

Vigas - Cirsoc Ejemplo - Corte 2

CORTANTE

Este exemplo tem como base o Ejemplo 40 do livro Introduccion al Cálculo de Hormigon Estructural - 2. Edicion (página 257). Se trata de uma seção proposta para dimensionamento da armadura de corte. Serão comparados os resultados do cálculo manual do livro com os do software TQS.

Dados:

Hormigón: $f'_c = 25 \text{ MPa}$

$d = 0,75 \text{ m}$

$b_w = 0,20 \text{ m}$

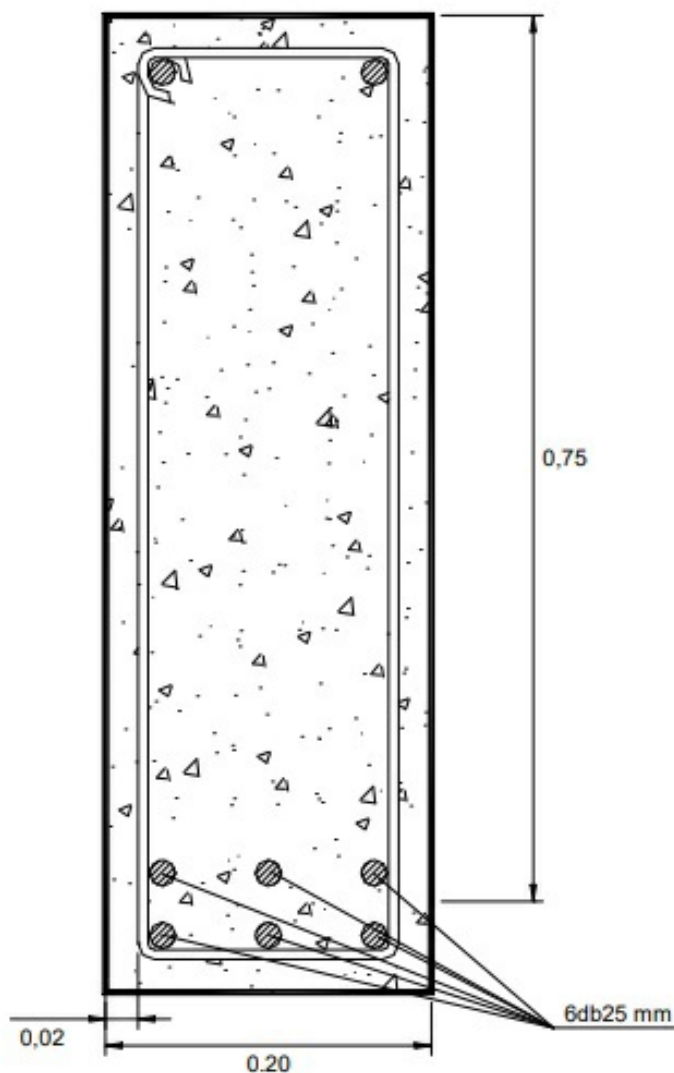
$A_s = 6\phi 25 \text{ mm}$

$l = 8 \text{ m}$

Acero: $f_y = 420 \text{ MPa}$

$h = 0,82 \text{ m}$

V_u^* (a una distancia de 0,1 m de la cara del apoyo) = 366,52 KN



Dimensionamento Corte a 10 cm do apoio - Cirsoc:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u = 460,52 \text{ kN}$$

$$V_{u,design} = 366,52 \text{ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}\right) \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125 \text{ kN}$$

$$V_{c,lim} = 0,3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}} = 225 \text{ kN}$$

$$V_c \leq V_{c,lim} \rightarrow OK!!$$

$$V_n = \frac{V_{u,design}}{\phi_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 363,69 \text{ kN} \rightarrow V_n = 488,69 \text{ kN}$$

$$V_{s,lim} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 502,50 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{363,69 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 11,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 11,54 \geq 1,57 \rightarrow \text{Adotado } A_{v,min}!!$$

Espaçamento:

$$s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = \text{menor valor entre } s_1 \text{ e } s_2$$

$$s_1 = \frac{d}{4} = 18,75 \text{ cm ou } s_2 = 200 \text{ mm} \rightarrow \text{Adotado: } 14 \text{ cm!}$$

$$\phi_t = 10 \text{ mm} \rightarrow A_v = 11,30 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 10 \text{ c/ } 14 \text{ cm}$$

Dimensionamento Corte fora da seção crítica - Cirsoc:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u = 183,26 \text{ kN}$$

$$V_{u,design} = 183,26 \text{ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}\right) \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125 \text{ kN}$$

$$V_{c,lim} = 0,3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}} = 225 \text{ kN}$$

$$V_c \leq V_{c,lim} \rightarrow OK!!$$

$$V_n = \frac{V_{u,design}}{\phi_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 119,35 \text{ kN} \rightarrow V_n = 244,35 \text{ kN}$$

$$V_{s,lim} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 502,50 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{119,35 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 3,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 3,79 \geq 1,57 \rightarrow \text{Adotado } A_{v,min}!!$$

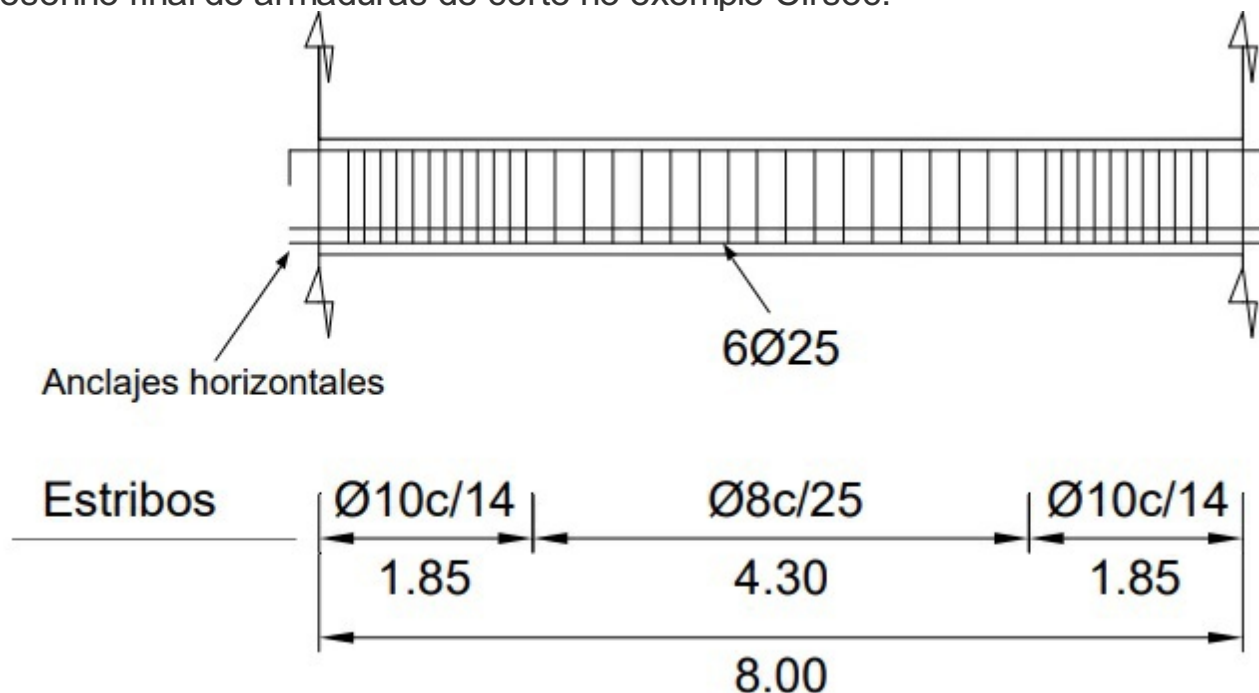
Espaçamento:

$$s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = \text{menor valor entre } s_1 \text{ e } s_2$$

$$s_1 = \frac{d}{2} = 37,50 \text{ cm ou } s_2 = 400 \text{ mm} \rightarrow \text{Adotado: } 25 \text{ cm!}$$

$$\phi_t = 8 \text{ mm} \rightarrow A_v = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 8 \text{ c/ } 25 \text{ cm}$$

Desenho final de armaduras de corte no exemplo Cirsoc:



Dimensionamento corte no apoio - TQS:

$$V_u = 460,20 \text{ kN}$$

$$V_{u,design} = 460,20 \text{ kN}$$

→ TQS não considera a distância de 0,10 m para redução de cortante no caso do apoio em vigas!

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g} \right) \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{V_{u,design}}{\phi_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 488,60 \text{ kN} \rightarrow V_n = 613,60 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{488,60 \cdot 100}{42 \cdot 76,8} = 15,05 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57 \text{ cm}^2/m$$

Espaçamento:

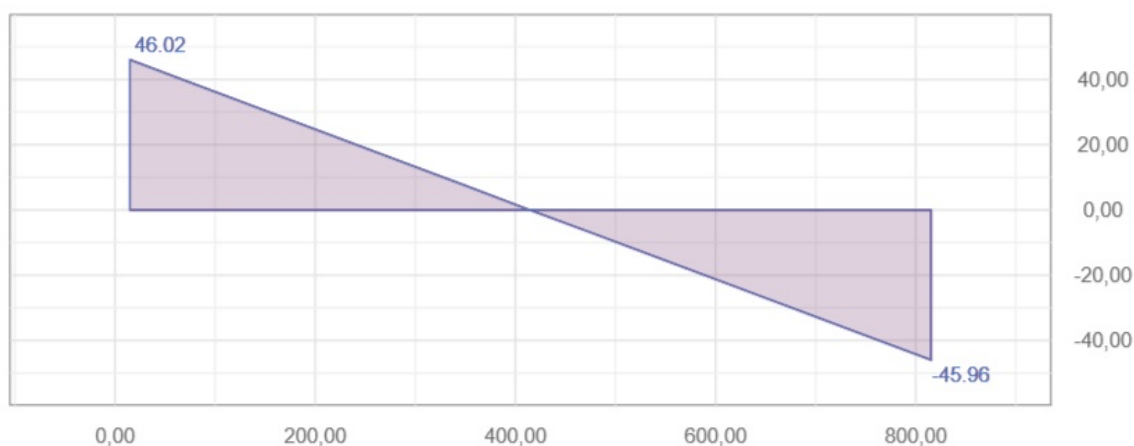
$$s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = \text{menor valor entre } s_1 \text{ e } s_2$$

$$s_1 = \frac{d}{4} = 18,75 \text{ cm ou } s_2 = 200 \text{ mm} \rightarrow \text{Adotado: } 10 \text{ cm!}$$

$$\phi_t = 10 \text{ mm} \rightarrow A_v = 15,80 \text{ cm}^2/m \rightarrow \phi 10 \text{ c/ } 10 \text{ cm}$$

Dimensionamento à cortante

Esforço cortante (V_u original, V_u com redução) (tf)



$L = 160 \text{ cm}$ ($x_i = 0 \text{ cm}$; $x_f = 160 \text{ cm}$)

$b_w = 20 \text{ cm}$

$d = 76.8 \text{ cm}$

$\theta = 45^\circ$

$V_u = 46.02 \text{ tf}$

$V_{u,\text{design}} = 46.02 \text{ tf}$

$\phi V_{n,\text{lim}} = 48.01 \text{ tf}$

$\phi V_n = 46.02 \text{ tf}$

$V_c = 12.80 \text{ tf}$

$V_s = 48.56 \text{ tf}$

$A_s = 15.05 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{s,\text{min}} = 1.57 \text{ cm}^2/\text{m}$

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = $\phi 10$ (mm) a cada 10 cm

Dimensionamento Corte fora da seção crítica - Trecho 1 - TQS:

$$V_u = 275,80 \text{ kN}$$

$$V_{u,\text{design}} = 275,80 \text{ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g} \right) \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{V_{u,\text{design}}}{\phi_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 242,8 \text{ kN} \rightarrow V_n = 367,8 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{242,8 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 7,64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 7,53 \geq 1,57 \rightarrow \text{Adotado } A_{v,min}!!$$

Espaçamento:

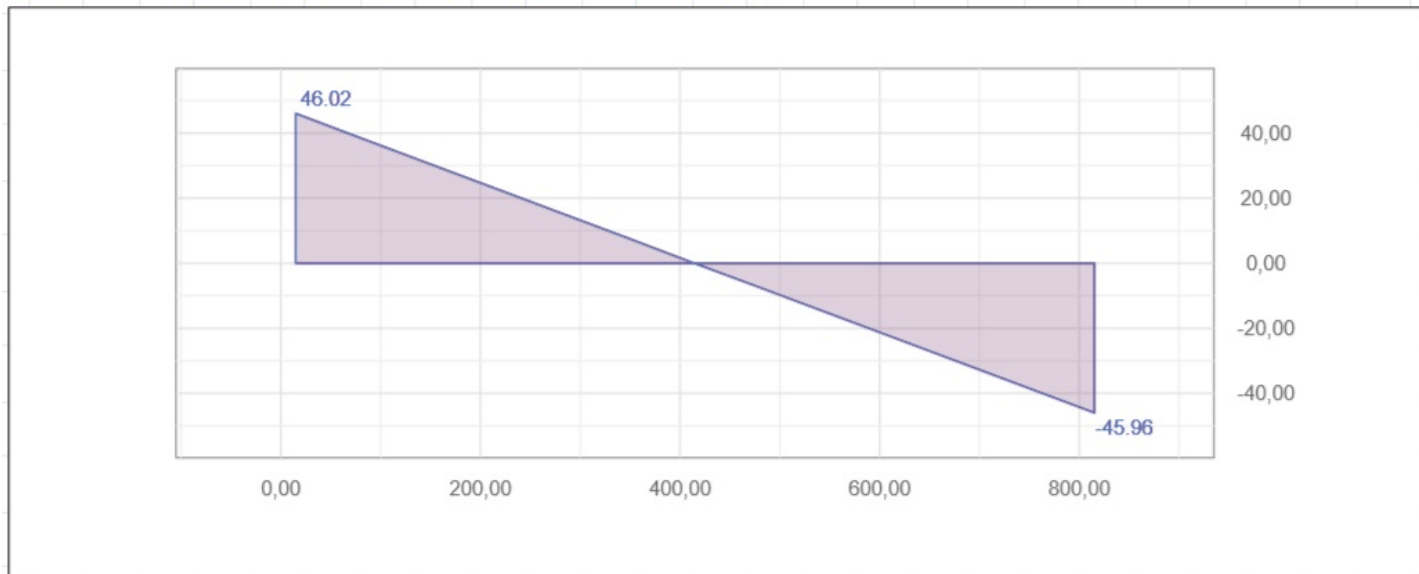
$$s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = \text{menor valor entre } s_1 \text{ e } s_2$$

$$s_1 = \frac{d}{2} = 37,50 \text{ cm ou } s_2 = 400 \text{ mm} \rightarrow \text{Adotado: } 10 \text{ cm!}$$

$$\phi_t = 10 \text{ mm} \rightarrow A_v = 7,90 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 10 \text{ c} / 10 \text{ cm}$$

Dimensionamento à cortante

Esforço cortante (V_u original, V_u com redução) (tf)



$L = 160 \text{ cm}$ ($x_i = 160 \text{ cm}$; $x_f = 320 \text{ cm}$)

$b_w = 20 \text{ cm}$

$d = 76.8 \text{ cm}$

$\theta = 45^\circ$

$V_u = 27.58 \text{ tf}$

$V_{u,\text{design}} = 27.58 \text{ tf}$

$\phi V_{n,\text{lim}} = 47.14 \text{ tf}$

$\phi V_n = 27.58 \text{ tf}$

$V_c = 12.80 \text{ tf}$

$V_s = 24.20 \text{ tf}$

$A_s = 7.64 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{s,\text{min}} = 1.57 \text{ cm}^2/\text{m}$

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = $\phi 10$ (mm) a cada 20 cm

Dimensionamento Corte fora da seção crítica - Trecho Central - TQS:

$V_u = 91,90 \text{ kN}$

$V_{u,\text{design}} = 91,90 \text{ kN}$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g} \right) \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{V_{u,design}}{\phi_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 0 \text{ kN} \rightarrow V_n = 122,53 \text{ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{0 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_v \leq A_{v,min} \rightarrow 0 \leq 1,57 \rightarrow \text{Adotado } A_{v,min}!!$$

Espaçamento:

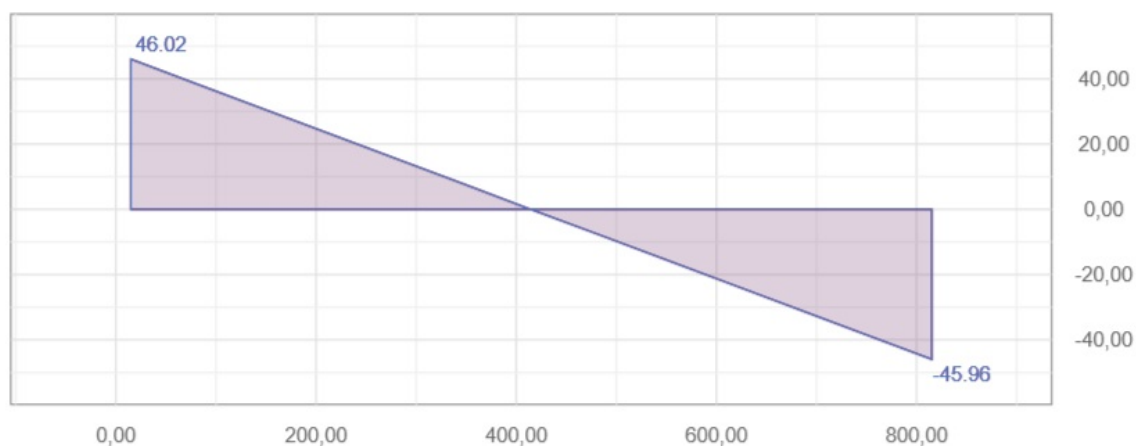
$$s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = \text{menor valor entre } s_1 \text{ e } s_2$$

$$s_1 = \frac{d}{2} = 37,50 \text{ cm ou } s_2 = 400 \text{ mm} \rightarrow \text{Adotado: } 20 \text{ cm!}$$

$$\phi_t = 6 \text{ mm} \rightarrow A_v = 2,80 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 6 \text{ c/ } 20 \text{ cm}$$

Dimensionamento à cortante

Esforço cortante (V_u original, V_u com redução) (tf)



$L = 160 \text{ cm}$ ($x_i = 320 \text{ cm}$; $x_f = 480 \text{ cm}$)

$b_w = 20 \text{ cm}$

$d = 76,8 \text{ cm}$

$\theta = 45^\circ$

$V_u = 9,19 \text{ tf}$

$V_{u,\text{design}} = 9,19 \text{ tf}$

$\phi V_{n,\text{lim}} = 47,14 \text{ tf}$

$\phi V_n = 9,43 \text{ tf}$

$V_c = 12,80 \text{ tf}$

$V_s = 0,00 \text{ tf}$

$A_s = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

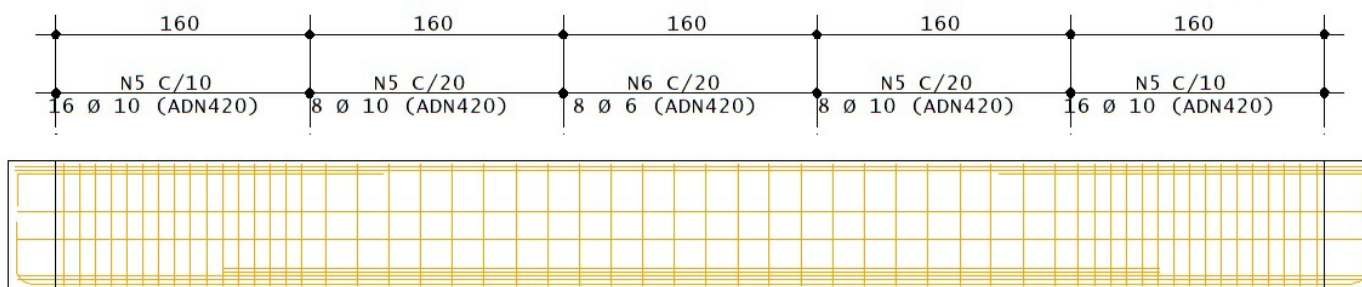
$A_{s,\text{min}} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = $\phi 6$ (mm) a cada 20 cm

Desenho final das armaduras de corte no TQS:



Armadura existente x necessária (cm²)



Conclusão:

Os resultados obtidos demonstram que a metodologia de cálculo é igual em ambos os casos. A diferença de resultado nos apoios se dá somente porque o TQS não adota a distância de 0,10 m de redução do esforço (a favor da segurança).