

## DIMENSIONADO DE LOSA CRUZADA

### 1- Relación de luces y predimensionado de espesor.

$$\frac{L_x}{L_y} = \frac{6 \text{ m}}{5,10 \text{ m}} = 1,18 < 1,50 \text{ se considera losa cruzada}$$

$$\text{Altura útil } d = \frac{L \text{ menor}}{55} = \frac{5,10 \text{ m}}{55} = 0,09 \text{ m}$$

$$\text{Recubrimiento} = 0,02 \text{ m}$$

$$h t = 0,09 + 0,02 = 0,11 \text{ m} ; h t = 11 \text{ cm}$$

### 2- Análisis de cargas.

peso propio = 0,11 m x 2400 Kg / m <sup>3</sup>	= 264 kg/m <sup>2</sup>
contrapliso = 0,08 m x 1600 Kg / m <sup>3</sup>	= 128 ..
piso granítico = 0,03 m x 2000 kg/m <sup>3</sup>	= 60 ..
	452 Kg/ m <sup>2</sup>
sobrecarga ( s/ destino) p	200
carga total	652 kg/m <sup>2</sup>

$$\text{Adoptamos } q = 650 \text{ kg/m}^2$$

### 3- Cálculo de sollicitaciones

Siendo la carga permanente  $g$  ( kg / m<sup>2</sup> ) mayor que la sobrecarga  $p$  ( kg / m<sup>2</sup> ) no es necesario calcular el conjunto de las losas

continuas cargando en forma de damero con  $( g + p )$  en un paño y  $( g )$  en el paño adyacente ;ya que las diferencias obtenidas en el valor de las sollicitaciones cuando la sobrecarga es menor que la carga permanente, son muy pequeñas y pueden despreciarse.

Por lo tanto siendo las 4 losas iguales en dimensiones y cargas, calculamos una de ellas con la carga total  $q$  ( kg / m<sup>2</sup> ) adoptando iguales valores para las otras 3.

De acuerdo con las condiciones de borde usamos la tabla para cálculo de losas cruzadas- apunte de tablas-

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{5,10 \text{ m}}{6,00 \text{ m}} = 0,85 \text{ ( si la relación de lados no está tabulada se acepta la interpolación lineal ).}$$

Factor de multiplicación F.M.

$$\text{siendo } L_y < L_x = \text{F.M.} = q \times L_y^2 = 650 \text{ Kg / m}^2 \times (5,10 \text{ m})^2 = 16.906 \text{ Kgm/m}$$

$$M_x^e = -0,0731 \times 16.906 \text{ kgm / m} = -1236 \text{ kgm/m}$$

$$M_y^e = -0,0825 \times 16.906 \text{ kgm / m} = -1395 \text{ Kgm / m}$$

$$M_x = 0,0216 \times 16.906 \text{ kgm / m} = 365 \text{ kgm / m}$$

$$M_y = 0,0322 \times 16.906 \text{ kgm / m} = 544 \text{ Kgm / m}$$

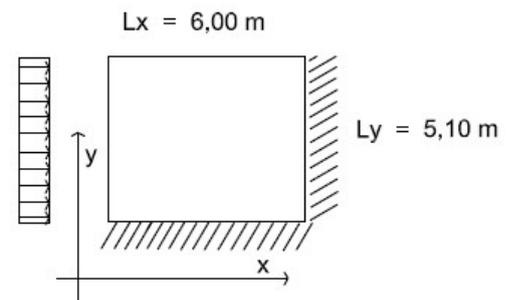
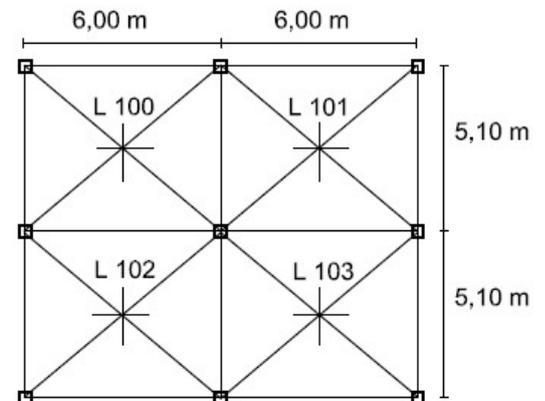
Reacciones Totales ( kg )

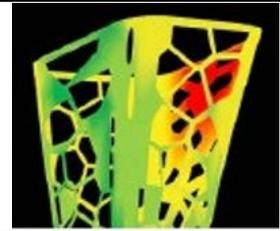
$$R_x^e = 0,447 \times 16.906 \text{ Kgrh / rh} = 7.557 \text{ Kg}$$

$$R_x = 0,222 \times 16.906 \text{ " } = 3.753 \text{ Kg}$$

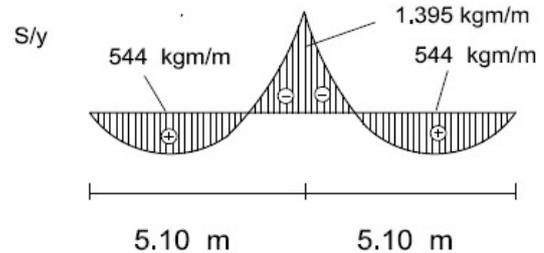
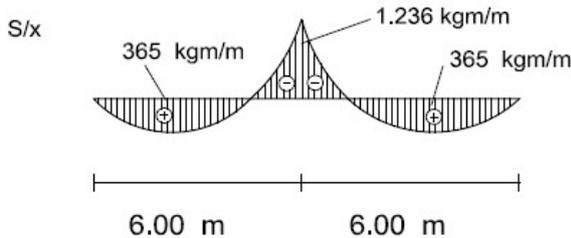
$$R_y^e = 0,346 \times 16.906 \text{ " } = 5.849 \text{ Kg}$$

$$R_y = 0,162 \times 16.906 \text{ " } = 2.739 \text{ Kg}$$





### Diagrama de momentos.



Los momentos de empotramiento  $M_x^e$  y  $M_y^e$  para dimensionar, pueden ser reducidos a un 90% del valor calculado, ya que el cálculo se realiza suponiendo apoyos puntuales sobre los cuales se produce el momento máximo negativo, cuando en la realidad la losa apoya sobre vigas en un cierto ancho de apoyo.

$$M_x^e \text{ calc.} = 0,9 \times M_x^e = 0,9 \times 1,236 \text{ Kg/m} \\ M_x^e \text{ calc.} = 1,112 \text{ kgm/m}$$

$$M_y^e \text{ calc.} = 0,9 \times M_y^e = 0,9 \times 1,395 \text{ kgm/m} \\ M_y^e \text{ calc.} = 1,255 \text{ kgm/m}$$

### 4 -Dimensionado:

Altura útil s / y (mayores momentos) =  $h_y = 9 \text{ cm}$   
 Altura útil s / x =  $h_x = h_y - \phi$  aprox.  $8 \text{ cm}$

Armaduras mínimas

$$A_{x \text{ min}} = 0,05 \times b \times h_x \times \frac{\sigma'_{bc}}{\sigma_{ek}}$$

$$A_{x \text{ min}} = 0,05 \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times 8 \text{ cm} \times \frac{140 \text{ kg/cm}^2}{4,200 \text{ kg/cm}^2} \\ A_{x \text{ min}} = 1,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{y \text{ min}} = 0,05 \times \frac{100}{1 \text{ m}} \times 9 \text{ cm} \times \frac{140 \text{ kg/cm}^2}{4,200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{y \text{ min}} = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Sección de acero necesaria y verificación de la profundidad del eje neutro

$$S / x \text{ Tramo} = Z_{xt} = 0,9 h_x \quad A_{xt} = \frac{M_x \times \gamma}{0,9 h_x \times \sigma_{ek}} = \frac{365 \text{ kgm/m} \times 1,75}{0,9 \times 0,08 \text{ m} \times 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$0,20 \times h_x = 0,20 \times 8 \text{ cm} = 1,6 \text{ cm}$$

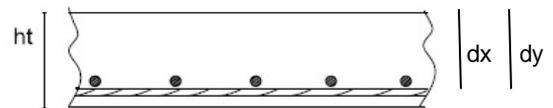
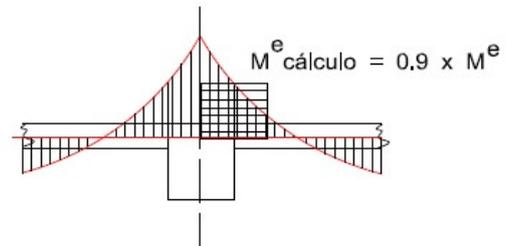
$$A_{xt} = 2,11 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{\text{min}}$$

$$\text{eje neutro } X_{xt} = \frac{A_{xt} \times \sigma_{ek}}{b \times \sigma'_{bc}} = \frac{2,11 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ Kg/cm}^2}{100 \text{ cm} \times 140 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$X_{xt} = 0,63 \text{ cm} < 0,20 \times h_x \text{ — verifica}$$

$$\text{Apoyo } Z_{xe} = 0,90 h_x \quad A_{xe} = \frac{M_x^e \text{ de cálculo} \times \gamma}{0,9 h_x \times \sigma_{ek}} = \frac{1,112 \text{ kgm/m} \times 1,75}{0,9 \times 0,08 \text{ m} \times 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

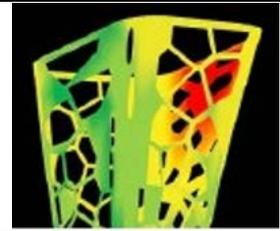
$$A_{xe} = 6,43 \text{ cm}^2/\text{m}$$



Tensiones de cálculo

$$\sigma'_{bc} = 140 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{ek} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = 1,75$$



$$\text{eje neutro } X_{xe} = \frac{A_{xe} \times \sigma_{ek}}{b \times \sigma'_{bc}} = \frac{6,43 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2}{100 \text{ cm} \times 140 \text{ kg/cm}^2} = 1,92 \text{ cm}$$

$$X_{xe} = 1,92 \text{ cm} > 0,20 \text{ hx} \text{ no verifica}$$

Adoptamos entonces en apoyo  $Z_{xe} = 0,8$  de  $hx$  deblendo verificarse ahora que  $X_{xe}$  sea menor de  $0,40 \text{ hx}$

$$A_{xe} = \frac{1,112 \text{ kgm/m} \times 1,75}{0,8 \times 0,08 \text{ m} \times 4200 \text{ kg/cm}^2} = 7,23 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{x \text{ min}}$$

$$0,40 \times hx = 0,40 \times 8 \text{ cm} = 3,20 \text{ cm}$$

eje neutro

$$X_{xe} = \frac{7,23 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2}{100 \text{ cm} \times 140 \text{ kg/cm}^2} = 2,16 \text{ cm}$$

$$X_{xe} = 2,16 < 0,40 \text{ hx} \text{ — verifica}$$

$$\text{S / y Tramo } Z_{yt} = 0,9 \text{ hy} = A_{yt} = \frac{544 \text{ kgm/m} \times 1,75}{0,9 \times 0,09 \text{ m} \times 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{yt} = 2,79 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{y \text{ min}}$$

$$\text{eje neutro } X_{yt} = \frac{2,79 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ Kg/cm}^2}{100 \text{ cm} \times 140 \text{ kg/cm}^2} = 0,83 \text{ cm}$$

$$0,20 \times hy = 0,20 \times 9 \text{ cm} = 1,8 \text{ cm}$$

$$X_{yt} = 0,83 \text{ cm} < 0,20 \times hy \text{ — verifica}$$

$$\text{Apoyo} = \text{adoptamos } Z_{ye} = 0,8 \times hy \quad A_{ye} = \frac{1255 \text{ kgm/m} \times 1,75}{0,8 \times 0,09 \text{ m} \times 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{ye} = 7,26 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{y \text{ min}}$$

$$0,40 \times hy = 0,40 \times 9 \text{ cm} = 3,6 \text{ cm}$$

$$\text{eje neutro } X_{ye} = \frac{7,26 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2}{100 \text{ cm} \times 140 \text{ kg/cm}^2} = 2,16 \text{ cm}$$

$$X_{ye} = 2,16 \text{ cm} < 0,40 \times hy \text{ — verifica}$$

Resumen de armaduras necesarias

$$A_{xt} = 2,11 \text{ cm}^2/\text{m} \quad A_{yt} = 2,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{xe} = 7,23 \text{ cm}^2/\text{m} \quad A_{ye} = 7,26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adopción de armadura y separación de hierros.

$$\text{S/X Tramo : Adoptamos } \phi 6 = A \phi 6 = 0,28 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación } S (\text{m}) = \frac{A \phi}{A_{xt}} = \frac{0,28 \text{ cm}^2}{2,11 \text{ cm}^2/\text{m}} = 0,129 \text{ m}$$

entonces en tramo s/x adoptamos  $1 \phi 6 \text{ c/ } 12 \text{ ( } 2,33 \text{ cm}^2/\text{m} \text{)}$

Apoyo : Levantando en apoyo continuo  $\frac{2}{3}$  de la armadura de cada tramo de losa se tiene

$$\text{Armadura necesaria} \text{ ————— } 7,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

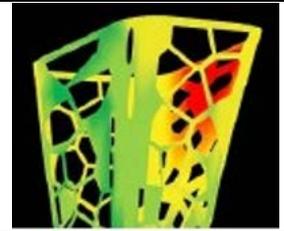
$$\text{Armadura levantada : } 2 \phi 6 \text{ c/ } 36 \text{ de cada tramo} = \frac{4}{3} \times 2,33 = 3,11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

sección faltante

$$\text{Adoptamos } \phi \text{ del } 8 \text{ para barras adicionales en apoyo} = \text{Area } \phi 8 = 0,50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación } S (\text{m}) = \frac{0,50 \text{ cm}^2}{4,34 \text{ cm}^2/\text{m}} = 0,12 \text{ m}$$

Colocar adicionales arriba en apoyo s/x :  $1 \phi 8 \text{ c/ } 12$



S/Y Tramo : Adoptamos  $\phi 8 = \text{Area } \phi 8 = 0,50 \text{ cm}^2$

$$\text{Separación } S \text{ (m)} = \frac{0,50 \text{ cm}^2}{2,79 \text{ cm}^2/\text{m}} = 0,17 \text{ m}$$

Entonces en tramo s/y adoptamos  $1 \phi 8 \text{ c/ } 17 \text{ ( } 2,94 \text{ cm}^2/\text{m} \text{)}$

Apoyo

Armadura necesaria	7,26 $\text{cm}^2/\text{m}$
Armadura levantada $2 \phi 8 \text{ c/ } 51$ de cada tramo : $\frac{4}{3} \times 2,94 =$	3,92 $\text{cm}^2/\text{m}$
sección faltante	3,55 $\text{cm}^2/\text{m}$

Adoptamos  $8 = A \phi 8 = 0,50 \text{ cm}^2 = S \text{ (m)} = \frac{0,50 \text{ cm}^2}{3,55 \text{ cm}^2/\text{m}} = 0,14 \text{ m}$

Adicionales arriba en apoyo s/y =  $1 \phi 8 \text{ c/ } 14$

Detalle de armado

