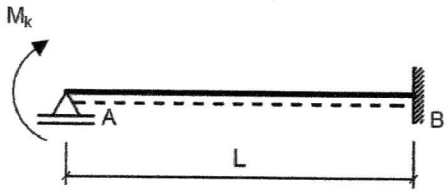
GABARITO V1

Problema B : [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.**

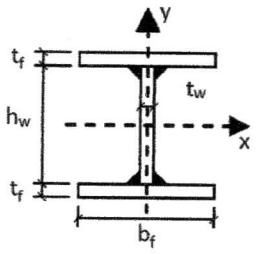


Dados:
- A viga é travada lateralmente somente nos apoios A e B;
- Mk deve ser majorada com coeficiente 1.40 (ações agrupadas);
- Considerar que a viga pertence ao piso de uma biblioteca;
- Comprimento Longitudinal da Viga L = 14.0 m

Dimensões do Perfil I Soldado:
- bf = 280.0 mm
- tf = 19.0 mm
- hw = 350.0 mm
- tw = 12.5 mm

Algumas propriedades geométricas do Perfil I Soldado:
- J = 150.82 cm^4 (inércia de torção)
- Cw = 2368235.8 cm^6 (constante de empenamento)

Seção Transversal do Perfil Soldado da Viga AB



B01 - O módulo elástico da viga para o eixo X indicado é (em cm^3):
(A) 1364.2 **(B)** 2623.5 **(C)** 1574.1 **(D)** 3043.3 **(E)** 2098.8 **(F)** N.D.A.

B02 - O índice de esbeltez relativo ao limite entre a flambagem inelástica e a flambagem elástica em FLT (λr) é:
(A) N.D.A. **(B)** 243.16 **(C)** 63.042 **(D)** 180.12 **(E)** 324.22 **(F)** 117.08 ABERTA

B03 - 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) 448.72 **(B)** 807.70 **(C)** N.D.A. **(D)** 1121.8 **(E)** 1054.5 **(F)** 112.18

B04 - O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT é:
(A) 298.22 **(B)** N.D.A. **(C)** 277.65 **(D)** 205.67 **(E)** 133.69 **(F)** 483.32 ABERTA

B05 - O fator Cb relativo à distribuição dos momentos fletores na verificação FLT para a viga em questão será:
(A) 2.7174 **(B)** N.D.A. **(C)** 2.1739 **(D)** 5.4348 **(E)** 0.26087 **(F)** 4.6739 ABERTA

B06 - O momento de plastificação total da viga é (em kNm):
(A) 1378.2 **(B)** 586.47 **(C)** 263.91 **(D)** 146.62 **(E)** 322.56 **(F)** N.D.A.

B07 - A flecha limite definida pela norma NBR8800:2008 para a viga em questão é (em cm):
(A) 4.0000 **(B)** 10.000 **(C)** N.D.A. **(D)** 5.0000 **(E)** 3.0000 **(F)** 0.48000 ABERTA

B08 - Assinale a(s) alternativa(s) INCORRETA(s) e caso todas sejam corretas assinale N.D.A.:
(A) A viga AB, em termos de FLT, é uma viga longa.
(B) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação FLT ainda seja atendida é 380.83 kNm
(C) A verificação determinante da carga Mk é a verificação de deslocamentos máximos.
(D) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação de cortantes ainda seja atendida é 4409.1 kNm
(E) N.D.A.
(F) O perfil soldado possui alma compacta para cisalhamento.

B09 - O esforço cortante resistente da seção transversal (em kN) é :
(A) 165.34 **(B)** 661.36 **(C)** 363.75 **(D)** 1653.4 **(E)** N.D.A. **(F)** 562.16

→ PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL:

$A_g = 150{,}15\,cm^2$ $I_x = 40717\,cm^4$ $I_y = 6957{,}2\,cm^4$

$W_x = 2098{,}8\,cm^3$ $W_y = 496{,}94\,cm^3$ $Z_x = 2345{,}9\,cm^3$

$r_x = 16{,}467\,cm$ $r_y = 6{,}8070\,cm$

$$\lambda_{pFLT} = \frac{L_b}{r_y} = \frac{1400\,cm}{6{,}8070\,cm} = 205{,}67$$

$$\beta_1 = \frac{0{,}7 \times 25\,kN/cm^2 \times 2098{,}8\,cm^3}{20000\,kN/cm^2 \times 150{,}82\,cm} = 0{,}012147$$

$$\lambda_{rFLT} = \frac{1{,}38\sqrt{6957{,}2 \times 150{,}82}}{6{,}8070 \times 150{,}82 \times 0{,}012147}\sqrt{1+\sqrt{1+\frac{27 \times 2368235{,}8 \times 0{,}012147^2}{6957{,}2}}}$$

$\lambda_{rFLT} = 180{,}48 \Rightarrow$ VIGA LONGA;

$$M_{pl} = Z_x \cdot f_y = 2345{,}9 \times 25 = 58648\,kN.cm = 586{,}48\,kN.m$$

→ VERIFICAÇÃO FLT:

FATOR Cb: $\delta(x) = \frac{ML^2}{4EI}\left(\frac{x^3}{L^3} - 2\frac{x^2}{L^2} + \frac{x}{L}\right)$

(x-1) $\frac{d\delta(x)}{dx} = \theta(x) = -\frac{ML^2}{4EI}\left(3\frac{x^2}{L^3} - 4\frac{x}{L^2} + \frac{1}{L}\right)$

$EI\frac{d^2\delta(x)}{dx^2} = M(x) = -\frac{ML^2}{4}\left(6\frac{x}{L^3} - 4\frac{1}{L^2}\right) : M(x) = M\left(-\frac{3}{2}\frac{x}{L} + 1\right)$

$EI\frac{d^3\delta(x)}{dx^3} = V(x) = -\frac{ML^2}{4}\left(\frac{6}{L^3}\right) : V(x) = -\frac{3}{2}\frac{M}{L}$

$M(x=0) = M$

$M(x=L/4) = 0{,}625\,M$

$M(x=L/2) = 0{,}25\,M$

$M(x=3/4L) = -0{,}125\,M$

$M(x=L) = -0{,}5\,M$

$$C_b = \frac{12{,}5\,(M)}{2{,}5(M) + 3(0{,}625M) + 4(0{,}25M) + 3(0{,}125M)}$$

$C_b = 2{,}1739$ //

$$M_{cr} = \frac{2{,}1739 \times \pi^2 \times 20000 \times 6957{,}2}{1400^2} \sqrt{\frac{2368235{,}8}{6957{,}2}\left(1 + \frac{0{,}039 \times 150{,}82 \times 1400}{2368235{,}8}\right)}$$

$M_{CR} = 68075\ kN/cm$

$M_{Rd} = \frac{M_{CR}}{\gamma_{a1}} = \frac{68075}{1{,}1} = 61886\ kNcm < \frac{M_{Rd}}{\gamma_{a1}} = \frac{58648}{1{,}1} = 53316\ kNcm$

$M_{Rd} = 533{,}16\ kNm$ $\quad M_{Sd} = M_{Rd} : 1{,}4 M_K = 533{,}16\ kNm$

$M_{K\ MAX.} = 533{,}16\ kNm / 1{,}4 = 380{,}83\ kNm$

→ VERIFICAÇÃO DE FLECHA:

$\delta_{LIM} = L/350 = 1400cm/350 = 4cm$

$\delta_{CALC} = \frac{M_K\ 1400^2}{27 \times 20000 \times 40717} = M_K \times 8{,}9143 \times 10^{-5}$ $\quad \delta_{CALC} = \delta_{LIM}$:

$M_{K\ FLECHA} = \frac{4cm}{8{,}9143 \times 10^{-5}\ 1/kN} = 44871\ kNcm = 448{,}71\ kNm$

→ VERIFICAÇÃO DE CORTE:

$V_{Sd} = 1{,}4 \times \left(\frac{3}{2} \times M_K / 14m\right) = 0{,}15\ M_K$ (MK EM kNm)

$\lambda_{AS} = h/t_w = 350mm/12{,}5mm = 28$

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

} ALMA COMPACTA P/ CISALHAMENTO

$V_{pl} = 0{,}60 \times (35 + 2 \times 1{,}9)cm \times 1{,}25cm \times 25 kN/cm^2 = 727{,}5\ kN$

$V_{Rd} = V_{pl}/\gamma_{a1} = \frac{727{,}5\ kN}{1{,}1} = 661{,}36\ kN$

$V_{Sd} = V_{Rd}$: $0{,}15 M_K = 661{,}36\ kN$

$M_K = \frac{661{,}36}{0{,}15} = 4409{,}1\ kNm$

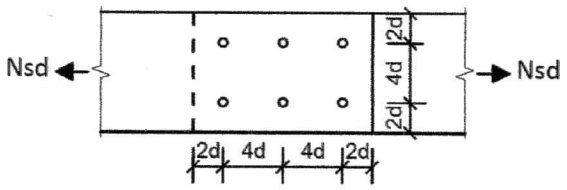
Problema A : [Valor 4.375 pontos - 0.6250 pontos cada questão] GABARITO V1

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

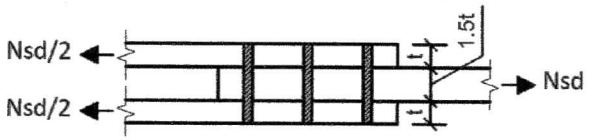
Determinar qual á **máxima solicitação de tração Nsd (em valor de cálculo)**, possível de ser aplicada, de modo que a ligação passe nas **verificações pertinentes ao meio ligante**, desprezando as verificações ESB, RSL e Cisalhamento de Bloco relativas aos elementos de ligação.

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 = 12.5 mm (1/2") : diâmetro nominal do parafuso
- t = 5.0 mm : espessura da chapa mais fina da ligação

Vista da Ligação



Corte Passante nos Furos da Ligação



A01 - 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) N.D.A. **(B)** 583.20 **(C)** 324.00 **(D)** 437.40 **(E)** 810.00 **(F)** 275.40

A02 - A resistência a ocorte de um único parafuso é de (em kN):
(A) 80.995 **(B)** 32.998 **(C)** 50.997 **(D)** 59.996 **(E)** N.D.A. **(F)** 26.998 ABERTA

A03 - 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) 13.500 **(B)** 54.000 **(C)** N.D.A. **(D)** 135.00 **(E)** 6.4800 **(F)** 126.90 ABERTA

A04 - 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) 324.00 **(B)** 275.40 **(C)** 696.60 **(D)** 178.20 **(E)** 145.80 **(F)** N.D.A.

A05 - 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) 41.400 **(B)** 84.600 **(C)** 52.200 **(D)** N.D.A. **(E)** 36.000 **(F)** 9.0000 ABERTA

A06 - Assinale a(s) alternativa(s) CORRETA(S) e caso todas sejam incorretas assinale N.D.A.:
(A) A verificação determinante da força Nsd é a verificação de corte dos parafusos.
(B) A força de protensão necessárias aos parafusos indicados é superior a 100 kN.
(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 deslizamento de chapas.
(E) N.D.A.
(F) Na ligação em questão a resistência seria aumentada com a substituição dos parafusos A325 pelos parafusos A307.

A07 - A resistência ao deslizamento por cada parafuso instalado é (em kN e em valor característico):
(A) 91.160 **(B)** 42.400 **(C)** 27.560 **(D)** N.D.A. **(E)** 36.040 **(F)** 23.320

→ VERIFICAÇÃO DE CORTE DOS PARAFUSOS;

$A_b = \pi/4 \times (1{,}25\,cm)^2 = 1{,}2272\,cm^2$

$F_{v,Rd} = 0{,}4 \times 1{,}2272\,cm^2 \times 82{,}5\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 29{,}998\,kN$

COMO SÃO 2 PLANOS DE CORTE: $2 \times 29{,}998 = 59{,}996\,kN$

→ VERIF. DE PRESSÃO DE APOIO / RASGAMENTO:

1. CHAPA FINA:

$l_1 = 2d - 0{,}5(d + 0{,}15) = 2 \times 1{,}25 - 0{,}5(1{,}25 + 0{,}15) = 1{,}8\,cm$

$$F_{b,Rd1} = \begin{cases} 1{,}2 \times 1{,}8\,cm \times 0{,}5\,cm \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 36\,kN \\ 2{,}4 \times 1{,}25\,cm \times 0{,}5\,cm \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 50\,kN \end{cases}$$

2. CHAPA GROSSA:

$1{,}5 \times 36\,kN = 54\,kN$

$$\begin{cases} N_{c,Sd1} = 6 \times 2 \times 36 = 432\,kN \\ N_{c,Sd2} = 6 \times 54 = 324\,kN \end{cases} \Leftarrow$$

→ VERIF. DE DESLIZAMENTO:

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

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

$F_{Tb} = 53\,kN \quad \mu = 0{,}5 \quad ch = 1{,}0 \quad n_s = 2$

$F_{f,Rk} = 0{,}8 \times 0{,}5 \times 1{,}0 \times 53\,kN \times 2 = 42{,}4\,kN$

→ RESISTÊNCIAS EM VALOR DE CÁLCULO:

CORTE: $6 \times 59{,}996 = 359{,}98\,kN$

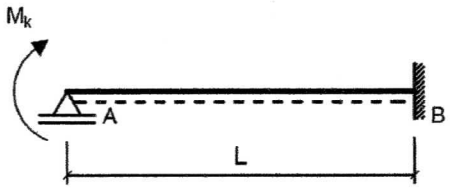
PRESS/RASG: $= \boxed{324\,kN}$

DESLIZ.: $6 \times 42{,}4 / 0{,}7 = 363{,}43\,kN$

Problema A : [Valor 5.625 pontos - 0.6250 pontos cada questão] GABARITO V2

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**.

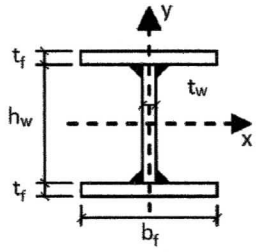


Dados:
- A viga é travada lateralmente somente nos apoios A e B;
- Mk deve ser majorada com coeficiente 1.40 (ações agrupadas);
- Considerar que a viga pertence ao piso de uma biblioteca;
- Comprimento Longitudinal da Viga L = 10.0 m

Dimensões do Perfil I Soldado:
- bf = 270.0 mm
- tf = 16.0 mm
- hw = 300.0 mm
- tw = 10.0 mm

Algumas propriedades geométricas do Perfil I Soldado:
- J = 83.728 cm^4 (inércia de torção)
- Cw = 1310934.5 cm^6 (constante de empenamento)

Seção Transversal do Perfil Soldado da Viga AB



A01 - O fator Cb relativo à distribuição dos momentos fletores na verificação FLT para a viga em questão será:
(A) 1.4130 **(B)** 2.1739 **(C)** 3.9130 **(D)** 5.1087 **(E)** N.D.A. **(F)** 1.6304

A02 - A flecha limite definida pela norma NBR8800:2008 para a viga em questão é (em cm):
(A) 2.8571 **(B)** 1.8571 **(C)** N.D.A. **(D)** 3.8571 **(E)** 4.1428 **(F)** 2.4285

A03 - O índice de esbeltez da viga em termos da verificação FLT é:
(A) N.D.A. **(B)** 111.66 **(C)** 66.996 **(D)** 17.866 **(E)** 148.88 **(F)** 52.108

A04 - O índice de esbeltez relativo ao limite entre a flambagem inelástica e a flambagem elástica em FLT (λr) é:
(A) 148.23 **(B)** 174.39 **(C)** 113.35 **(D)** 235.43 **(E)** N.D.A. **(F)** 95.915

A05 - O momento de plastificação total da viga é (em kNm):
(A) 576.42 **(B)** N.D.A. **(C)** 397.53 **(D)** 178.89 **(E)** 139.14 **(F)** 298.15

A06 - O módulo elástico da viga para o eixo X indicado é (em cm^3):
(A) N.D.A. **(B)** 1938.6 **(C)** 1436.0 **(D)** 1651.4 **(E)** 2082.2 **(F)** 1795.0

A07 - 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) N.D.A. **(B)** 864.28 **(C)** 496.50 **(D)** 367.78 **(E)** 239.06 **(F)** 44.134

A08 - O esforço cortante resistente da seção transversal (em kN) é :
(A) 452.73 **(B)** 294.27 **(C)** 158.46 **(D)** 113.18 **(E)** 656.46 **(F)** N.D.A.

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 2155.8 kNm
(B) A viga AB, em termos de FLT, é uma viga intermediária.
(C) N.D.A.
(D) A verificação determinante da carga Mk é a verificação de deslocamentos máximos.
(E) A máxima carga Mk (em valor característico) possível de ser aplicada de modo que a verificação FLT ainda seja atendida é 258.14 kNm
(F) O perfil soldado possui alma compacta para cisalhamento.

→ PROPRIEDADES DO PERFIL DA VIGA:

$I_x = 23837\ cm^4$ $\quad I_y = 5251{,}3\ cm^4$ $\quad r_x = 14{,}310\ cm$

$W_x = 1436{,}0\ cm^3$ $\quad W_y = 388{,}99\ cm^3$ $\quad r_y = 6{,}7167\ cm$

$A_g = 116{,}4\ cm^2$ $\quad Z_x = 1590{,}12\ cm^3$

$M_{pl} = Z_x \cdot f_y = 1590{,}1\ cm^3 \times 25\ kN/cm^2 = 39753\ kN\,cm$

$M_{pl} = \underline{397{,}53\ kN\,m}$ //

$\lambda_{FLT} = L_b / r_y = 1000\ cm / 6{,}7167\ cm = 148{,}88$

$\lambda_{PFLT} = 1{,}76\sqrt{\frac{20000}{25}} = 49{,}780$ $\quad \beta_1 = \frac{0{,}7 \times 25 \times 1436}{20000 \times 83{,}728} = 1{,}5007 \times 10^{-2}$

$$\lambda_{rFLT} = \frac{1{,}38\sqrt{5251 \times 83{,}728}}{6{,}7167 \times 1{,}5007 \times 10^{-2} \times 83{,}728}\sqrt{1+\sqrt{1+\frac{27 \times 1310934{,}5 \times (1{,}5007 \times 10^{-2})^2}{5251{,}3}}}$$

$\lambda_{rFLT} = \underline{174{,}39}$ // $\Rightarrow$ VIGA INTERMEDIÁRIA

$M_r = 0{,}7 \times 25\ kN/cm^2 \times 1436{,}0\ cm^3 = 25130\ kN\,cm = 251{,}3\ kN\,m$

→ FATOR C_b E VERIF. DE MOMENTO FLT;

$$\delta(x) = \frac{ML^2}{4EI}\left(-x^3/L^3 + 2x^2/L^2 - x/L\right) \qquad \frac{d\delta(x)}{dx} = \frac{ML^2}{4EI}\left(-\frac{3x^2}{L^3} + \frac{4x}{L^2} - 1/L\right)$$

$$M(x) = \frac{d^2\delta(x)}{dx^2}EI = \frac{ML^2}{4}\left(-\frac{6x}{L^3} + 4/L^2\right) \qquad V(x) = \frac{ML^2}{4}\left(\frac{-6}{L^3}\right) = -\frac{3}{2}\frac{M}{L}$$

$M(x=0) = 1{,}4\,M_K \frac{10^2}{4}\left(-6 \cdot 0/10^3 + 4/10^2\right) = 1{,}4\,M_K$

$M(x=2{,}5) = 1{,}4\,M_K \frac{10^2}{4}\left(-6 \times 2{,}5/10^3 + 4/10^2\right) = 0{,}875\,M_K$

$M(x=5{,}0) = 1{,}4\,M_K \frac{10^2}{4}\left(-6 \times 5/10^3 + 4/10^2\right) = 0{,}35\,M_K$

$M(x=7{,}5) = 1{,}4\,M_K \frac{10^2}{4}\left(-6 \times 7{,}5/10^3 + 4/10^2\right) = -0{,}175\,M_K$

$M(x=10) = 1{,}4\,M_K \frac{10^2}{4}\left(-6 \times 10/10^3 + 4/10^2\right) = -0{,}7\,M_K$

$$C_b = \frac{12{,}5 \times 1{,}4\,M_K}{2{,}5 \times 1{,}4M_K + 3 \times 0{,}875M_K + 4 \times 0{,}35M_K + 3 \times 0{,}175M_K} = \underline{2{,}1739}$$ //

$$M_{Rd} = \frac{2,1739}{1,1}\left[397,53 - (397.53 - 251,3)\frac{(148,88 - 49,78)}{(174,39 - 49,78)}\right] = 555,8\ kNm$$

$$\frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}} = \frac{397,53}{1,1} = \underline{361,39\ kNm} \quad \text{(ASSUME-SE COMO } M_{Rd})$$

$M_{sd} = M_{Rd} \quad 1,4\,M_K = 361,39\ kNm \quad M_{K\ FLT} = \frac{361,39}{1,4} = \underline{258,14\ kNm}$ //

→ VERIFICAÇÃO DE FLECHA:

$$\delta_{LIM} = L/350 = 1000\ cm/350 = 2,8571\ cm$$

$$\delta_{ALC} = \frac{M_K(1000\ cm)^2}{27 \times 20000\ kN/cm^2 \times 23837\ cm^4} = 7,7688 \times 10^{-5} M_K$$

$$\delta_{ALC} = \delta_{LIM} : \quad M_K = \frac{2,8571\ cm}{7,7688 \times 10^{-5}\ 1/kN} = 36777\ kNcm$$

$M_{K\,FLECHA} = \underline{367,77\ kNm}$ //

→ VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO:

$$\lambda_{CIS} = h/t_w = 300\ mm/10\ mm = 30$$

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

} ALMA COMPACTA PARA CISALHAMENTO

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

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

$$V_{sd} = V_{Rd} : \quad +3/2\ \ 1,4\,M_K/10m = 452,73\ kN$$

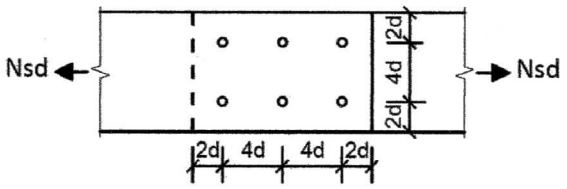
$$M_{K\ CORT} = \frac{10m \times 452,73\ kN \times 2}{3 \times 1,4} = \underline{2155,9\ kNm}$$ //

Problema B : [Valor 4.375 pontos - 0.6250 pontos cada questão] GABARITO V2

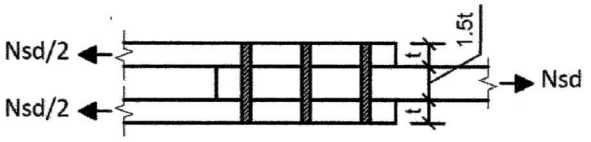
A ligação por atrito ao lado será feita em **parafusos ASTM A325** e com **chapas em aço MR-350**. AR 350

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.

Vista da Ligação



Corte Passante nos Furos da 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 = 16.0 mm : diâmetro nominal do parafuso
- t = 6.4 mm : espessura da chapa mais fina da ligação

B01 - A resistência a ocorte de um único parafuso é de (em kN):
(A) 98.297 **(B)** 11.796 **(C)** N.D.A. **(D)** 44.234 **(E)** 211.34 **(F)** 83.552

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

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) 1258.8 **(B)** 964.22 **(C)** 1339.2 **(D)** N.D.A. **(E)** 535.68 **(F)** 1151.7

B04 - 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) 120.53 **(B)** 129.46 **(C)** 31.248 **(D)** 89.280 **(E)** N.D.A. **(F)** 223.20

B05 - A resistência ao deslizamento por cada parafuso instalado é (em kN e em valor característico):
(A) N.D.A. **(B)** 156.52 **(C)** 72.800 **(D)** 105.56 **(E)** 25.480 **(F)** 47.320 ABERTA

B06 - 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) 535.68 **(B)** N.D.A. **(C)** 401.76 **(D)** 669.60 **(E)** 241.06 **(F)** 776.74 ABERTA

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) 50.592 **(B)** 59.520 **(C)** 14.880 **(D)** 107.14 **(E)** N.D.A. **(F)** 68.448 ABERTA

→ VERIFICAÇÃO DE CORTE DOS PARAFUSOS:

$A_b = \pi/4 \times (1{,}6\,cm)^2 = 2{,}0106\,cm^2$

$F_{v,Rd} = 0{,}4 \times 2{,}0106\,cm^2 \times 82{,}5\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 49{,}148$ (POR PLANO DE CORTE)

$F_{v,Rd\,PARAF} = 2 \times 49{,}148\,kN = \underline{98{,}296\,kN}$

→ PRESSÃO DE CONTATO E RASGAMENTO:

1. CHAPA FINA:

$l_f = 2d - (d + 0{,}15) = 2 \times 1{,}6\,cm - (1{,}6\,cm + 0{,}15\,cm)/2 = 2{,}325\,cm$

$F_{c,Rd_1} = \begin{cases} 1{,}2 \times 2{,}325\,cm \times 0{,}64\,cm \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = \underline{59{,}52\,kN} \\ 2{,}4 \times 1{,}6\,cm \times 0{,}64\,cm \times 45\,kN/cm^2 / 1{,}35 = 81{,}92\,kN \end{cases}$

2. CHAPA GROSSA: (BASTA MULTIPLICAR POR 1,5)

$F_{c,Rd_2} = 1{,}5 \times 59{,}52\,kN = \underline{89{,}28\,kN}$

P/ CHAPA FINA: $N_{sd}/2 = 6 \times 59{,}52\,kN$ $\quad N_{sd_1} = 714{,}24\,kN$

P/ CHAPA GROSSA: $N_{sd} = 6 \times 89{,}28\,kN$ $\quad \underline{N_{sd_2} = 535{,}68\,kN}$

→ DESLIZAMENTO: (FURO PADRÃO VERIF - ELS)

$F_{1,RK} = 0{,}80\,\mu\,Ch\,F_{Tb}\,n_s \left(1 - \frac{F_{t,SK}}{0{,}80\,F_{Tb}}\right)$

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

$F_{Tb} = 91\,kN \quad \mu = 0{,}50 \quad Ch = 1{,}0 \quad n_s = 2$

$F_{1,RK} = 0{,}80 \times 0{,}5 \times 1 \times 91\,kN \times 2 = \underline{72{,}8\,kN}$

→ RESISTÊNCIAS EM VALOR DE CÁLCULO:

CORTE: $6 \times 98{,}296\,kN = 589{,}78\,kN$

PRESSÃO/RASG.: $= \underline{535{,}68\,kN}$

DESLIZAMENTO: $\frac{6 \times 72{,}8\,kN}{97} = 624\,kN$