

## 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)

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

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

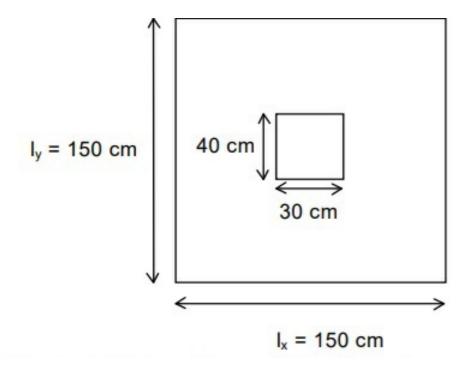
 $M_{uv} = 2 \text{ tnm}$ 

Columna:

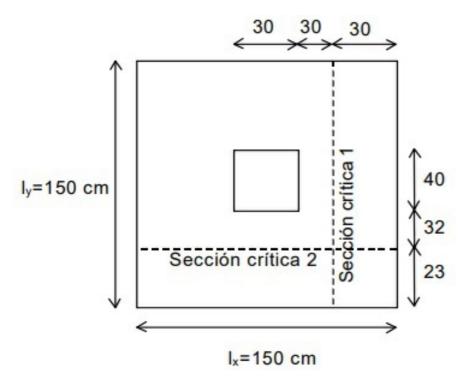
 $c_x = 30 \text{ cm}$ 

 $c_v = 40 \text{ cm}$ 

La capacidad resistente del suelo es de q = 2 kg/cm<sup>2</sup>, 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/m<sup>3</sup>. 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:

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

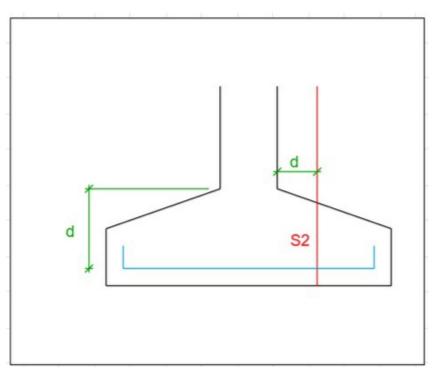
 $q_{m\acute{a}x,sec\~{a}o\,critica}=2,43~kg/cm^2$ 

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

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

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

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

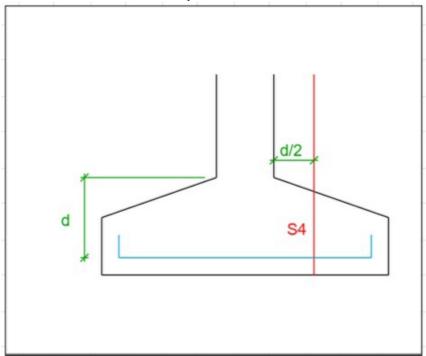
Dimensionamento Punção - Cirsoc:

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

 $V_c$  – 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:

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

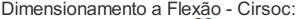
$$\emptyset P_n = 0.85 \cdot \emptyset \cdot f'_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.85 \cdot 0.65 \cdot 20000 \cdot (0.3 \cdot 0.4) \cdot 2 = 2652 \ kN = 265.20 \ tf$$

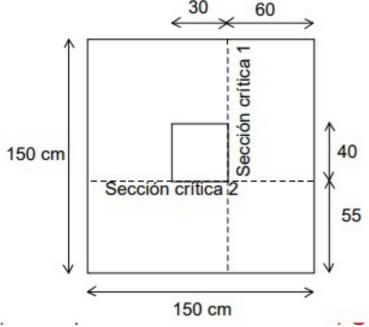
$$P_u = 52 tf$$

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

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





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

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

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

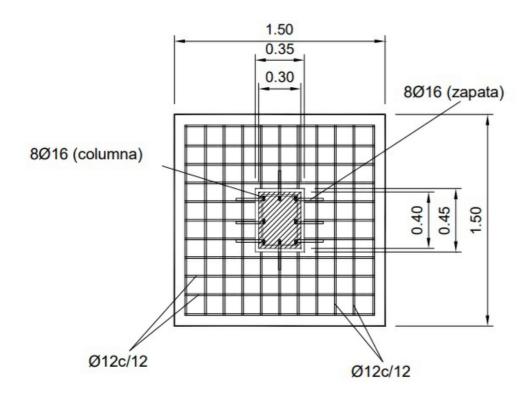
$$K_e = 25,46 \frac{cm^2}{MN}$$

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

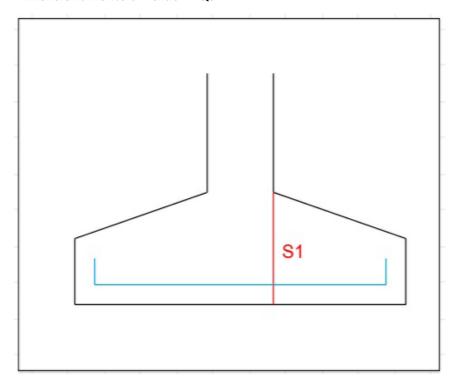
$$A_{s,min} = 0.018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 150 \cdot 40 = 10.8 \ cm^2$$

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

Detalhamento Final: 12 Ø 12 mm (13,57 cm<sup>2</sup>)



#### Dimensionamento a Flexão - TQS:



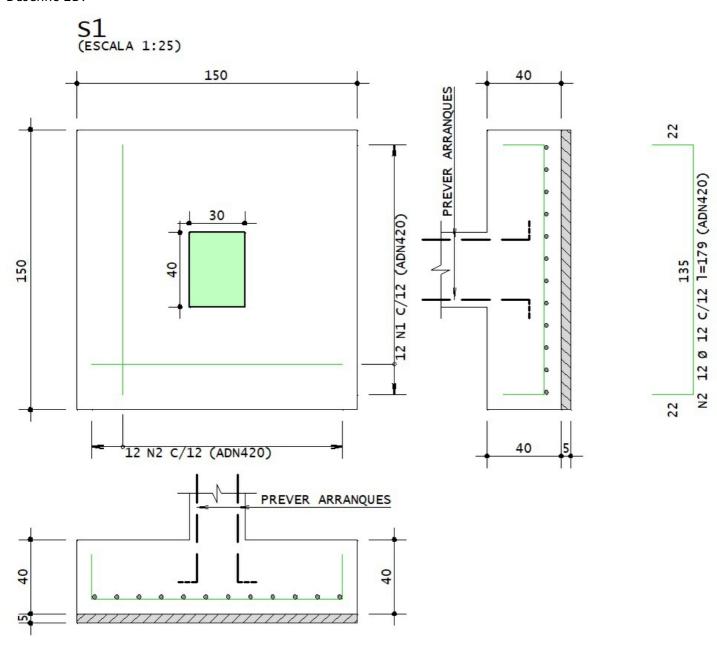
# Dimensionamento

Sentido	Momentos (tfm)		Armaduras (cm²)						
	$M_{sd}$	$M_{\min}$	d	As <sub>calc</sub>	As <sub>calc,corr</sub>	As <sub>min,rho</sub>	As <sub>min,crit</sub>	As <sub>nec</sub>	
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	

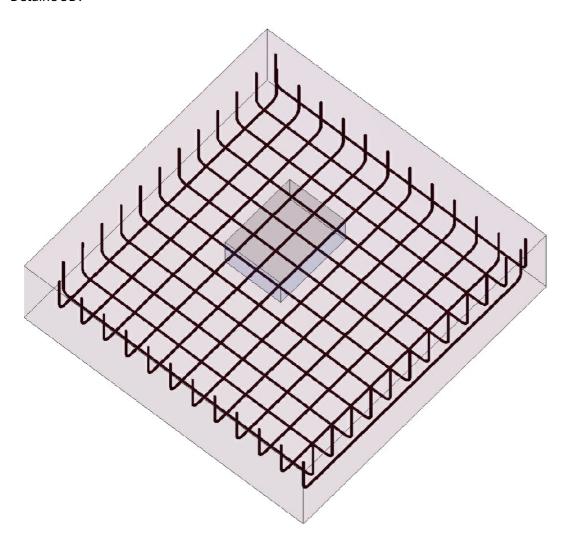
	eta	lha	ma	nto
$\mathbf{L}$	CLO	II I CI		HLU

Sentido	Armaduras						
	As <sub>det</sub> (cm <sup>2</sup> )	As <sub>det/s</sub> (cm <sup>2</sup> /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.