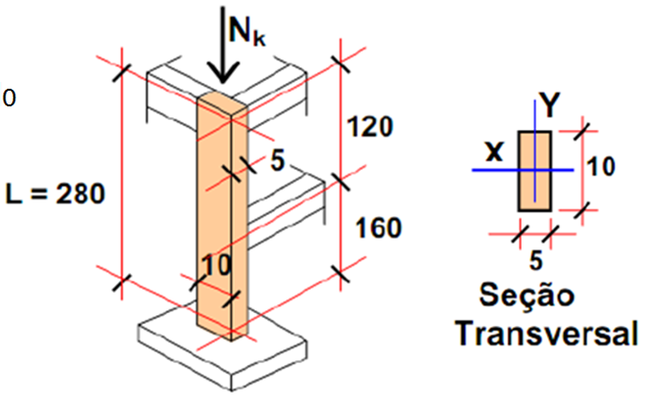
AM2_E14-02

Verificar a condição de segurança do pilar de madeira indicado nas figuras, submetido a um esforço de compressão:



a) Madeira dicotiledônea de Itaúba;
b) Dimensões em centímetros;
c) Cargas

$NGk := 5\ kN$ (permanente)
$NQk := 15\ kN$ (acidental)

d) Carregamentos de Longa Duração;
e) Classe 1 de umidade;
f) Madeira serrada de 2a. categoria;
g) Combinações Normais;

Combinação de Ações (Normal em ELU):

$\gamma g := 1,4 \qquad \gamma q := 1,4$

$Ncsd := \gamma g \cdot NGk + \gamma q \cdot NQk = 28\ kN$

Tensão Resistente de Compressão Paralela às Fibras:

Da norma NBR 7190:1997: Itaúba $Ec0m := 16387\ MPa$ $fc0m_15\% := 68,4\ MPa$

Converter o valor da tensão resitente para a umidade padrão (12%):

$$f_{média,12\%} = f_{média,U\%}\left[1 + \frac{3}{100}(U\% - 12\%)\right] \qquad fc0m := fc0m_15\% \cdot \left(1 + \frac{3}{100} \cdot (15 - 12)\right) = 74,556\ MPa$$

$$f_{ck,12} = 0,7 \cdot f_{c,média,12\%}$$
$$f_{tk,12} = 0,7 \cdot f_{t,média,12\%}$$
$$f_{vk,12} = 0,54 \cdot f_{v,média,12\%}$$

$fc0k := 0,7 \cdot fc0m = 52,189\ MPa$

Classe de carregamento: Longa Duração; $kmod1 := 0,7$

Classe de Umidade: Classe 1; $kmod2 := 1,0$

Classificação Estrutural: 2a categoria; $kmod3 := 0,8$

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

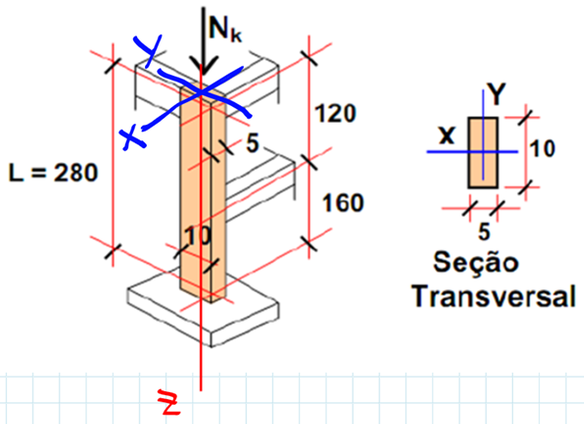
Peças em compressão paralela às fibras: $\gamma w := 1,4$

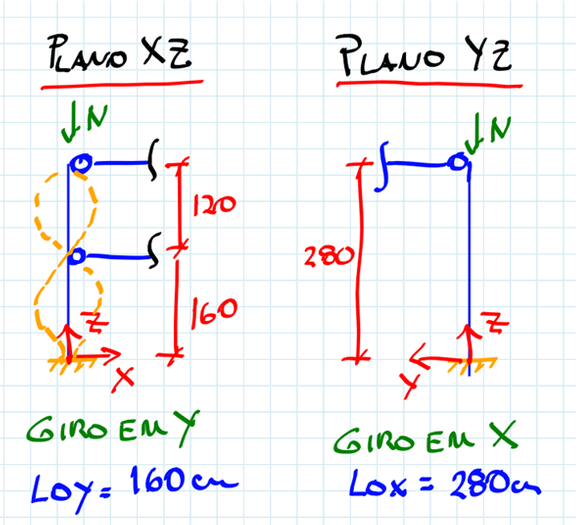
$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{\gamma w} = 2,0876\ \frac{kN}{cm^2}$ $fc0d = 20,876\ MPa$

Módulo de elasticidade efetivo:

$Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 917,67\ \frac{kN}{cm^2}$ $Ec0ef = 9,1767\ GPa$

Análise da Geometria da Seção Transversal:





$hx := 10\ cm$ $hy := 5,0\ cm$

$Lox := 280\ cm$ $Loy := 160\ cm$

$Ag := hx \cdot hy = 50\ cm^2$

$Ix := \frac{hy \cdot hx^3}{12} = 416,67\ cm^4$ $Iy := \frac{hx \cdot hy^3}{12} = 104,17\ cm^4$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} = 2,8868\ cm$ $ry := \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} = 1,4434\ cm$

$\lambda x := \frac{Lox}{rx} = 96,995$ $\lambda y := \frac{Loy}{ry} = 110,8513$

No presente caso o eixo y apresenta o maior índice de esbeltez.
E como λy é maior do 80 e menor ou igual à 140, temos uma peça esbelta.

Análise de Estabilidade do Eixo Y - Peça Medianamente Esbelta.

Peças Esbeltas ($80 < \lambda \leq 140$):

$$e_a = \frac{L_0}{300} \geq \frac{h}{30} \qquad e_i = \frac{M_{1d}}{N_{Sd}} \geq \frac{h}{30} \qquad e_{ig} = \frac{M_{1gd}}{N_{gd}}$$

$$e_c = (e_{ig} + e_a) \cdot \left\{ exp\left[\frac{\phi [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2) N_{qk}]}{F_E - [N_{gk} + (\psi_1 + \psi_2) N_{qk}]} \right] - 1 \right\}$$

Coeficientes de Fluência φ

Classes de Carregamento	Classes de Umidade			
	1	2	3	4
Permanente	0,8	0,8	2,0	2,0
Longa Duração	0,8	0,8	2,0	2,0
Média Duração	0,3	0,3	1,0	1,0
Curta Duração	0,1	0,1	0,5	0,5

$$e_{1,ef} = e_i + e_a + e_c \qquad F_E = \frac{\pi^2 \cdot E_{c0,ef} \cdot I}{L_0^2} \qquad M_{Sd} = N_{Sd} \cdot e_{1,ef} \cdot \left(\frac{F_E}{F_E - N_{Sd}} \right)$$

$$\sigma_{Nsd} = \frac{N_{Sd}}{A} \qquad \sigma_{Msd} = \frac{M_{Sd}}{I} \cdot y = \frac{M_{Sd}}{W} \qquad \frac{\sigma_{Nsd}}{f_{cod}} + \frac{\sigma_{Msd}}{f_{cod}} \leq 1$$

Assumindo edificação residencial:
$\psi 1 := 0,3$ $\psi 2 := 0,2$

(cargas de longa duração em ambiente classe 1 de umidade)

$\phi := 0,8$ $eigy := \frac{M1gd}{Ncsd} = 0$

$N1 := NGk + (\psi 1 + \psi 2) \cdot NQk = 12,5\ kN$

$\frac{hy}{30} = 0,16667\ cm$

$eay := \text{if } \frac{Loy}{300} \geq \frac{hy}{30} = 0,53333\ cm$
$\quad \frac{Loy}{300}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

$M1d := 0\ kN\ cm$

Compressão Simples: $M1gd := 0\ kN\ cm$

$eiy := \text{if } \frac{M1d}{Ncsd} \geq \frac{hy}{30} = 0,1667\ cm$
$\quad \frac{M1d}{Ncsd}$
$\quad \text{else}$
$\quad \frac{hy}{30}$

$FEy := \frac{\pi^2 \cdot Ec0ef \cdot Iy}{Loy^2} = 36,853\ kN$ $Ncsd = 28\ kN$

$ecy := (eigy + eay) \cdot \left(e^{\left(\frac{\phi \cdot N1}{FEy - N1} \right)} - 1 \right) = 0,2708\ cm$

$e1y_ef := eay + eiy + ecy = 0,9708\ cm$

$Ncsd \cdot e1y_ef = 27,182\ kN\ cm$ $\frac{FEy}{FEy - Ncsd} = 4,1627$

$Msdy_final := Ncsd \cdot e1y_ef \cdot \left(\frac{FEy}{FEy - Ncsd} \right) = 113,15\ kN\ cm$

$\sigma_{Nsd} := \frac{Ncsd}{Ag} = 0,56\ \frac{kN}{cm^2}$

$Wy := \frac{Iy}{\frac{hy}{2}} = 41,667\ cm^3$

$\sigma_{Msdy} := \frac{Msdy_final}{Wy} = 2,7156\ \frac{kN}{cm^2}$

$\frac{\sigma_{Nsd}}{fc0d} = 0,26825$ A tensão solicitante devido à carga centrada de compressão é 26,825% da tensão resistente de compressão paralela as fibras.

$\frac{\sigma_{Msdy}}{fc0d} = 1,3009$ A tensão solicitante devido ao momento final resultante das excêntricidades consideradas no problema, correspondem à 30,09% acima da tensão resistente de compressão paralela as fibras.

$\frac{\sigma_{Nsd}}{fc0d} + \frac{\sigma_{Msdy}}{fc0d} = 1,5691$ < 1 Conclusão: Falha! a peça NÃO atende à verificação de estabilidade.
