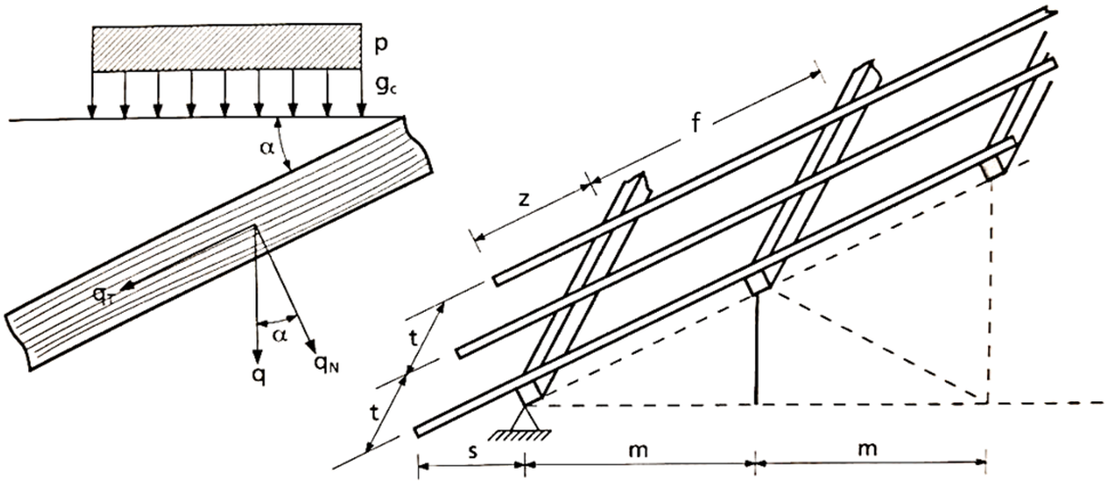
B2T5NA1019A

- Proceder a verificação da terça de cobertura indicada (cálculos relativos à segunda peça de baixo para cima).



- Madeira Dicotiledônea Classe C40;
- Ambiente Classe 3 de umidade;
- Peças de 2ª categoria;
- Combinações Normais em ELU;
- Combinações de Longa Duração em ELUti;
- Edificação Tipo Cobertura de Garagem;

Cargas em valor característico:

a) carga permanente em projeção horizontal: $gk1 := 0,665 \frac{kN}{m^2}$

b) peso próprio da terça: $gk2 := 0,08 \frac{kN}{m}$

c) sobrecarga acidental em projeção horizontal: $qk1 := 0,30 \frac{kN}{m^2}$

Dados geométricos:

- dimensões da seção transversal da terça: $b := 7\ cm$ $h := 16\ cm$
- distância entre as terças: $f := 1,50\ m$ $m := 1,40\ m$
- distância entre tesouras: $a := 2,5\ m$

Q01) Qual a relação solicitação / resistência (conforme a equação de interação proposta pela norma) para a verificação de momentos fletores? [adimensional]

Q02) Qual a relação solicitação / resistência para a verificação de esforços cortantes (considerar a soma simples, ou seja, não vetorial, das tensões cisalhantes solicitantes calculadas em relação aos eixos principais de inérica - não considerar redução de cortantes nos cálculos) ? [adimensional]

Q03) Qual a relação flecha calculada / flecha limite (considerar a soma vetorial das flechas nos eixos principais de inércia)? [adimensional]

Propriedades da Madeira:

$fc0k := 40\ MPa$ $fv0k := 6\ MPa$ $Ec0m := 19,5\ GPa$

$kmod1 := 0,7$ (carregamentos de longa duração)
$kmod2 := 0,8$ (ambiente Classe 3 de umidade)
$kmod3 := 0,8$ (dicotiledônea de 2a categoria)

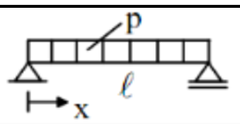
$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,448$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{1,4} = 1,28\ \frac{kN}{cm^2}$ $fv0d := kmod \cdot \frac{fv0k}{1,8} = 0,1493\ \frac{kN}{cm^2}$

$Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 873,6\ \frac{kN}{cm^2}$

Combinações de Ações:

Modelo estrutural utilizado:

	$\frac{5}{384}\frac{pL^4}{EI}$	0,5 L	$\frac{pL^4}{24EI}(-\alpha^4 + 2\alpha^3 - \alpha)$

$\delta_calc = \frac{5}{384 \cdot EI} \cdot q_eluti \cdot L^4$ $Msd = \frac{q_elu \cdot L^2}{8}$ $Vsd := \frac{q_elu \cdot L}{2}$

Relações trigonométricas: $ca := m = 1,4\ m$ $hip := f = 1,5\ m$

$ca^2 + co^2 = hip^2$ ---> $co := \sqrt{hip^2 - ca^2} = 0,5385\ m$

$sen\alpha := \frac{co}{hip} = 0,35901$ $cos\alpha := \frac{ca}{hip} = 0,93333$

Obtenção das cargas por metro linear:

a) carga permanente em projeção horizontal: $gk1_lin := gk1 \cdot m = 0,931\ \frac{kN}{m}$

b) peso próprio da terça: $gk2 := 0,08\ \frac{kN}{m}$

c) sobrecarga acidental em projeção horizontal: $qk1_lin := qk1 \cdot m = 0,42\ \frac{kN}{m}$

* Como os máximos esforços solicitantes e máxima flecha ocorrem sempre no mesmo ponto para as cargas elencadas é possível proceder a combinação das cargas ao invés de combinações das ações resultantes destas.

Combinação ELU: $\gamma g := 1,4$ $\gamma q := 1,4$

$q_elu := \gamma g \cdot (gk1_lin + gk2) + \gamma q \cdot qk1_lin = 2,0034\ \frac{kN}{m}$

Combinação ELUti: $\psi 2 := 0,6$

$q_eluti := (gk1_lin + gk2) + \psi 2 \cdot qk1_lin = 1,263\ \frac{kN}{m}$

Decomposição das cargas conforme o giro dos eixos principais de inércia

$q_elu_x := q_elu \cdot cos\alpha = 0,018698 \ \frac{kN}{cm}$

$q_elu_y := q_elu \cdot sen\alpha = 0,0071924 \ \frac{kN}{cm}$

$q_eluti_x := q_eluti \cdot cos\alpha = 0,011788 \ \frac{kN}{cm}$

$q_eluti_y := q_eluti \cdot sen\alpha = 0,0045343 \ \frac{kN}{cm}$

Verificação de Flexão:

$L := a = 2,5 \ m \qquad b = 7 \ cm \qquad h = 16 \ cm$

$Msd_x := \frac{q_elu_x \cdot L^2}{8} = 146,08 \ kN \ cm$

$Msd_y := \frac{q_elu_y \cdot L^2}{8} = 56,1908 \ kN \ cm$

$Wx := \frac{b \cdot h^2}{6} = 298,67 \ cm^3$

$Wy := \frac{h \cdot b^2}{6} = 130,6667 \ cm^3$

$\sigma Msdx := \frac{Msd_x}{Wx} = 0,48911 \ \frac{kN}{cm^2}$

$\sigma Msdy := \frac{Msd_y}{Wy} = 0,43003 \ \frac{kN}{cm^2}$

$Verfi_Flex01 := \frac{\sigma Msdx}{fc0d} + 0,5 \cdot \frac{\sigma Msdy}{fc0d} = 0,5501$

$Verfi_Flex02 := 0,5 \cdot \frac{\sigma Msdx}{fc0d} + \frac{\sigma Msdy}{fc0d} = 0,52702$

$Q01 := \max([\ Verfi_Flex01 \ \ Verfi_Flex02\ ]) = 0,5501$

Verificação de Corte:

$Vsd_x := \frac{q_elu_x \cdot L}{2} = 2,3373 \ kN$

$Vsd_y := \frac{q_elu_y \cdot L}{2} = 0,8991 \ kN$

$\tau sd_x := \frac{3}{2} \cdot \frac{Vsd_x}{b \cdot h} = 0,031303 \ \frac{kN}{cm^2}$

$\tau sd_y := \frac{3}{2} \cdot \frac{Vsd_y}{b \cdot h} = 0,012041 \ \frac{kN}{cm^2}$

$Q02 := \frac{\tau sd_x + \tau sd_y}{fv0d} = 0,29025$

Verificação de Flecha:

$\delta calc = \delta limite$

$Ix := \frac{b \cdot h^3}{12} = 2389,3 \ cm^4$

$Iy := \frac{h \cdot b^3}{12} = 457,3333 \ cm^4$

$\delta calc_x := \frac{5 \cdot q_eluti_x \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} = 0,28724 \ cm$

$\delta calc_y := \frac{5 \cdot q_eluti_y \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Iy} = 0,57725 \ cm$

$\delta total := \sqrt{\delta calc_x^2 + \delta calc_y^2} = 0,64477 \ cm \qquad L = 2,5 \ m$

$$\delta limite := \frac{L}{200} = 1,25 \text{ cm}$$

$$Q03 := \frac{\delta total}{\delta limite} = 0,51582$$

$$\delta total := \frac{5 \cdot q_eluti \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} \cdot \left(cos\alpha^2 + \frac{Ix}{Iy} \cdot sen\alpha^2 \right) = 0,4753 \text{ cm}$$

* Fórmula encontrada na referência MOLITERNO- Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira

---

Respostas:

$Q01 = 0,5501$

$Q02 = 0,2903$

$Q03 = 0,5158$
