



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Asignatura: Cimentaciones

Ing. Manuel Iván Maita Pérez

Email:

d.mmaita@upla.edu.pe

HUANCAYO - 2023

**UNIDAD
II**

**DISEÑO DE CIMENTACIONES
SUPERFICIALES CONTINUAS**

TEMA: Diseño de Zapata Conectada

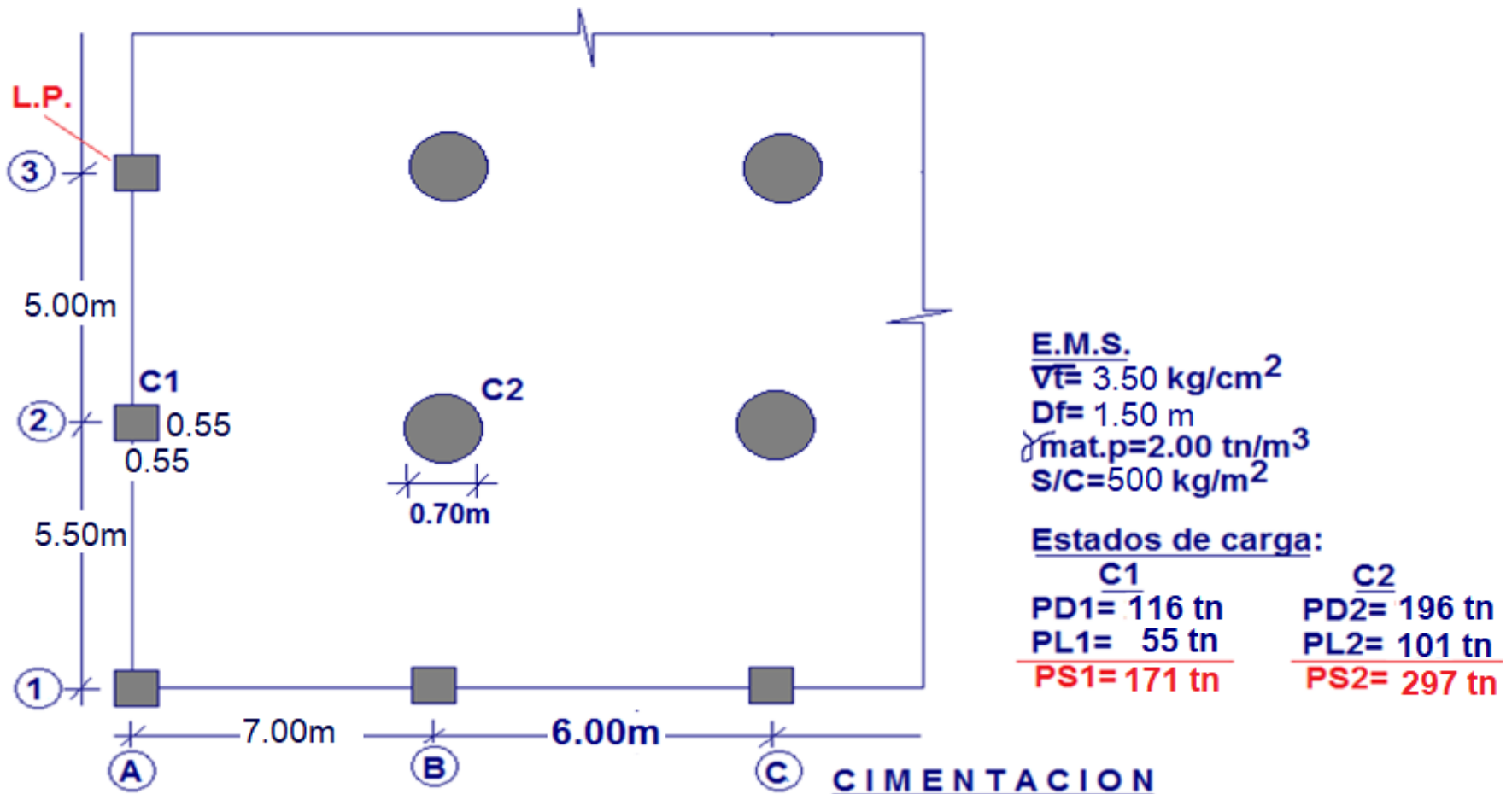
Objetivo: Comprender y aplicar las cimentaciones superficiales continuas a través de los límites de propiedad, excentricidad y propiedades mecánicas del suelo para un mejor comportamiento estructural y desarrollo satisfactorio de los proyectos de ingeniería.

ZAPATA CONECTADA

Ejemplo:

Diseñar la zapata conectada para las columnas ubicadas en los ejes A-2, B-2 considerando el estado de cargas mostrado en la figura.

$F'c=210\text{kg/cm}^2$, $f_y=4200\text{kg/cm}^2$



Solución

1. Calculo de la capacidad portante neta del terreno

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_{matp} * Df - \frac{s}{c}$$

$$\sigma_n = 35 - (2)(1.5) - 0.5 = 31.5 \frac{tn}{m^2}$$

2. Dimensionamiento de la zapata exterior

$$Az = \frac{1.20 PSI}{\sigma_n} = \frac{1.20 * 171}{31.5} = 6.51 m^2$$

$$Az = T * B = 2B * B = 2B^2 = 6.51$$

$$B = 1.80m$$

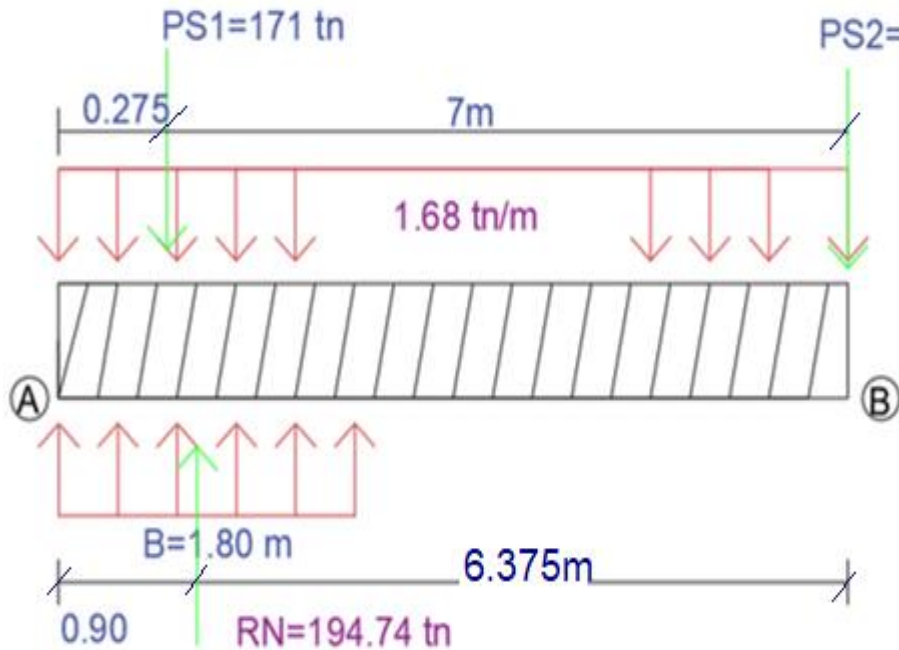
Dimensionamiento de la viga de conexión

$$h = \frac{L_1}{7} = \frac{7}{7} \Rightarrow 1m, \quad b = \frac{PSI}{36 * L_1} = \frac{171}{36 * 7} = 0.67 \Rightarrow 0.70m$$

$$b > \frac{h}{2} \dots OK!!!!$$

$$b * h = 0.70 * 1m$$

3. Cálculo de la reacción neta debajo de la zapata exterior y dimensionamiento definitivo de la zapata



Carga distribuida en la viga de conexión

$$W_{viga} = b * h * \gamma_{concreto}$$

$$W_{viga} = (0.7)(1)(2.4 \frac{tn}{m^3})$$

$$W_{viga} = 1.68 \frac{tn}{ml}$$

Para calcular la resultante neta realizamos

$$\sum M_B = 0$$

$$RN * (6.375) = 171 * 7 + 1.68 * \frac{7.275^2}{2}$$

$$RN = \frac{1197 + 44.46}{6.375} = 194.74 \text{ tn}$$

Área de la zapata excéntrica

$$AZ_{exc} = \frac{RN}{\sigma_n} = \frac{194.74 \text{ tn}}{31.5 \frac{tn}{m^2}} = 6.18 \text{ m}^2$$

$$T = \frac{AZ}{B} = \frac{6.18 \text{ m}^2}{1.80 \text{ m}} = 3.43 \text{ m} = 3.5 \text{ m}$$

Finalmente

$$AZ = B * Y = 1.80 * 3.50 \text{ m}$$

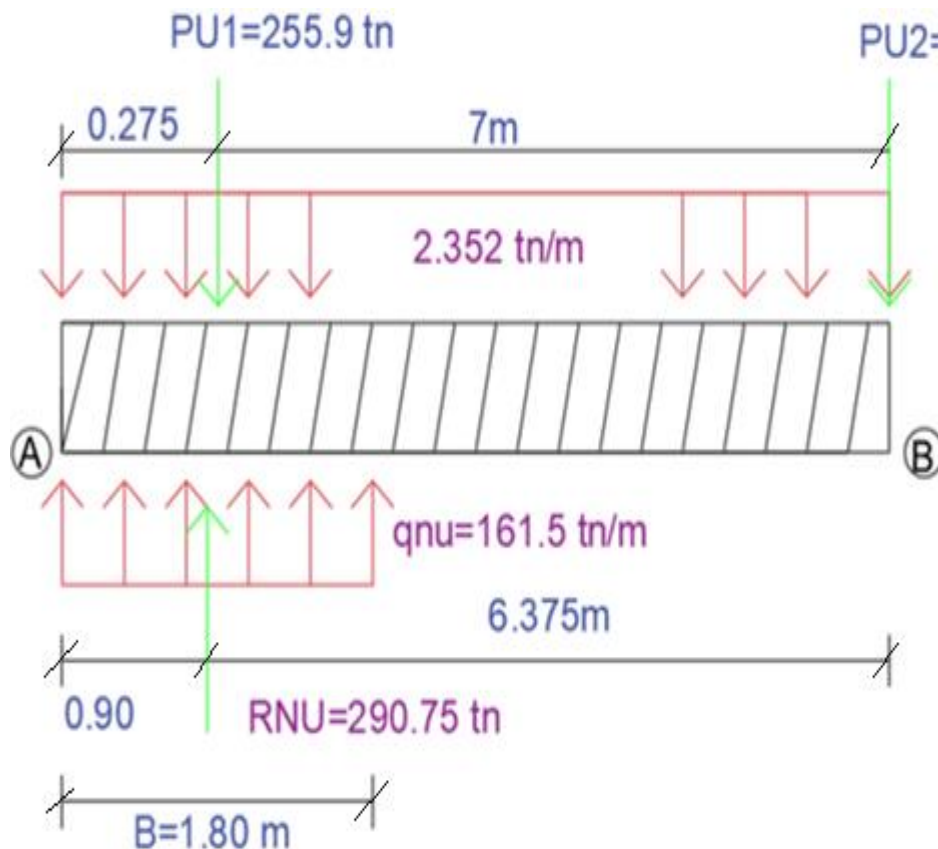
4. Diseño de la viga de conexión

Realizamos amplificación de carga

$$PU_1 = 1.4 * PD + 1.7 * PL = 1.4(116) + 1.7(55) = 255.9 \text{ tn}$$

$$PU_2 = 1.4 * PD + 1.7 * PL = 1.4(196) + 1.7(101) = 446.1 \text{ tn}$$

$$WU_{\text{viga}} = 1.4(1.68) = 2.352 = 2.352 \text{ tn/m}$$



Calculo de la resultante neta ultima (RNU),
Realizamos sumatoria de momentos en B :

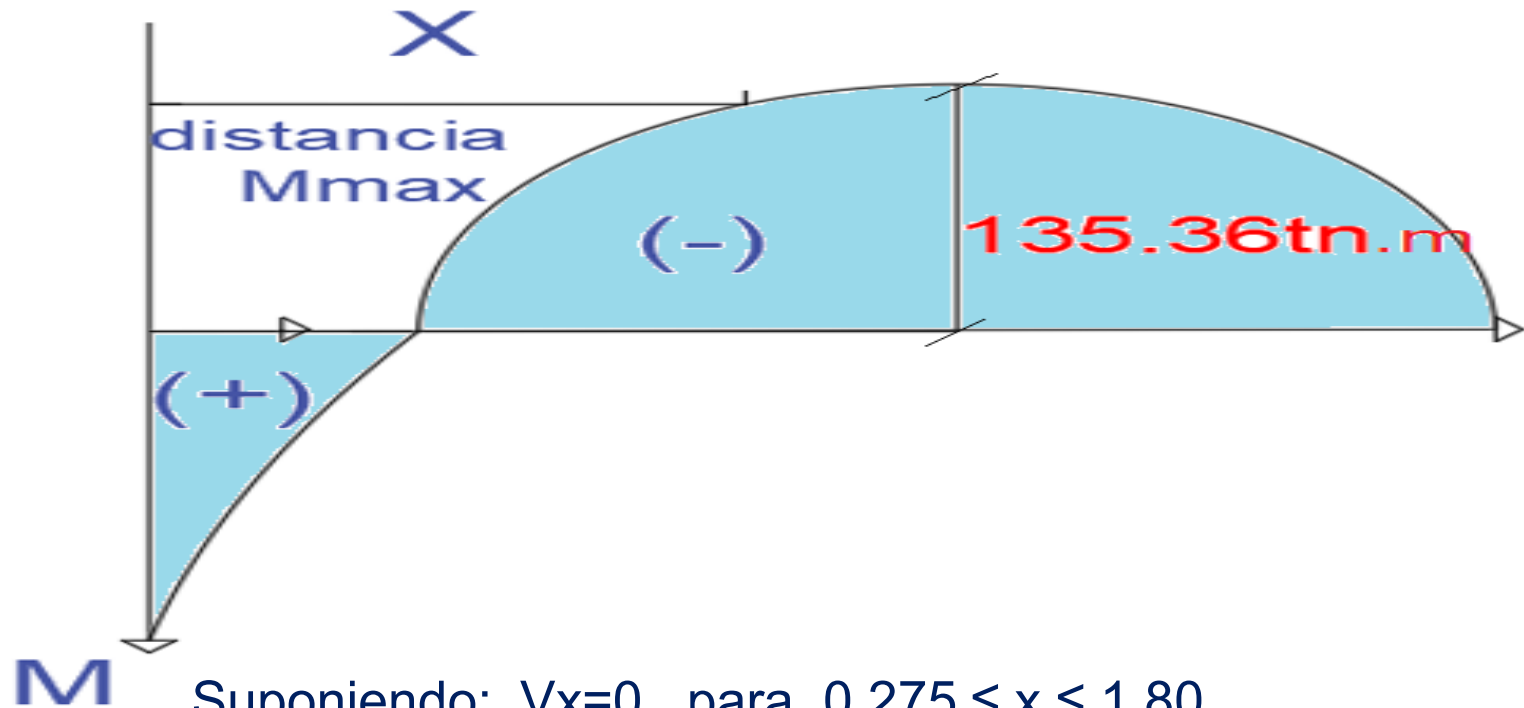
$$RNU(6.375) = 255.9(7) + 2.352 * \frac{7.275^2}{2}$$

$$RNU = 290.75 \text{ tn}$$

Calculo de la reacción neta ultima debajo
de la zapata

$$q_{nu} = \frac{RNU}{B} = \frac{290.75 \text{ tn}}{1.80 \text{ m}} = 161.5 \text{ tn/m}$$

Calculo del momento flector y fuerza cortante máxima



Suponiendo; $V_x=0$, para $0.275 \leq x \leq 1.80$

$$\therefore V_x = (q_{mu} - W_{viga})x - PU_1 = (161.5 - 235.2)x - 255.9 = 0$$

$$X = 1.61 \text{m} < 1.8 \text{m}$$

$$M_{\max} = (q_{mu} - W_{viga}) \frac{x^2}{2} - PU_1 \left(X - \frac{T}{2} \right)$$

$$M_{\max} = (161.5 - 2.352) \frac{(1.61)^2}{2} - 255.9 \left(1.16 - \frac{0.55}{2} \right)$$

$$M_{\max} = -135.36 \text{tn.m}$$

Diseño por flexión

Refuerzo de la capa superior

$$d = h - (rec + \frac{\varnothing}{2} + \varnothing \square)$$

$$d = 100 - \left(5 + \frac{2.54}{2} + 0.95 \right) = 92.78 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad F_y = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad b = 70 \text{ cm} \quad d = 92.78 \text{ cm}$$

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7(135.36 - 10^5) \text{ kg} * \text{cm}}{0.90 * 201 * 70 * (92.78)^2}} = 0.13$$

$$\rho = 0.13 * \frac{210}{4200} = 0.0065$$

$$AS = 0.0065 * 70 * 92.78 = 42.12 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \text{usaremos : } 8\varnothing 1'' \cong 40.8 \text{ cm}^2$$

Refuerzo de la capa inferior

$$AS_{min} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200} = 0.0033 < 0.0065$$

$$AS_{min} = 0.0033 * 70 * 92.78 = 21.65 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \text{usaremos : } 8\varnothing \frac{3}{4}'' \quad (ag = 22.8 \text{ cm}^2)$$

Diseño por corte

Cortantes actuantes:

$$Vd_{v1} = (q_{nu} - WU_{viga})(T_1 + d) - PU_1$$

$$Vd_{v1} = (161.5 - 2.352)(0.55 + 0.93) - 255.9$$

$$Vd_{v1} = -20.36tn$$

$$Vd_{v2} = (q_{nu} - WU_{viga})(b) - PU_1$$

$$Vd_{v2} = (161.5 - 2.352)(1.80) - 255.9$$

$$Vd_{v2} = 30.57tn$$

$$\Rightarrow V_n = \frac{VU}{\phi} = \frac{30.57}{0.85} = 35.96tn$$

Cortante resistente del concreto:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$\phi V_c = 8 * 0.53 * \sqrt{210} * 10 * 0.70 * 0.93$$

$$\phi V_c = 42.50 \text{ tn}$$

$$V_n < \phi V_c \dots \dots \text{ok!}$$

(no es necesario realizar diseño por corte)

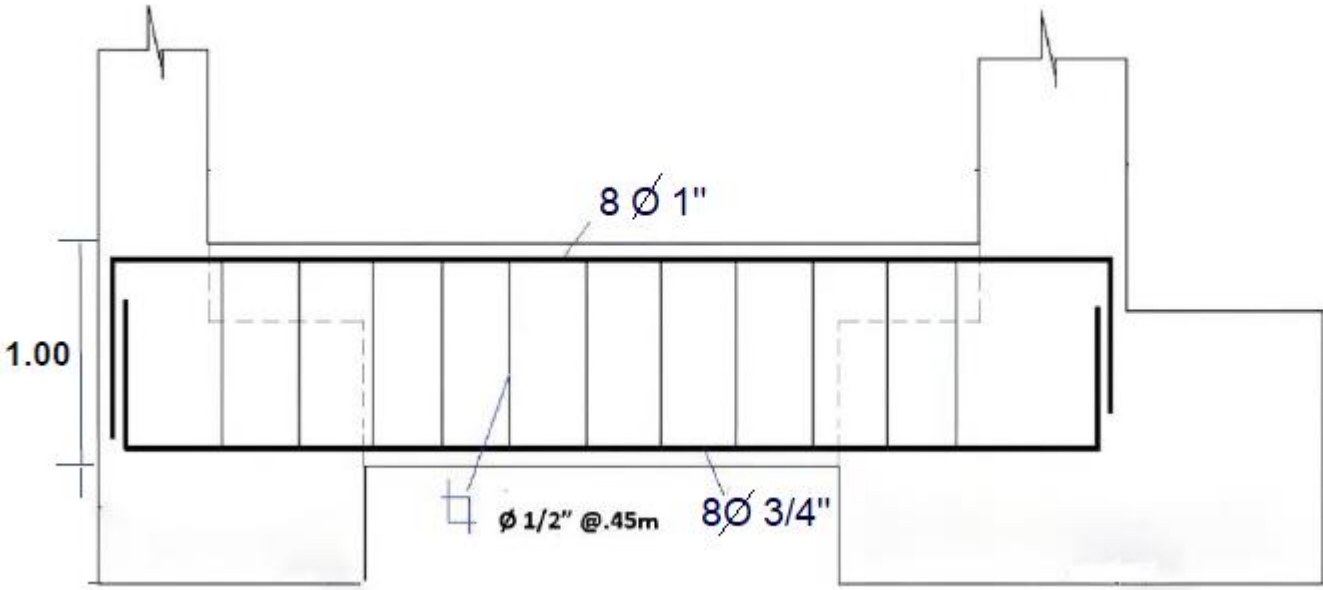
Utilizaremos acero de montaje

$$\nabla \phi \frac{1}{2}'' , @ 36 \phi p = 36 * 2.54 = 90 \text{ cm}$$

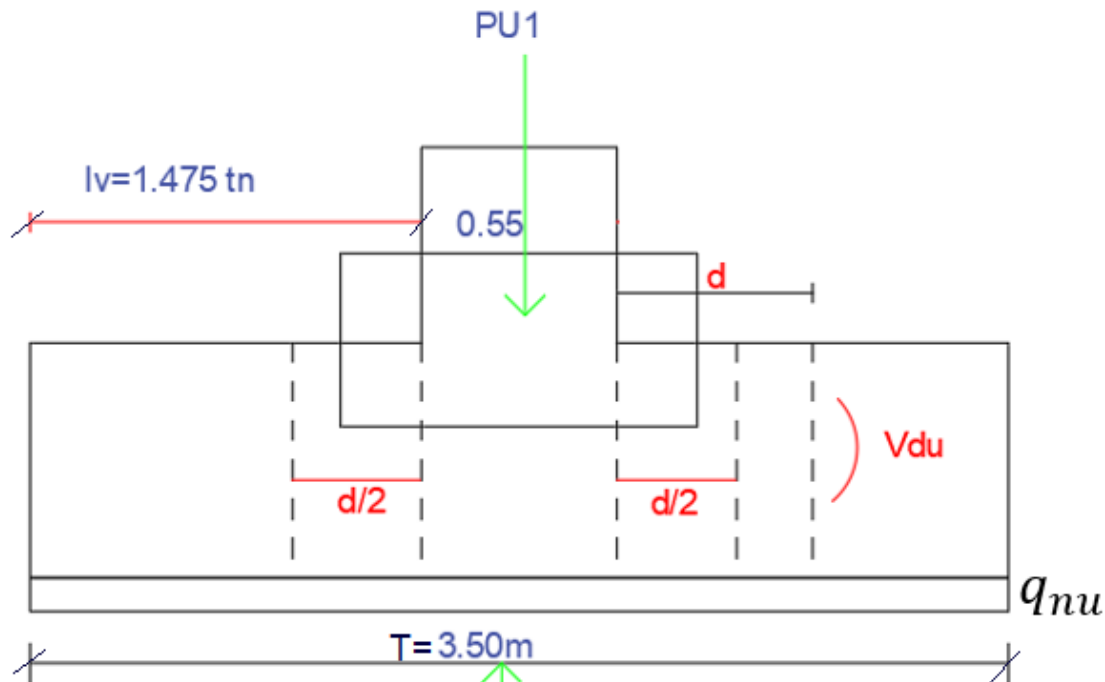
Recomiendacion:

$$\nabla \phi \frac{1}{2}'' @ .45 \text{ m}$$

Disposición de armadura en la viga de conexión



5. Diseño de la zapata exterior



$RNU = 290.75 \text{ tn}$

$$q_{nu} = \frac{RNU}{T} = \frac{290.75}{350} = 83.07 \text{ tn/m}$$

$$\therefore M_{\max} = q_{NU} * \frac{(lv)^2}{2} = 83.07 * \frac{(1.475)^2}{2} = 90.36 \text{ tn.m}$$

Dimensionamiento de la altura de zapata por flexión:

$$M_{ua} = M_{ur} = \phi * f'_c * b * d^2 * W (1 - 0.59W)$$

$$\therefore \text{Si: } \rho = 0.4\%$$

$$W = 0.004 * \frac{4200}{210} = 0.008$$

$$90.36 * 10^5 = 0.90 * 210 * 180 * d^2 * 0.08(1 - 0.59 * 0.08)$$

$$d = \sqrt{\frac{90.36 * 10^5}{2593.14}} = 59.03 \text{ cm} \longrightarrow \boxed{h_z = 70 \text{ cm}}$$

$$\therefore d = h - \left(\text{rec} + \frac{\phi}{2} \right) = 70 - \left(7.5 + \frac{1.91}{2} \right) = 61.55 \text{ cm}$$

Verificación por cortante:

$$V_{du} = q_{mu} (lv - d) = 83.07(1.475 - 0.6155) = 71.40 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 10 * 1.8 * 0.6155 = 72.33 \text{ tn}$$

Verificamos: $V_{du} < \phi V_c \dots \text{ok!!!!}$

Diseño por flexión

$$Mu = 90.36 \text{ tn.m} \quad b = 180 \text{ cm} \quad d = 61.55$$

$$f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad f_y = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * 90.30 * 10^5}{0.90 * 210 * 180 * 61.55^2}} = 0.073$$

$$\rho = 0.073 * \frac{210}{4200} = 0.0037$$

$$As = 0.0037 * 180 * 61.55 = 40.99 \text{ cm}^2$$

$$AS_{min} = 0.0018 * 180 * 70 = 22.68 \text{ cm}^2$$

$$A_{SD} = 40.99 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow 14 \text{ } \phi \text{ } 3/4 \text{ '' @ } .11 \text{ m}$$

En la dirección transversal

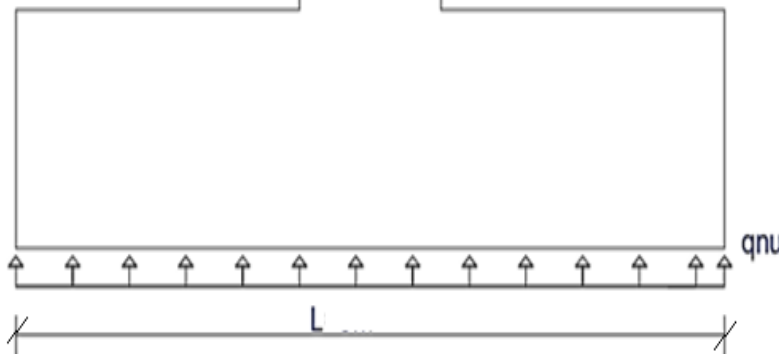
$$AS_{min} = 0.0018 * T * h$$

$$AS_{min} = 0.0018 * 350 * 70 = 44.1 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usaremos : } 16 \text{ } \phi \text{ } 3/4 \text{ '' @ } .21 \text{ m}$$

6. Diseño de la zapata interior

P2 efectivo



CALCULO DEL P2 EFECTIVO

$$P2_{EF} = -PS_2 - PS_1 - W_{viga} * L_{viga} + RN$$

$$P2_{EF} = -297 - 171 - 1.68 * 7.275 + 194.74$$

$$P2_{EF} = -285.48 \text{ tn}$$

$$PU_2 = 446.1 \text{ tn} \quad PU_1 = 255.9 \text{ tn}$$

$$P_{2EFECTIVO}U = -PU_2 - PU_1 - W_{vigaU} * L_{viga} + RNU$$

$$P_{2EFECTIVO}U = -446.1 - 255.9 - 2.352 * 7.275 + 290.75 \text{ tn}$$

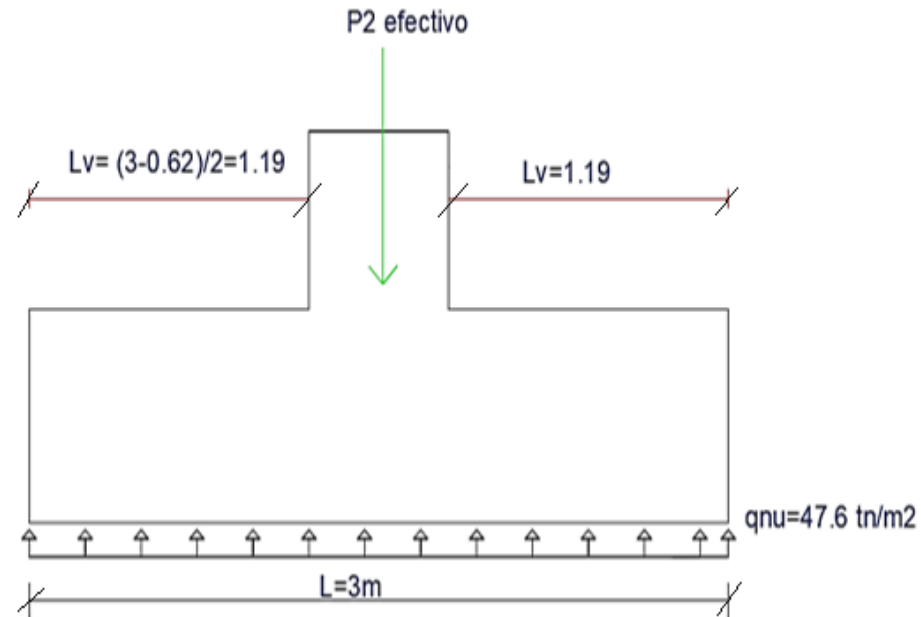
$$P_{2EFECTIVO}U = -428.36 \text{ tn}$$

Calculo de área de zapata

$$Az = \frac{Pz_{EFECTIVO}}{\sigma_n} = \frac{285.48 \text{ tn}}{31.5 \text{ tn/m}^2} = 9.06 \text{ m}^2 \rightarrow l = 3 \text{ m} \Rightarrow l * l = 3 \text{ m}$$

Calculo de la reacción neta ultima

$$q_{NU} = \frac{Pz_{EFECTIVO} u}{Az} = \frac{428.36}{3 * 3} = 47.60 \text{ tn/m}^2$$



Para el calculo del momento y verificaciones, transformamos la sección de la columna circular a una cuadrada equivalente

$$Ac = \pi * R^2 = a^2$$

$$\sqrt{\pi (35)^2} = a$$

$$a = 62.04 \text{ cm}$$

$$M_{\text{max}} = q_{NU} * l * \frac{l_v^2}{2} = 47.60 * 300 * \frac{1.19^2}{2} = 101.12 \text{ tn.m}$$

Verificación por cortante: $hz = 70\text{cm}$ \rightarrow $d = 61.55\text{cm}$

CORTANTE ULTIMO

$$VdU = q_{NU} * l * (lv - d)$$

$$VdU = 47.60 * (1.19 - 0.6155) * 3.00$$

$$VdU = 82.04 \text{ tn}$$

$$\Rightarrow Vn = \frac{VdU}{\phi} = \frac{82.04}{0.85} = 96.52 \text{ tn}$$

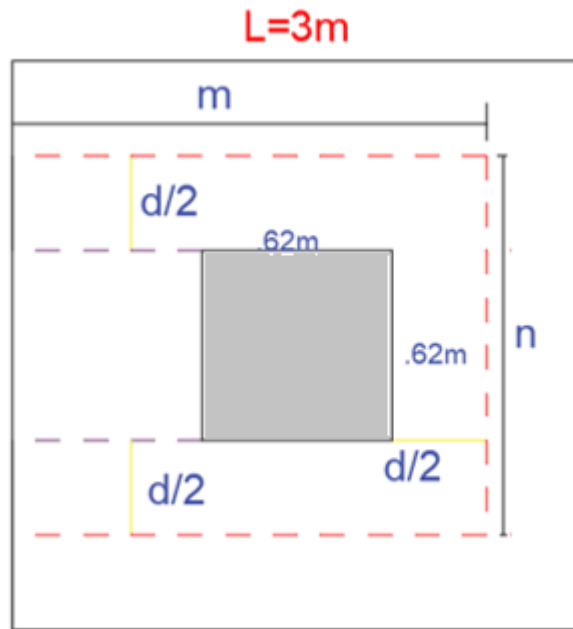
CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * l * d$$

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 10 * 3.00 * 0.6155 = 120.55 \text{ tn}$$

$Vn < \phi Vc \dots \dots \text{ok!}$

Verificación por punzonamiento:



$$m = \frac{l}{2} + \frac{T}{2} + \frac{d}{2}$$

$$n = T + d$$

$$L=3m \quad m = \frac{3}{2} + \frac{0.62}{2} + \frac{0.6155}{2}$$

$$n = 0.62 + 0.6155$$

$$m = 2.12m \quad n = 1.24m$$

CORTANTE ACTUANTE

$$VU = P_{2EFECTIVO} U - q_{NU} (m)(n)$$

$$VU = 428.36 - 47.60(2.21)(1.24) = 303.23 \text{ tn}$$

$$Vn = \frac{Vu}{\phi} = \frac{303.23}{0.85} = 356.74 \text{ tn.}$$

CORTANTE RESISTENTE AL CONCRETO

$$\phi Vc = \phi * 0.27 * \left(2 + \frac{4}{BC}\right) * \sqrt{f'c} * bo * d$$

$$\phi Vc = 0.85 * 1.10 * \sqrt{210} * 10 * (2 * 2.12 + 1.24) * 0.6155$$

$$\phi Vc = 457.01 \text{ tn}$$

$Vn < \phi Vc \dots \dots \text{ok!}$

Diseño por flexión:

$$M_{\max} = 101.12 \text{ tn.m}$$

$$d = 61.55 \text{ cm}$$

$$b = 300 \text{ cm}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * (101.12) * 10^5}{0.90 * 210 * 300 * 61.55^2}} = 0.048$$

$$\rho = 0.048 * \frac{210}{4200} = 0.0024$$

$$A_s = 0.024 * 300 * 61.55 = 44.316 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0018 * 300 * 70 = 37.8 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s_{\min}} \quad ASD = 44.316 \text{ cm}^2$$

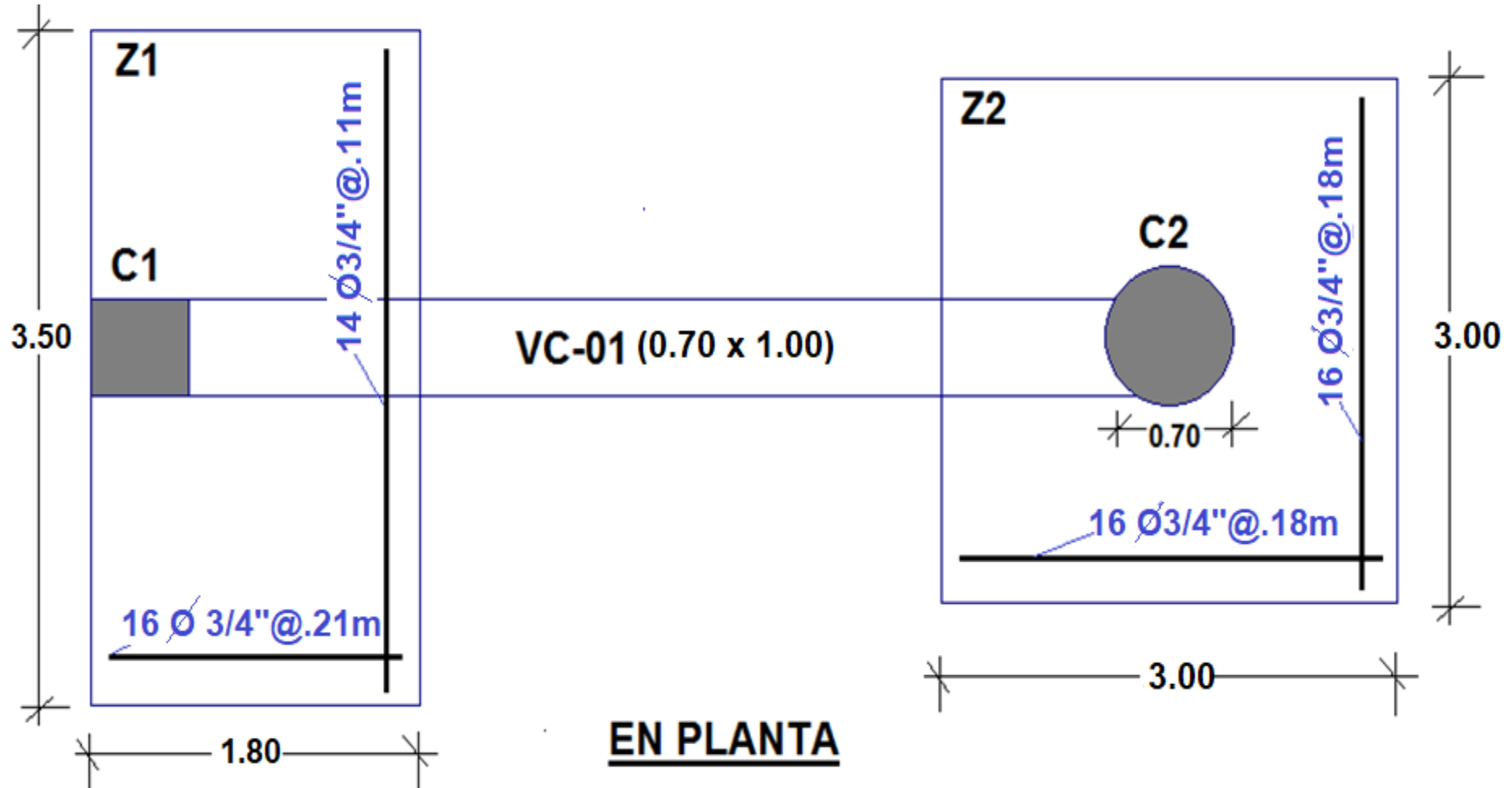
\therefore Usaremos: $16 \varnothing \frac{3}{4} @ .18m$

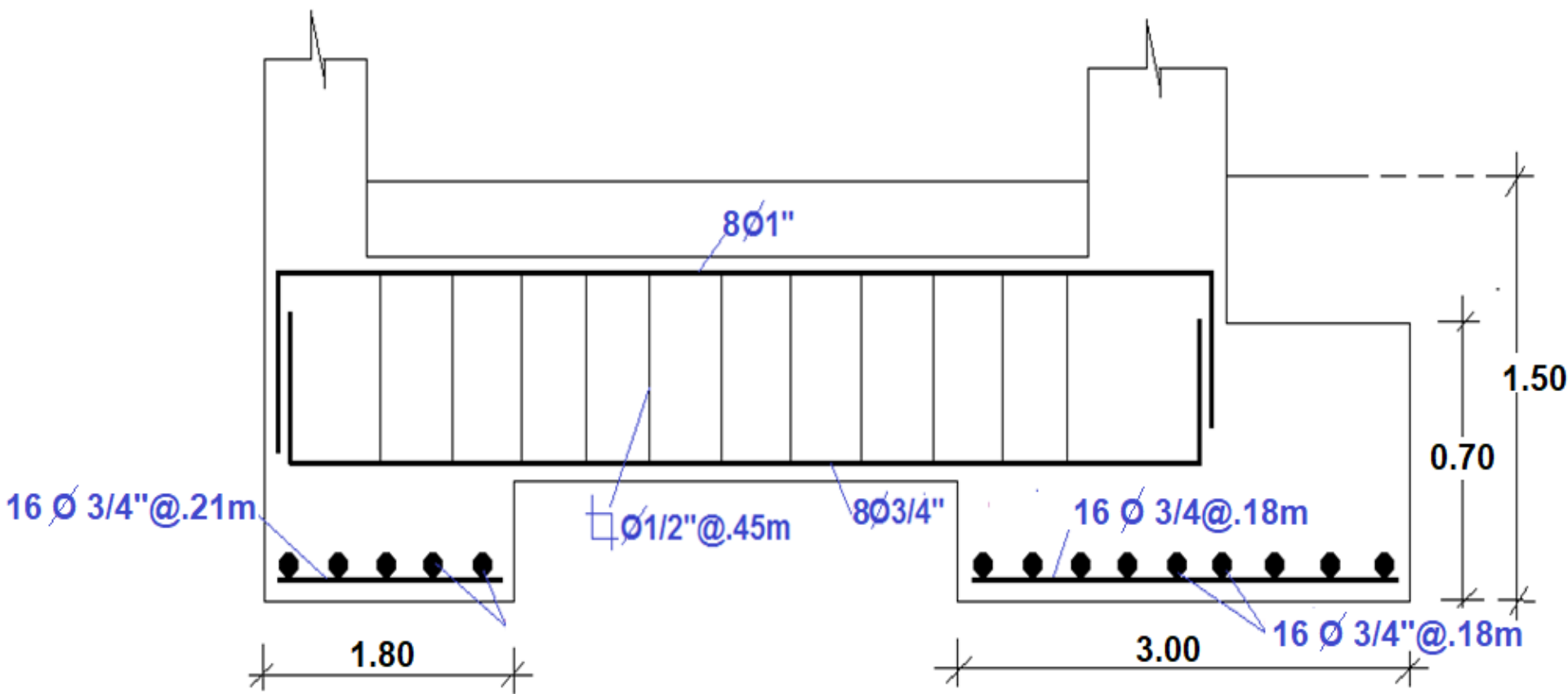
EN LA DIRECCION TRANSVERSAL

$$A_s = 44.316 \text{ cm}^2$$

Usaremos: $16 \varnothing \frac{3}{4} @ .18m$

DISPOSICION DE LA ARMADURA





ELEVACION

