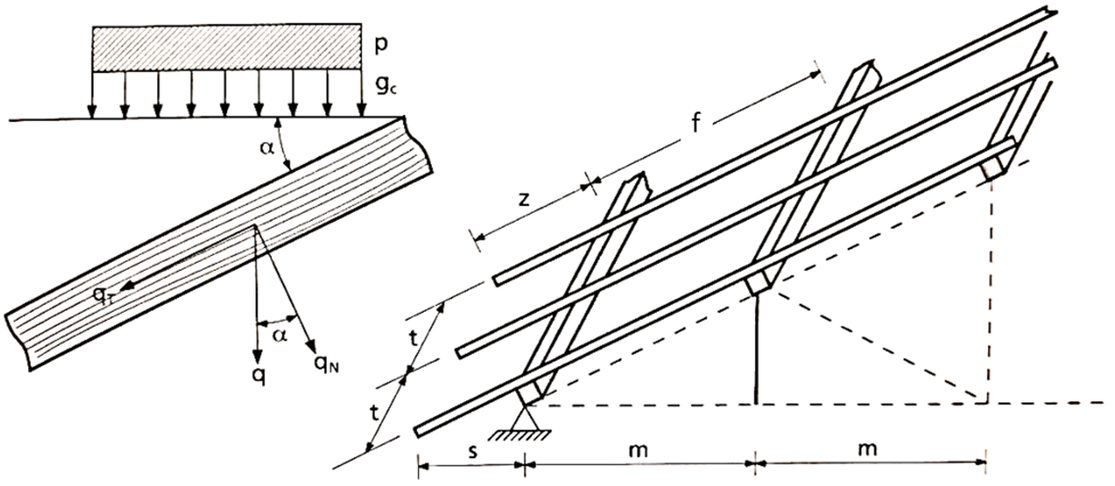
B2T5MA1008A - CORRIGIDO - Cobertura de Garagem e qk1 = 0,30 kN/m²

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



- Madeira Dicotiledônea Classe C30;
- 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: $b := 6\ cm$ $h := 16\ cm$
- distância entre as terças: $f := 1,55\ m$ $m := 1,40\ m$
- 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 inérica)? [adimensional]

Propriedades da Madeira:

$fc0k := 30\ MPa$ $fv0k := 5\ MPa$ $Ec0m := 14,5\ GPa$

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

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

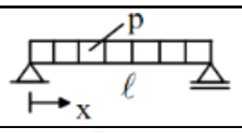
$\gamma w := 1,4$

$fc0d := kmod \cdot \frac{fc0k}{1,4} = 0,96\ \frac{kN}{cm^2}$ $fv0d := kmod \cdot \frac{fv0k}{1,8} = 0,1244\ \frac{kN}{cm^2}$

$Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 649,6\ \frac{kN}{cm^2}$

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: $ca := m = 1,4\ m$ $hip := f = 1,55\ m$

$ca^2 + co^2 = hip^2$ ---> $co := \sqrt{hip^2 - ca^2} = 0,6652\ m$

$sen\alpha := \frac{co}{hip} = 0,42917$ $cos\alpha := \frac{ca}{hip} = 0,90323$

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

$q_elu_x := q_elu \cdot cos\alpha = 0,018095 \ \frac{kN}{cm}$

$q_elu_y := q_elu \cdot sen\alpha = 0,0085979 \ \frac{kN}{cm}$

$q_eluti_x := q_eluti \cdot cos\alpha = 0,011408 \ \frac{kN}{cm}$

$q_eluti_y := q_eluti \cdot sen\alpha = 0,0054204 \ \frac{kN}{cm}$

Verificação de Flexão:

$L := a = 2,5 \ m \qquad b = 6 \ cm \qquad h = 16 \ cm$

$Msd_x := \frac{q_elu_x \cdot L^2}{8} = 141,37 \ kN \ cm \qquad Msd_y := \frac{q_elu_y \cdot L^2}{8} = 67,1711 \ kN \ cm$

$Wx := \frac{b \cdot h^2}{6} = 25600 \cdot \frac{1}{m} \ cm^4 \qquad Wy := \frac{h \cdot b^2}{6} = 9600 \cdot \frac{1}{m} \ cm^4$

$\sigma Msdx := \frac{Msd_x}{Wx} = 0,55222 \ \frac{kN}{cm^2} \qquad \sigma Msdy := \frac{Msd_y}{Wy} = 0,6997 \ \frac{kN}{cm^2}$

$Verfi_Flex01 := \frac{\sigma Msdx}{fc0d} + 0,5 \cdot \frac{\sigma Msdy}{fc0d} = 0,93966$

$Verfi_Flex02 := 0,5 \cdot \frac{\sigma Msdx}{fc0d} + \frac{\sigma Msdy}{fc0d} = 1,0165$

$Q01 := \max([\ Verfi_Flex01 \ \ Verfi_Flex02\ ]) = 1,0165$

Verificação de Corte:

$Vsd_x := \frac{q_elu_x \cdot L}{2} = 2,2619 \ kN \qquad Vsd_y := \frac{q_elu_y \cdot L}{2} = 1,0747 \ kN$

$\tau sd_x := \frac{3}{2} \cdot \frac{Vsd_x}{b \cdot h} = 0,035342 \ \frac{kN}{cm^2} \qquad \tau sd_y := \frac{3}{2} \cdot \frac{Vsd_x}{b \cdot h} = 0,0353 \ \frac{kN}{cm^2}$

$Q02 := \frac{\tau sd_x + \tau sd_y}{fv0d} = 0,568$

Verificação de Flecha:

$\delta calc = \delta limite$

$Ix := \frac{b \cdot h^3}{12} = 2048 \ cm^4 \qquad Iy := \frac{h \cdot b^3}{12} = 288 \ cm^4$

$\delta calc_x := \frac{5 \cdot q_eluti_x \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} = 0,43614 \ cm \qquad \delta calc_y := \frac{5 \cdot q_eluti_y \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Iy} = 1,4736 \ cm$

$\delta total := \sqrt{\delta calc_x^2 + \delta calc_y^2} = 1,5368 \ cm$

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

$$Q03 := \frac{\delta total}{\delta limite} = 1,2295$$

$$\delta total := \frac{5 \cdot q_eluti \cdot L^4}{384 \cdot Ec0ef \cdot Ix} \cdot \left(cos\alpha^2 + \frac{Ix}{Iy} \cdot sen\alpha^2 \right) = 1,0264 \text{ cm}$$

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

---

$Q01 = 1,0165$

$Q02 = 0,568$

$Q03 = 1,2295$
