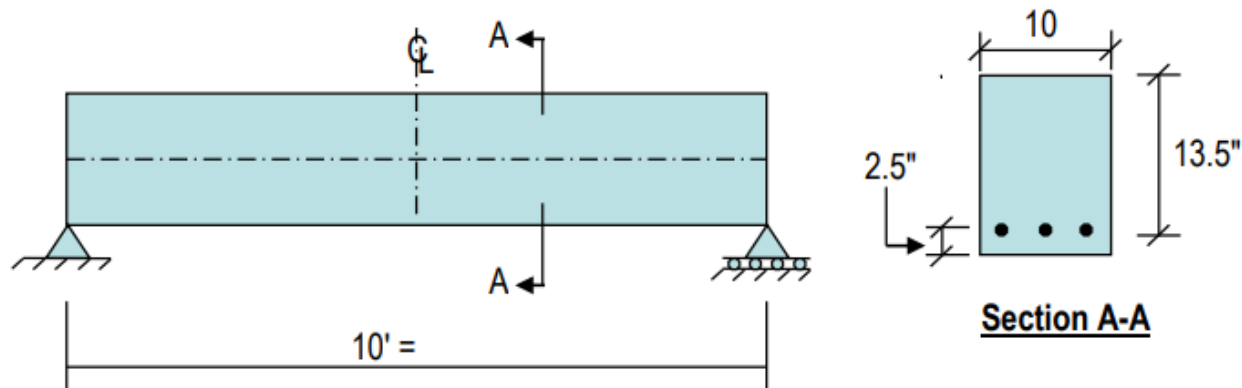


Vigas - Flexão Simples 10

FLEXÃO SIMPLES

Neste exemplo, será calculados os esforços dos dois casos de carregamento abaixo comparando os resultados obtidos com o cálculo manual e o software ETABS usando a Norma ACI 318-19:



Material Properties

$E = 3600 \text{ k/in}^2$
 $\nu = 0.2$
 $G = 1500 \text{ k/in}^2$

Section Properties

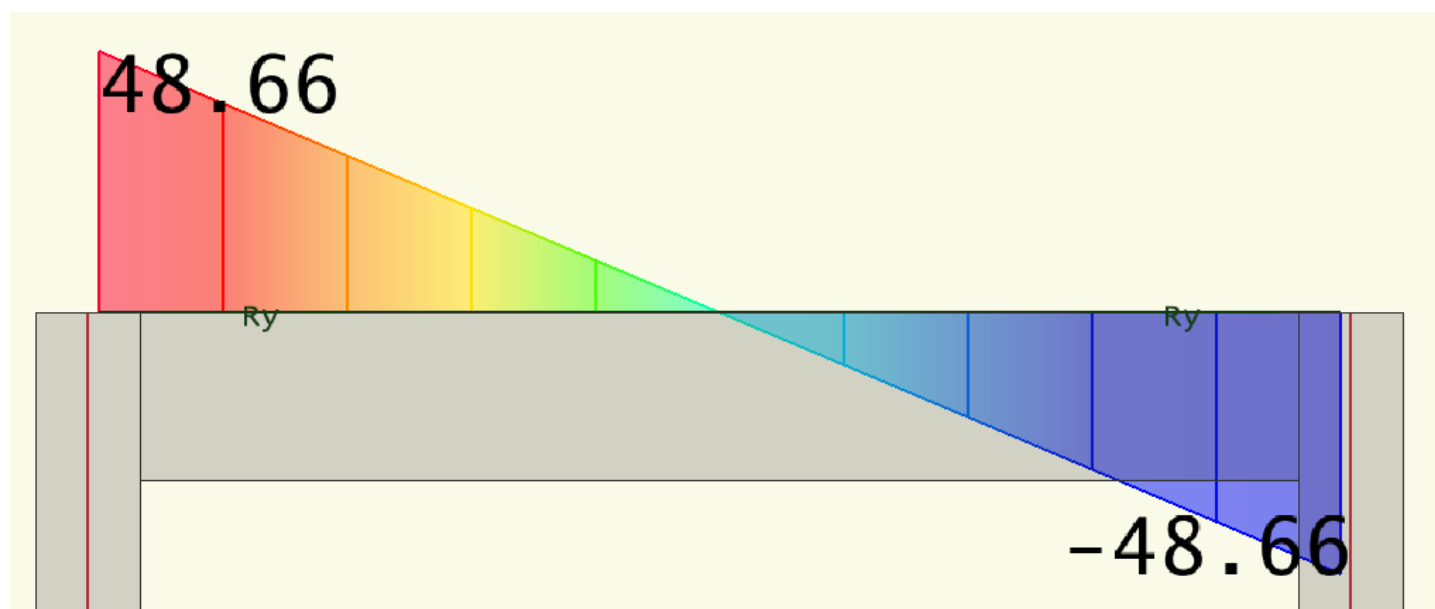
$d = 13.5 \text{ in}$
 $b = 10.0 \text{ in}$
 $I = 3,413 \text{ in}^4$

Design Properties

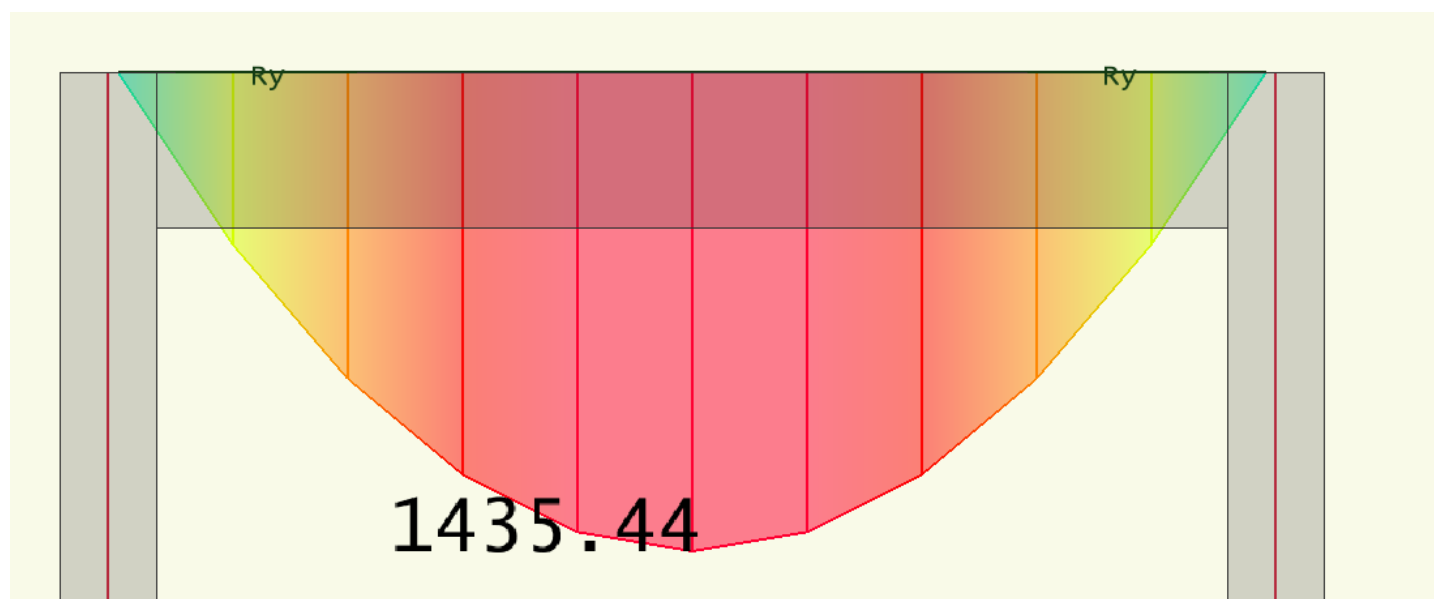
$f'_c = 4 \text{ k/in}^2$
 $f_y = 60 \text{ k/in}^2$

LOAD: 9,736 kip/ft ou 0,811 kip.in

Shear diagram TQS:



Moment diagram TQS:



Resultados:

6da1ad7553a85be8abc9658e71e513d9.emf

Cálculo Manual:

Flexão:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1435,44}{0,9} = \mathbf{1594,97 \text{ kip.in}}$$

$$d = \mathbf{13,50 \text{ in}}$$

$$R_n = \frac{M_{n,req}}{b_w \cdot d^2} = \frac{1594,97}{8 \cdot 13,5^2} = 0,875 \text{ ksi} = 875,15 \text{ psi}$$

$$\rho = \left(0,85 \cdot \frac{f'_c}{f_y}\right) \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f'_c}\right)}\right] = \left(0,85 \cdot \frac{4}{60}\right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot 0,875}{0,85 \cdot 4}\right)}\right) = \mathbf{0,0172}$$

$$A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0,0172 \cdot 10 \cdot 13,50 = \mathbf{2,32 \text{ in}^2}$$

As,min (ACI 318-19 – 9.6.1.2)

$$\left(\frac{3 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y}\right) \cdot b_w \cdot d = \left(\frac{3 \cdot \sqrt{4000}}{60000}\right) \cdot 10 \cdot 13,50 = \mathbf{0,43 \text{ in}^2}$$

$$\left(\frac{200}{f_y}\right) \cdot b_w \cdot d = \left(\frac{200}{60000}\right) \cdot 10 \cdot 13,50 = \mathbf{0,45 \text{ in}^2}$$

$$A_{s,min} = \mathbf{0,45 \text{ in}^2}$$

$$TQS = 2,32 \text{ in}^2$$

$$2,37 \text{ in}^2 \geq 2,32 \text{ in}^2 \rightarrow \text{OK!}$$

$$3\#8 \rightarrow 2,37 \text{ in}^2$$

$$\phi M_n (1460,10 \text{ kip.in}) \geq M_u (1435,44 \text{ kip.in}) \rightarrow \text{OK!!}$$

Verificação do fator de redução (ACI318-19 – 21.2.2)

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_w} = \frac{2,32 \cdot 60}{0,85 \cdot 4 \cdot 10} = 4,10 \text{ in}$$

$$\text{Linha Neutra: } c = \frac{\alpha}{\beta_1} = \frac{4,10}{0,85} = 4,82 \text{ in}$$

$$\varepsilon_t = 0,003 \cdot \left(\frac{d - c}{c}\right) = 0,003 \cdot \left(\frac{13,50 - 4,82}{4,82}\right) = \mathbf{0,0054}$$

$$0,0054 \geq 0,005 \rightarrow \text{OK! Tension Controlled!} \rightarrow \phi 0,90 \text{ OK!}$$

Cortante:

TQS
$V_u = 48,66 \text{ kips}$
$V_{u,design} = 37,71 \text{ kips}$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u = \mathbf{48,66 \text{ kips}}$$

$$V_{u,design} = \mathbf{37,71 \text{ kips}}$$

$$V_c = 2 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{4000} \cdot 10 \cdot 13,5 = 17,08 \text{ kips}$$

$$V_n = \frac{V_{u,design}}{\phi_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = \mathbf{33,20 \text{ kips}} \rightarrow V_n = \mathbf{50,28 \text{ kips}}$$

$$V_{s,lim} = 8 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 8 \cdot \sqrt{4000} \cdot 10 \cdot 13,5 = \mathbf{68,31 \text{ kips}}$$

$V_s \leq V_{s,lim}$ OK!

$\phi V_n \geq V_u \rightarrow 37,71 \geq 37,71 \rightarrow \text{OK!!}$

Área de Aço:

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{A_v}{s} = \frac{33,20}{60 \cdot 13,50} = 0,041 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = \frac{0,75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w}{f_{yt}} = 0,0079 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = \frac{50 \cdot b_w}{f_{yt}} = 0,0083 \text{ in}^2$$

$$A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 0,041 \geq 0,0083 \rightarrow \text{OK!!}$$

Espaçamento:

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

$$s_1 = \frac{d}{2} = 6,75 \text{ in ou } s_2 = 24 \text{ in} \rightarrow 6,75 \text{ in!} \rightarrow 5 \text{ in!!}$$

$$\phi_t = \#3 \rightarrow \#3 @ 5 \text{ in}$$

$\phi V_n (39,65 \text{ kips}) \geq V_u (37,71 \text{ kips})$

Conclusão:

Os resultados de esforços obtidos são muito similares e obedecem ao cálculo manual feito pelo ACI 318-19.