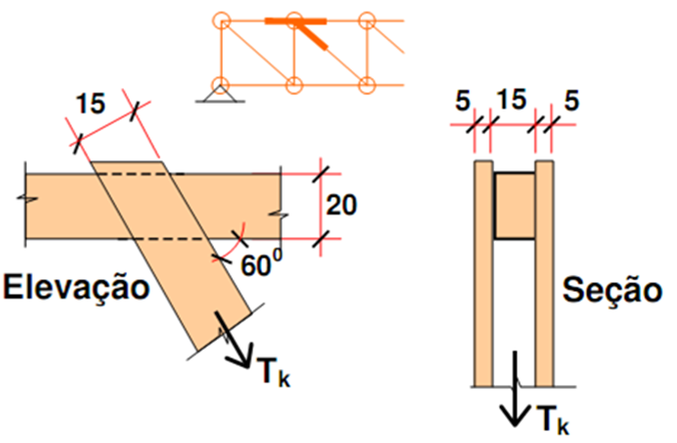
B2T5NA1109B

Projetar a ligação entre as peças de madeira indicadas nas figuras, usando parafusos como meio ligante.



Dados:
- ELU Combinação Normal;
- Dicotiledônea C-60;
- Ambiente Classe 1 de umidade, peças de 2ª categoria e carregamentos de Longa Duração
- Dimensões em "cm";
- Cargas:

$TGk := 13\ kN$ (permanente)

$TQk := 18\ kN$ (sobrecarga)

Diâmetro dos Parafusos (considerar furação igual ao diâmetro): $d := 1,25\ cm$

Q01) Qual o valor do esforço resistente (RVd1) por plano de corte relativo as peças externas (inclinadas)? [em kN]
Q02) Qual o valor do esforço resistente (RVd1) por plano de corte relativo à peça central (horizontal)? [em kN]
Q03) Qual a mínima quantidade de parafusos necessária para que a ligação suporte a solicitação aplicada? [adimensional e inteiro (sempre o valor inteiro que seja maior do que a quantidade calculada)]

Propriedades da Madeira:

$fc0k := 60\ MPa$

$kmod1 := 0,7$ Carregamentos de Longa Duração
$kmod2 := 1,0$ Ambiente Classe 1 de Umidade
$kmod3 := 0,8$ Peças de 2ª Categoria

$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,56$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{1,4} = 2,4\ \frac{kN}{cm^2}$

Determinação da Resistência por Parafuso Instalado:

Esforço Resistente por Plano de Corte das Peças Inclinadas "RVd1_Inclinadas": $t1 := 5\ cm$

$\beta = \frac{t}{d}$ $\beta_{lim} = 1,25\sqrt{\frac{f_{yd}}{f_{ed}}}$ $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,1}$ $fyd := \frac{240\ MPa}{1,1} = 21,8182\ \frac{kN}{cm^2}$

$tc_inclinadas := t1 = 5\ cm$ $fed_inclinadas := fc0d = 2,4\ \frac{kN}{cm^2}$ * ângulo da solicitação em relação às fibras é 0 graus

$\beta_inclinadas := \frac{tc_inclinadas}{d} = 4$ $\beta lim_inclinadas := 1,25 \cdot \sqrt{\frac{fyd}{fed_inclinadas}} = 3,7689$

Como β_inclinadas < βlim_linclinadas ---> Modo de Falha: FLEXÃO DO PINO

$$R_{Vd1} = 0,625.\frac{d^2}{\beta_{lim}}.f_{yd}$$

$RVd1_inclinadas := 0,625 \cdot \frac{d^2}{\beta lim_inclinadas} \cdot fyd = 5,6533\ kN$

$Q01 := RVd1_inclinadas = 5,6533\ kN$

Esforço Resistente por Plano de Corte da Peça Central "RVd1_horizontal:

$t2 := 15\ cm$

$$\beta = \frac{t}{d} \qquad \beta_{lim} = 1,25\sqrt{\frac{f_{yd}}{f_{ed}}} \qquad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,1}$$

$fyd := \frac{240\ MPa}{1,1} = 21,8182\ \frac{kN}{cm^2}$

$tc_horizontal := \frac{t2}{2} = 7,5\ cm$

* Ângulo da solicitação em relação às fibras é 60 graus logo:

Resistência ao embutimento das peças laterais (ângulo das fibras em relação a solicitação é 0°):

$$f_{e0d} = f_{c0d}$$

$fe0d := fc0d = 2,4\ \frac{kN}{cm^2}$

Resistência ao embutimento da peça central (ângulo das fibras em relação a solicitação é 60°):

$$f_{e90d} = 0,25 \cdot f_{c0d} \cdot \alpha_E$$

$fe60d$ ---> Fórmular Hankinson

$$f_{c\alpha} = \frac{f_{c0} \cdot f_{c90}}{f_{c0} \cdot sen^2\alpha + f_{c90} \cdot cos^2\alpha}$$

Tabela para determinação do αE:

d(cm)	≤0,62	0,95	1,25	1,6	1,9	2,2	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	≥7,5
α_E	2,5	1,95	1,68	1,52	1,41	1,33	1,27	1,19	1,14	1,1	1,07	1,0

Da tabela acima: $\alpha_E := 1,68$

$fe90d := 0,25 \cdot fc0d \cdot \alpha_E = 1,0080\ \frac{kN}{cm^2}$

Por Hankinson:

$$fe60d := \frac{fe0d \cdot fe90d}{fe0d \cdot \sin(60\ °)^2 + fe90d \cdot \cos(60\ °)^2} = 1,1789\ \frac{kN}{cm^2}$$

$fed_horizontal := fe60d = 1,1789\ \frac{kN}{cm^2}$

$\beta_horizontal := \frac{tc_horizontal}{d} = 6$

$\beta lim_horizontal := 1,25 \cdot \sqrt{\frac{fyd}{fed_horizontal}} = 5,3774$

Como β_horizontal < βlim_horizontal ---> Modo de Falha: FLEXÃO DO PINO

$$R_{Vd1} = 0,625.\frac{d^2}{\beta_{lim}}.f_{yd}$$

$RVd1_horizontal := 0,625 \cdot \frac{d^2}{\beta lim_horizontal} \cdot fyd = 3,9623\ kN$

$Q02 := RVd1_horizontal = 3,9623\ kN$

Esforço Resistente por Plano de Corte da Ligação (Valor Final):

$RVd1 := \min([\ RVd1_inclinadas\ \ RVd1_horizontal\ ]) = 3,9623\ kN$

Esforço Resistente por Parafuso:

Os parafusos instalados na ligação penetram as 3 peças gerando portanto 2 planos de corte por parafuso.

$n_planos := 2$

$RVd_paraf := n_planos \cdot RVd1 = 7,9246\ kN$

Combinações de Ações (ELU):

$\gamma g := 1,4 \qquad \gamma q := 1,4 \qquad T_{Gk} := 10\ kN$

$Tsd := \gamma g \cdot TGk + \gamma q \cdot TQk = 43,4\ kN$

Quantidade necessária de parafusos:

$n_paraf := \left\lceil \frac{Tsd}{RVd_paraf} \right\rceil = 6$

$Q03 := n_paraf = 6$

Respostas:

$Q01 = 5,6533\ kN$
$Q02 = 3,9623\ kN$
$Q03 = 6$