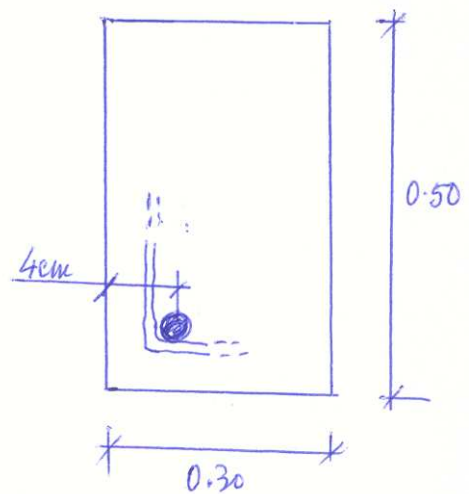
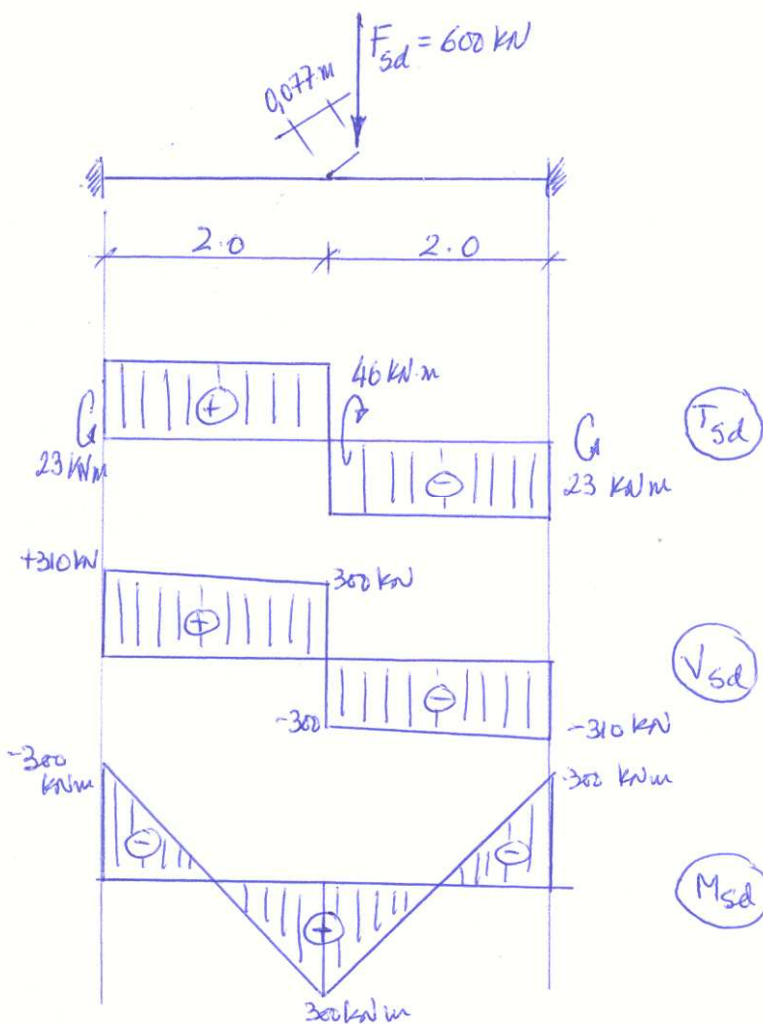


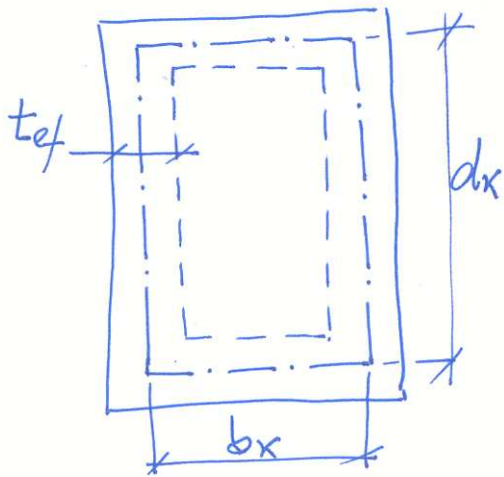
(9)

EXERCÍCIO:

- Dimensionar as armaduras de uma viga com 4,0m de vão e seção $0,30 \times 0,50 \text{ m}^2$, solicitada a meio vão por uma força concentrada com valor de cálculo $F_{sd} = 600 \text{ kN}$ e excentricidade de $0,077 \text{ m}$ em relação ao eixo da viga. Dados: C40/50, S500, $d = 0,45 \text{ m}$, $C + \frac{\phi}{2} = 4 \text{ cm}$.



i) Características da secção oca equivalente para dimensionamento à torção:



$$t = \frac{A}{u} = \frac{50 \times 30}{2(50+30)} = 9.4 \text{ cm}$$

$$> 4 \times 2 = 8 \text{ ok.}$$

$$b_x = 30 - 9.4 = 20.6 \text{ cm}$$

$$d_x = 50 - 9.4 = 40.6 \text{ cm}$$

$$A_x = 20.6 \times 40.6 = 836 \text{ cm}^2$$

$$u_x = 2(20.6 + 40.6) = 122 \text{ cm}$$

$$d = 0.46 \text{ m}$$

ii) Verificar a necessidade de dimensionar à torção e ao esforço transversal $\rightarrow A_{sw, \min}$?

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rd,c}} \leq 1.0 \quad ? \text{ verdadeira então } A_{sw, \min}$$

$$\rho_{w, \min} = 0.08 \sqrt{f_{cx}/f_{yk}}$$

$$T_{Rd,c} = 2 \times 0.0836 \times 0.094 \times \frac{2.5}{1.5} = 0.026 \text{ MN.m} = 26 \text{ kN.m}$$

$$V_{Rd,c} = \left[\underbrace{0.12}_{1.66} \times \left(1 + \sqrt{\frac{200}{460}} \right) \times \underbrace{(100 \times 0.02 \times 40)}_{4.31} \right]^{1/3} b_w d = 0.858 \times 0.30 \times 0.46 = 0.118 \text{ MN} = 118 \text{ kN}$$

$$\frac{23}{26} + \frac{310}{118} = 0.885 + 2.627 = 3.512 > 1$$

É nec. dimensionar

iii) Verificação do esmagamento das escoras para o efeito combinado T_{ed} .

- Definição do θ

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rd,max}} \leq 1.0$$

Seja $\rightarrow \cot \theta = 1.25 \rightarrow \theta = 38.7^\circ$ | $\sin \theta = 0.625$
 $\cos \theta = 0.780$
 $\tan \theta = 0.80$

$$T_{Rd,max} = 2 \alpha_{cw} v f_{cd} A_x t_{ef} \sin \theta \cos \theta$$

$v = 0.6(1 - \frac{40}{250}) = 0.504$

$$= 2 \times 0.504 \times 26.7 \times 0.0836 \times 0.094 \times 0.625 \times 0.780 =$$

$$= 0.103 \text{ MN.m} = 103 \text{ kN.m}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v f_{cd} \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta$$

$$= 0.30 \times 0.9 \times 0.46 \times 0.504 \times 26.7 \times 0.625 \times 0.780$$

$$= 0.815 \text{ MN} = 815 \text{ kN}$$

$$\frac{23}{103} + \frac{310}{815} = 0.223 + 0.380 = 0.603 < 1.0$$

Verifica o m esmagamento das escoras

O θ poderia ser inferior - digamos 30°

iv) Dimensionamento da armadura transversal

9-C

Esforço transversal:

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_V = \frac{V_{sd}}{z f_{yd} \cot \theta} = \frac{0,310}{0,9 \times 0,46 \times 435 \times 1,25} = 0,00138 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$= 13,8 \text{ cm}^2/\text{m} \quad - 2 \text{ ramos}$$

Torção

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_T = \frac{T_{sd}}{2 A_k f_{yd} \cot \theta} = \frac{0,023}{2 \times 0,0836 \times 435 \times 1,25} = 2,53 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$$

$$= 2,53 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por ramo de estribo (cinta)

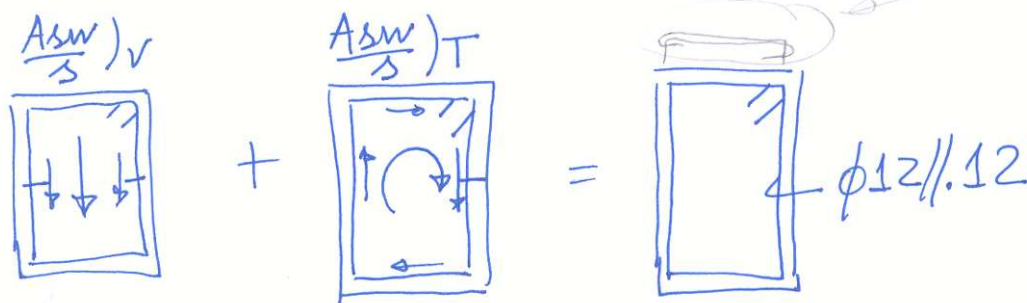
$$\frac{13,8}{2} + 2,53 = 9,43 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\phi 10 \rightarrow \frac{0,79}{9,43} = 0,08 \text{ m}$$

$$\phi 12 \rightarrow \frac{1,13}{9,43} = 0,12$$

O.K.

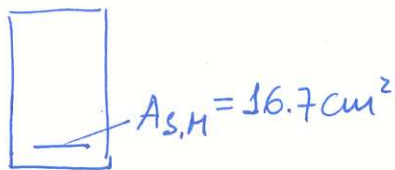
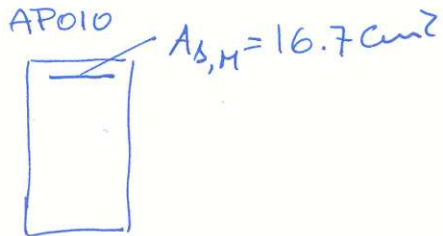
Estribos $\phi 12 // .12$ (2 ramos)



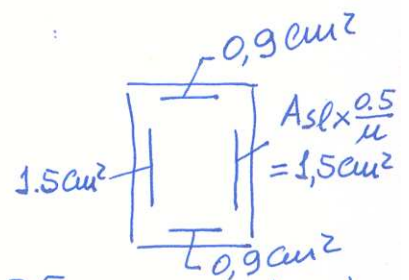
v) Dimensionamento da armadura long.: 9-D
tudinal

Flexão: $M_{sd} = 300 \text{ kN.m}$

$$A_s \approx \frac{300}{0,9 \times 0,46 \times 43,5} = 16,7 \text{ cm}^2$$



TORÇÃO: $T_{sd} = 23 \text{ kN.m}$



$$A_{st} \geq \frac{T_{sd} \cdot u_k \cdot \cot \theta}{2 A_k f_{yd}} = \frac{0,023 \times 1,22 \times 1,25}{2 \times 0,0836 \times 435} = 4,8 \times 10^{-4} \text{ m}^4 = 4,8 \text{ cm}^2$$

ou div.: são igual pelos lados $1,2 \text{ cm}^2/\text{lado}$

SEÇÃO DO VÃO - Momento positivo

$$A_s = 16,7 + 1,2 = 17,9 \text{ cm}^2 \quad \underline{4 \phi 25 (19,6 \text{ cm}^2)}$$

Banzo comprimido $A_{sT} = 1,2 \text{ cm}^2$; $A_{s,H} \approx 16,7 \gg A_{sT}$
Lados laterais
 $s_l < 0,35 \quad 1 \phi 12 / \text{lado}$
NÃO É NEC. ARM. TORÇÃO

SUSPENSÃO: $F = 600 \text{ kN}$

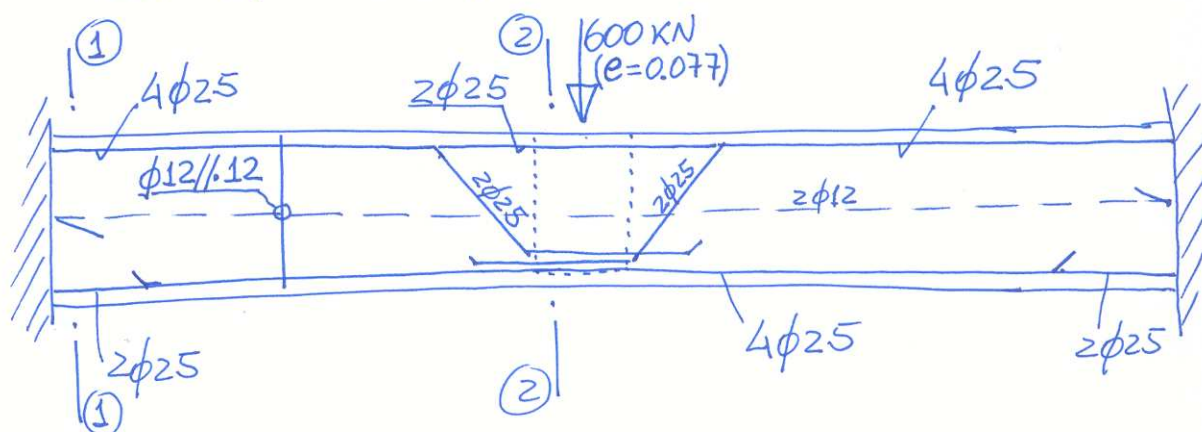
$$A_{s,sus} = \frac{600}{43,5} = 13,8 \text{ cm}^2$$

Varões inclinados: $\alpha = 45^\circ$

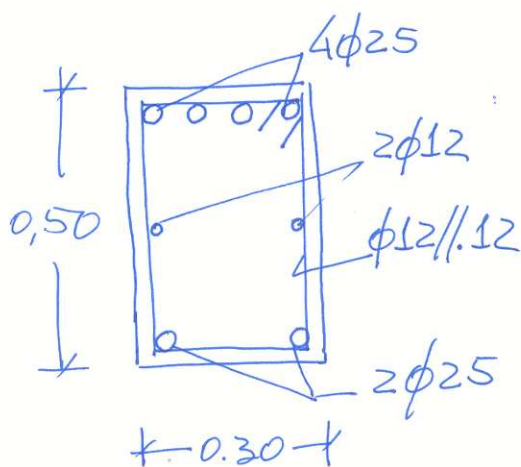
$$13,8 \times \sqrt{2} = 19,5 \text{ cm}^2 - 4 \phi 25$$

vi) DISPOSIÇÃO DA ARMADURA

9-E



SECÇÃO ①-①



SECÇÃO ②-②

