da chapa mais fina da ligação

B01 - A resistência a ocorte de um único parafuso é de (em kN):
(A) 218.36 **(B)** 92.921 **(C)** N.D.A. **(D)** 60.399 **(E)** 199.78 **(F)** 167.26

B02 - Assinale a(s) alternativa(s) CORRETA(S) e caso todas sejam incorretas assinale N.D.A.:
(A) A força de protensão necessárias aos parafusos indicados é superior a 100 kN.
(B) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de corte dos parafusos.
(C) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de deslizamento de chapas.
(D) N.D.A.
(E) Na ligação em questão a resistência seria aumentada com a substituição dos parafusos A325 pelos parafusos A307.
(F) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de tração e corte simultâneos.

B03 - A resistência relativa à pressão de contato nos furos e rasgamento de chapa, para o furo mais desfavorável na chapa mais grossa da ligação é (em kN):
(A) 144.74 **(B)** 425.70 **(C)** 366.10 **(D)** 306.50 **(E)** 170.28 **(F)** N.D.A.

B04 - A máxima solicitação Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicada para que as verificações delimitadas no enunciado sejam atendidas é (em kN):
(A) 473.90 **(B)** N.D.A. **(C)** 557.53 **(D)** 641.16 **(E)** 418.15 **(F)** 306.64

B05 - A resistência ao deslizamento por cada parafuso instalado é (em kN e em valor característico):
(A) 24.640 **(B)** N.D.A. **(C)** 176.00 **(D)** 70.400 **(E)** 126.72 **(F)** 52.800

B06 - A máxima solicitação Nsd (em valor de cálculo) possível der aplicada de modo que a ligação verifque em termos de pressão de contato e rasgamento de furo é (em kN e considerando que as forças se distribuem uniformemente em cada furo):
(A) 681.12 **(B)** 170.28 **(C)** 442.73 **(D)** N.D.A. **(E)** 851.40 **(F)** 1226.0

B07 - A resistência relativa à pressão de contato nos furos e rasgamento de chapa, para o furo mais desfavorável na chapa mais fina da ligação é (em kN):
(A) 113.52 **(B)** N.D.A. **(C)** 62.436 **(D)** 85.140 **(E)** 51.084 **(F)** 266.77

→ VERIFICAÇÃO DE CORTE DOS PARAFUSOS;

$A_b = \frac{\pi}{4}(2{,}2\,cm)^2 = 3{,}8013\,cm^2$

$F_{v'Rd} = \frac{0{,}4 \times 3{,}8013\,cm^2 \times 82{,}5\,kN/cm^2}{1{,}35} = 92{,}921\,kN$ (P) PLANO DE CORTE

COMO HÁ SOMENTE 1 PLANO DE CORTE:

$F_{vRd} = 1 \times 92{,}921\,kN = \underline{92{,}921\,kN}$ //

→ VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO DE CONTATO E RASGAMENTO;

CHAPA FINA:

$l_f = 2d - 0{,}5(d + 0{,}15) = 2 \times 2{,}2 - 0{,}5(2{,}2 + 0{,}15) = 3{,}225\,cm$

$F_{cRd_1} = \begin{cases} \frac{1{,}2 \times 3{,}225\,cm \times 0{,}88\,cm \times 45\,kN/cm^2}{1{,}35} = \underline{113{,}52\,kN} \\ \frac{2{,}4 \times 2{,}2\,cm \times 0{,}88\,cm \times 45\,kN/cm^2}{1{,}35} = 154{,}88\,kN \end{cases}$

CHAPA GROSSA:

$F_{cRd_2} = 1{,}5 \times 113{,}52\,kN = \underline{170{,}28\,kN}$

N_{sd} P/ CHAPA FINA: $6 \times 113{,}52\,kN = \underline{681{,}12\,kN}$ //

N_{sd} P/ CHAPA GROSSA: $6 \times 154{,}88\,kN = 929{,}28\,kN$

→ DESLIZAMENTO: (FURO PADRÃO → ELS)

$F_{f,Rk} = 0{,}80\,\mu\,ch\,n_s\,F_{Tb}\left(1 - \frac{F_{t'sk}}{0{,}80\,F_{Tb}}\right)$

$F_{t'sk} = 0$ → A LIGAÇÃO NÃO É TRACIONADA;

$F_{Tb} = 176\,kN \quad ch = 1 \quad n_s = 1 \quad \mu = 0{,}5$

$F_{f,Rk} = 0{,}80 \times 0{,}5 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \times 176\,kN = \underline{70{,}4\,kN}$ //

→ RESISTÊNCIAS EM VALOR DE CÁLCULO:

CORTE: $6 \times 92{,}921\ kN = \boxed{557{,}53\ kN}$

PRESSÃO/RASG. $= 681{,}12\ kN$

DESLIZ: $6 \times \frac{70{,}4\ kN}{0{,}7} = 603{,}43\ kN$