

CIRSOC-2005

SAPATA

Este exemplo tem como base o Ejemplo 86 do livro Introduccion al Cálculo de Hormigon Estructural - 2. Edicion (página 567). Se trata do dimensionamento de uma sapata e suas verificações. O modelo será lançado tb no software TQS com os mesmos esforços para comparação de resultados.

Dados:

Carga de servicio (S = D + L)

P = 35 tn

 $M_x = 0.6 \text{ tnm}$

 $M_v = 1.3 \text{ tnm}$

Carga última (U = 1,2.D + 1,6.L)

 $P_{u} = 52 \text{ tn}$

 $M_{ux} = 1 \text{ tnm}$

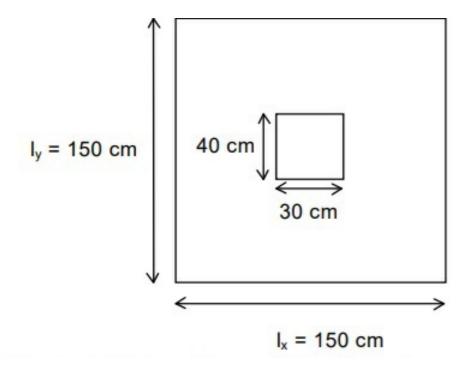
 $M_{uv} = 2 \text{ tnm}$

Columna:

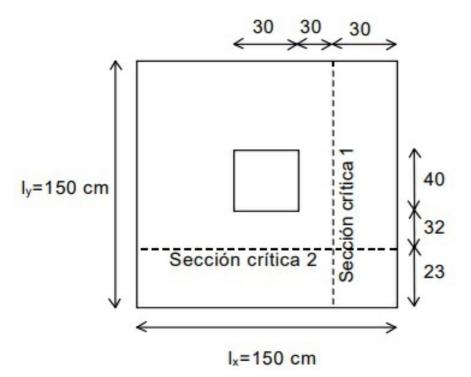
 $c_x = 30 \text{ cm}$

 $c_v = 40 \text{ cm}$

La capacidad resistente del suelo es de q = 2 kg/cm², la resistencia del hormigón es H-20 y el acero es ADN 420. La cota de fundación es de 1,50 m por debajo de la superficie del suelo, cuyo peso específico es de 1700 kg/m³. Se asume verificada la base al volcamiento.



Dimensionamento Corte - Cirsoc:



Lado x:

$$q_{m\acute{a}x} = 2,66 \ kg/cm^2$$

 $q_{m\acute{a}x,sec\~{a}o\,critica}=2,52~kg/cm^2$

$$V_{ux} = q \cdot l \cdot c = \frac{2,66 + 2,52}{2} \cdot 150 \cdot 30 = 11655 \ kg = 116,55 \ kN$$

$$\emptyset V_c = \emptyset \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{20} \cdot 150 \cdot 30 = 25297 \ kg = 252,97 \ kN$$

$$\emptyset V_c \ge V_u \rightarrow 252,97 \ kN \ge 116,55 \ kN \rightarrow OK!!$$

Lado y:

$$q_{m\acute{a}x}=2,49~kg/cm^2$$

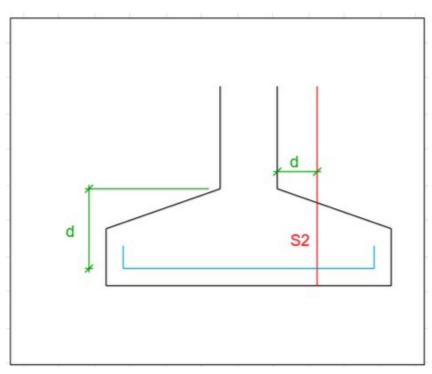
 $q_{m\acute{a}x,sec\~{a}o\,critica}=2,43~kg/cm^2$

$$V_{uy} = q \cdot l \cdot c = \frac{2,49 + 2,43}{2} \cdot 150 \cdot 23 = 8487 \ kg = 84,87 \ kN$$

$$\emptyset V_c = \emptyset \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{20} \cdot 150 \cdot 32 = 26983 \ kg = 269,83 \ kN$$

$$\emptyset V_c \ge V_u \to 269,83 \ kN \ge 84,87 \ kN \to OK!!$$

Dimensionamento Corte - TQS:



| Sentido | Seção (cm) | | Força | Arrigo | |
|---------|------------|-----|---------|--------|-------|
| | ds | bs | Atuante | Limite | Aviso |
| X+ | 31.4 | 151 | 11.48 | 27.04 | ОК |
| X- | 31.4 | 151 | 8.97 | 27.04 | ОК |
| Y+ | 30.2 | 151 | 7.64 | 26.00 | OK |
| Y- | 30.2 | 151 | 8.71 | 26.00 | ОК |

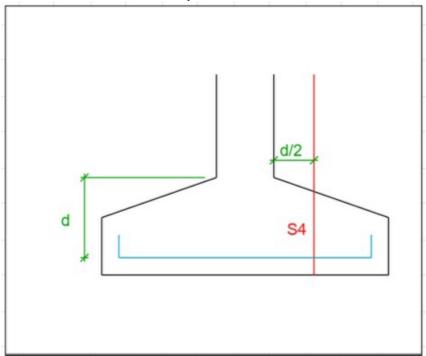
Dimensionamento Punção - Cirsoc:

$$\begin{split} V_u &= P_u - q_u \cdot (b_x + d_x) \cdot \left(b_y + d_y\right) = 42000 \ kg = 420 \ kN \\ \tau_u &= \frac{V_u}{A_c} + \frac{\gamma_{vx} \cdot M_{ux} \cdot c_y}{I_x} + \frac{\gamma_{vy} \cdot M_{uy} \cdot c_x}{I_y} = 576,30 \frac{kN}{m^2} = 0,58 \ MPa \end{split}$$

 V_c – o menor valor entre:

$$\begin{split} V_{c1} &= \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{6} = 1527 \ kN \\ V_{c2} &= \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{12} = 2042 \ kN \\ V_{c3} &= \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{12} = 1220 \ kN \to OK! \\ \emptyset \tau_c &= \emptyset \cdot \frac{V_c}{b_o \cdot d} = 0.75 \cdot \frac{1220}{2.64 \cdot 0.31} = 1118.04 \frac{kN}{m^2} = 1.11 \ MPa \end{split}$$

Dimensionamento Punção - TQS:



| 5 | Seção (cm) | | Tensã | Aviso | |
|---|------------|-----|--------------|--------------|--------|
| | ds | b0 | Atuante (vu) | Limite (фvc) | 711130 |
| | 30.8 | 264 | 0.65 | 1.11 | OK |

Dimensionamento Esmagamento - Cirsoc:

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} > 2 \rightarrow se \ utiliza: 2$$

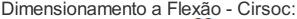
$$\emptyset P_n = 0.85 \cdot \emptyset \cdot f'_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.85 \cdot 0.65 \cdot 20000 \cdot (0.3 \cdot 0.4) \cdot 2 = 2652 \ kN = 265.20 \ tf$$

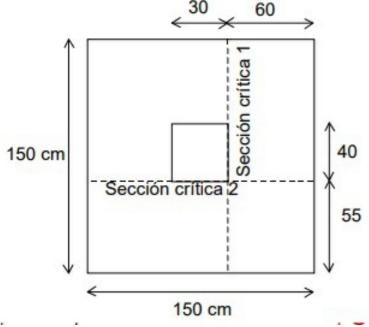
$$P_u = 52 tf$$

$$\emptyset P_n \geq P_u \rightarrow 265{,}20 \; tf \geq 52 \; tf \rightarrow OK!!$$

Dimensionamento Esmagamento - TQS:

| Posição | Áreas | S (cm²) | Força | Aviso | |
|---------|---------|---------|---------|--------|-------|
| | A1 | A2 | Atuante | Limite | AVISU |
| pilar | 1200.00 | 4800.00 | 51.64 | 132.60 | ОК |
| sapata | 1200.00 | 4800.00 | 51.64 | 265.20 | ОК |





$$M_u=74,\!16\;kN.m$$

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = 82,4 \text{ kN. } m = 0,082 \text{ MN. } m$$

$$K_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}} = \frac{0,30}{\sqrt{\frac{0,082}{0,45}}} = 0,70 \ m/MN$$

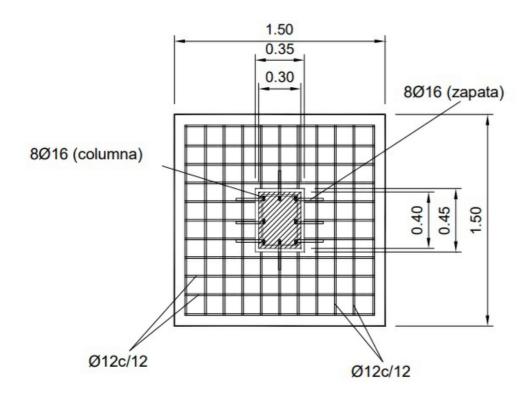
$$K_e = 25,46 \frac{cm^2}{MN}$$

$$A_s = K_s \cdot \frac{M_n}{d} = 25,46 \cdot \frac{0,082}{0,3} = 6,96 \ cm^2$$

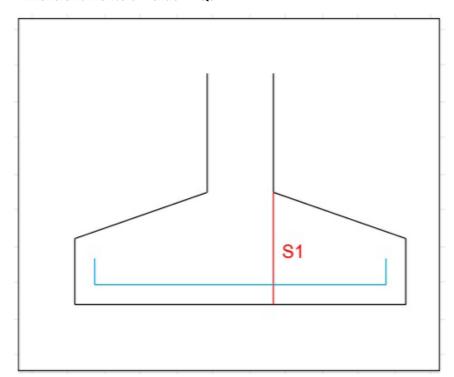
$$A_{s,min} = 0.018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 150 \cdot 40 = 10.8 \ cm^2$$

$$A_{s,min} \ge A_s \rightarrow A_{s,min} OK!!$$

Detalhamento Final: 12 Ø 12 mm (13,57 cm²)



Dimensionamento a Flexão - TQS:



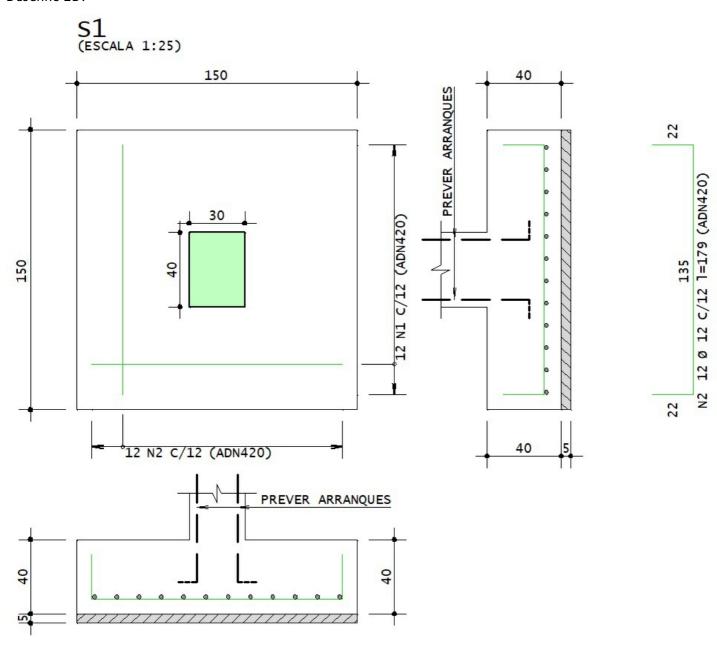
Dimensionamento

| Sentido | Momentos (tfm) | | Armaduras (cm²) | | | | | | |
|---------|----------------|------------|-----------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|--|
| | M_{sd} | M_{\min} | d | As _{calc} | As _{calc,corr} | As _{min,rho} | As _{min,crit} | As _{nec} | |
| X | 6.94 | 13.40 | 31.4 | 11.90 | 11.90 | 10.87 | 1.50 | 12.40 | |
| Υ | 5.56 | 13.40 | 30.2 | 12.40 | 12.40 | 10.87 | 1.50 | 12.40 | |

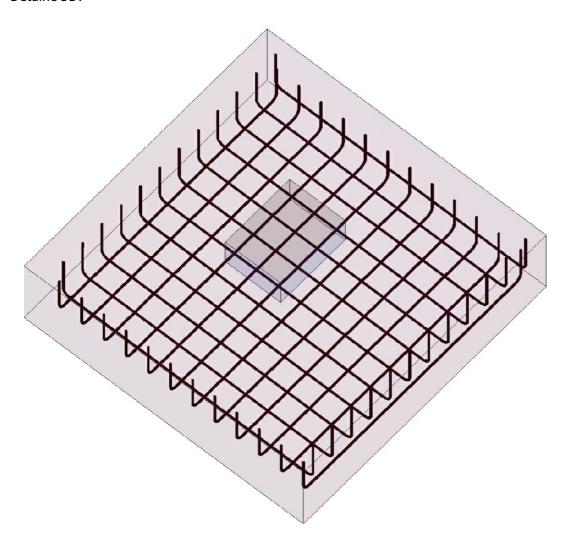
| | eta | lha | ma | nto |
|--------------|-----|---------|----|-----|
| \mathbf{L} | CLO | II I CI | | HLU |

| Sentido | Armaduras | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|--|----|--------|--------|--|--|
| | As _{det} (cm ²) | As _{det/s} (cm ² /m) | Nø | Ø (mm) | c/(cm) | | |
| Х | 13.57 | 8.99 | 12 | 12 | 12 | | |
| Υ | 13.57 | 8.99 | 12 | 12 | 12 | | |

Desenho 2D:



Detalhe 3D:



Conclusão:

Os resultados obtidos são muito semelhantes entre os apresentados pelo exemplo e o modelo feito no software TQS.