

DISEÑO ESTRUCTURAL I

Carrera de **Arquitectura**

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cuyo



APOYO TEORICO

LOSAS DE HORMIGON ARMADO



Dr. Ing. Gonzalo S. Torrasi

2020

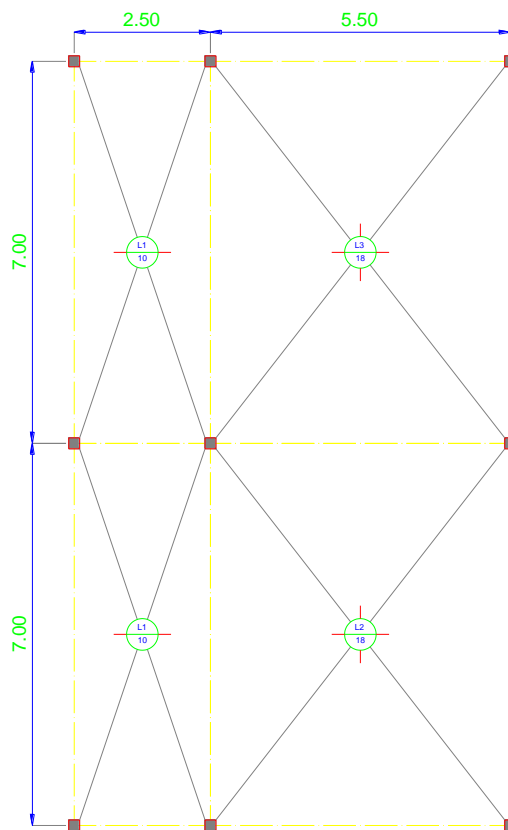
1-Introducción

Se presenta un ejemplo de cálculo de solicitaciones en losas de hormigón armado. Las mismas pueden ser simplemente apoyadas, (o apoyadas en una dirección) o cruzadas (o apoyadas en dos direcciones). Las primeras se tratan como una viga ancha, mientras que las segundas se calculan considerando la contribución de la losa en ambas direcciones.

Una losa es simplemente apoyada cuando la relación entre su longitud mayor y su longitud menor es mayor a 2 ($L/l > 2$), mientras que si esta longitud es menor o igual a 2 se consideran cruzadas.

2-Diseño

Se analizarán las losas mostradas a continuación.



Consideremos como carga sobrepuesta para las losas una carga $D_{si}=0.20 \text{ t/m}^2$ y una carga viva $L=0.25 \text{ t/m}^2$.

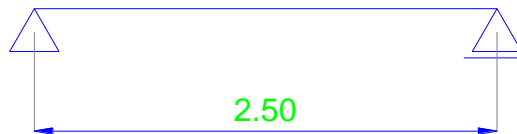
Analizaremos la Losa L1 y L3.

TEORIA

La losa L1 tiene dimensiones 2.50m x 7.00m por lo que la relación de lados es $7/2.5=2.8 > 2$ y por tanto es armada en una sola dirección. El espesor en este caso es $h=l/30=2.50/30=0.083\text{m}$ pero no menor a 0.10m por lo que se toma $h=0.10\text{m}$. Esto da un peso propio de $D_{pp}=0.1\text{m} \times 2.4\text{t/m}^3=0.24\text{ t/m}^2$.

La carga $q=1.2D+1.6L=1.2(0.20 + 0.24) + 1.6(0.25)=0.93\text{ t/m}^2$.

Al ser la losa simplemente apoyada, el momento máximo se calcula como $M = \frac{ql^2}{8}$



$M=0.93\text{ t/m}^2 \times (2.5\text{m})^2 / 8=0.73\text{ tm/m}$.

Y las reacciones son $R=ql/2= 0.93\text{t/m}^2 \times 2.5\text{m} / 2=1.16\text{ t/m}$.

La losa L3 tiene dimensiones de 5.50m x 7.00m, por lo que su relación es

$7.0/5.5=1.28 < 2$ y por tanto es armada en dos direcciones. El espesor en este caso es $h=L/40$ y es igual a $h=7.0/40 = 0.18\text{m}$.

Esto da un peso propio de $D_{pp}=0.18\text{m} \times 2.4\text{t/m}^3=0.43\text{ t/m}^2$.

La carga $q=1.2D+1.6L=1.2(0.20 + 0.43) + 1.6(0.25)=1.16\text{ t/m}^2$.

Para calcular las sollicitaciones hacemos uso de las tablas.

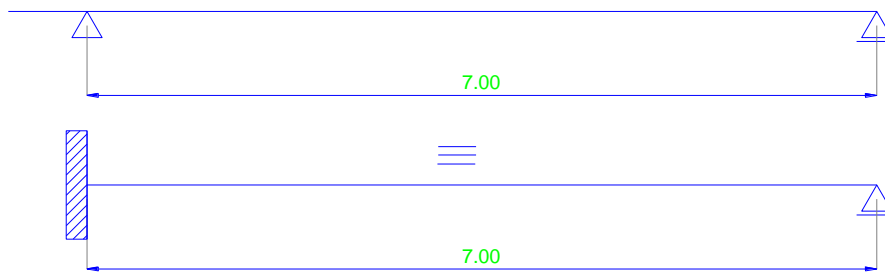
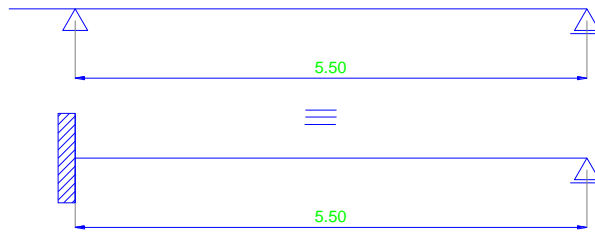
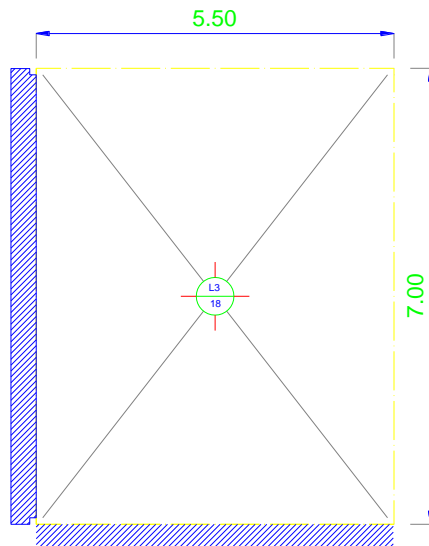
Caso	Tipo de panel	Momento Constante cada	Lado Cero Confinados										Lado Largo Para cualquier Etación
			número Lado Largo/Lado Cero										
			1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.75	2			
1	4 Lados continuos	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	31	27	23	21	20	19	17	15	31		
2	1 Lado corto discontinuo	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	42	36	31	28	26	24	22	20	42		
3	1 Lado Largo discontinuo	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	27	23	21	20	18	18	16	15	27		
4	2 L. Adyacencias discontinuas	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	36	31	26	26	24	23	21	19	36		
5	2 L. Cortos discontinuas	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	27	23	19	18	16	15	13	12	27		
6	2 L. Cortos discontinuas	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	36	30	26	23	21	20	17	15	36		
7	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	21	19	17	15	14	13	12	11	21		
8	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	29	25	22	20	19	18	16	14	29		
9	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	22	20	19	18	17	17	15	14	22		
10	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	29	27	25	23	23	22	20	19	29		
11	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	-	-	-	-	-	-	-	-	22		
12	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	29	23	20	18	16	15	13	11	29		
13	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	18	16	14	13	13	12	11	10	-		
14	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	23	21	19	18	17	16	14	14	23		
15	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	-	-	-	-	-	-	-	-	18		
16	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	23	20	17	15	14	13	11	10	23		
17	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
18	3 Lados (Cortos) (Largo Continuo)	M.Flig. En lado continuo M. Pos. Tramo	18	16	14	13	12	11	10	9	18		

$M_i = \frac{q \times l \times c \times n^2}{n}$

M_i = Momento en la sección i
 q = Carga ultima sobre la losa
 l = largo = sus menor de la losa
 n = coeficiente que se obtiene de la tabla

La losa tiene las siguientes condiciones de apoyo.

TEORIA



La losa es el caso 4 de la tabla, dos bordes adyacentes apoyados y dos bordes adyacentes continuos.

La relación de lados es 1.28, y está entre 1.2 y 1.3.

TEORIA

Caso	Tipo de panel	Momento Considerado	Lado Corto Coeficientes									Lado Largo Para Cualquier Relacion
			Relación Lado Largo/Lado Corto									
			1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,75	2		
Caso 1	1	4 Lados continuos	M. Neg. En lado continuo	31	27	23	21	20	19	17	15	31
			M. Pos. Tramo	42	36	31	28	26	24	22	20	42
Caso 2	2	1 lado corto discontinuo	M. Neg. En lado continuo	27	23	21	20	18	18	16	15	27
			M. Pos. Tramo	36	31	26	26	24	23	21	19	36
Caso 3	3	1 lado Largo discontinuo	M. Neg. En lado continuo	27	23	19	18	16	15	13	12	27
			M. Pos. Tramo	36	30	26	23	21	20	17	15	36
Caso 4	4	2 L. Adyacentes discontinuos	M. Neg. En lado continuo	21	19	17	15	14	13	12	11	21
			M. Pos. Tramo	29	25	22	20	19	18	16	14	29
Caso 5	5	2 L. Cortos Discontinuos	M. Neg. En lado continuo	22	20	19	18	17	17	15	14	-
			M. Pos. Tramo	29	27	25	23	23	22	20	19	29
Caso 6	6	2 L. Largos Discontinuos	M. Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	22
			M. Pos. Tramo	29	23	20	18	16	15	13	11	29
Caso 7	7	3 Lados Discontinuos (Largo Continuo)	M. Neg. En lado continuo	18	16	14	13	13	12	11	10	-
			M. Pos. Tramo	23	21	19	18	17	16	14	14	23
Caso 8	8	3 Lados Discontinuos (Corto Continuo)	M. Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	18
			M. Pos. Tramo	23	20	17	15	14	13	11	10	23
Caso 9	9	4 Lados Discontinuos	M. Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			M. Pos. Tramo	18	16	14	13	12	11	10	9	18

$$M_i = \frac{q \times (L_{\text{corto}})^2}{n}$$

Mi = Momento en la sección i
 q = Carga última sobre la losa
 Lcorto = Luz menor de la losa
 n = coeficiente que se obtiene de la tabla

En las losas cruzadas SIEMPRE existen 4 momentos:

Positivo en el tramo en el lado largo, negativo en el apoyo en el lado largo, positivo en el tramo en el lado corto y negativo en el apoyo en el lado corto. Estos momentos pueden o no ser nulos, pero siempre se calculan.

En nuestro caso, los coeficientes son:

a) Coeficientes para el lado corto

Para cualquier relación de lados

Momento negativo en lado continuo: $m=21$

Momento positivo en tramo: $m=29$

Relación 1.3 :

Momento negativo en lado continuo: $m=15$

Momento positivo en tramo: $m=20$

Relación 1.2 :

Momento negativo en lado continuo: $m=17$

Momento positivo en tramo: $m=22$

Interpolando para la relación 1.28:

Momento negativo en lado continuo: $m=15.4$

Momento positivo en tramo: $m=20.4$

Po lo tanto los momentos son:

$$M = \frac{q l_{corto}^2}{m}$$

Momento negativo en lado continuo: $M=1.16 \text{ t/m}^2 \times (5.5\text{m})^2 / 15.4=2.28 \text{ tm/m}$

Momento positivo en tramo: $M=1.16 \text{ t/m}^2 \times (5.5\text{m})^2 / 20.4=1.72 \text{ tm/m}$

b) Coeficientes para el lado largo (ultima columna)

Para cualquier relación de lados:

Momento negativo en lado continuo: $m=21$

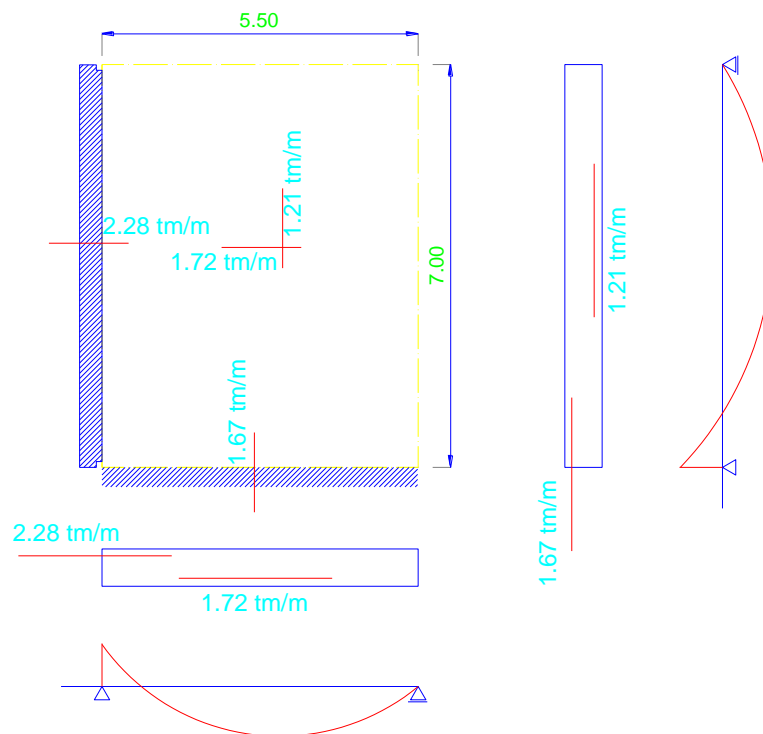
Momento positivo en tramo: $m=29$

Po lo tanto los momentos son:

$$M = \frac{q l_{corto}^2}{m}$$

Momento negativo en lado continuo: $M=1.16 \text{ t/m}^2 \times (5.5\text{m})^2 / 21=1.67 \text{ tm/m}$

Momento positivo en tramo: $M=1.16 \text{ t/m}^2 \times (5.5\text{m})^2 / 29=1.21 \text{ tm/m}$



TEORIA

Para cada uno de estos momentos se debe calcular una armadura y colocarla donde se han marcado las demandas, en los apoyos en la parte superior y en el tramo en la parte inferior.

$$\text{Acero ADN420 } f_y=420\text{MPa}=4.2\text{t/cm}^2=4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Altura de la losa } =18\text{cm}$$

$$\text{Momento}=2.28 \text{ tm/m}=228 \text{ tcm/m}$$

$$\text{Recubrimiento } r=1.5\text{cm}$$

$$d_1=\text{rec}+\text{diam}/2=1.5\text{cm} + 1\text{cm}/2=2\text{cm}$$

$$d-d_1=h-2d_1=18\text{cm}-2\times 2\text{cm}=14\text{cm}$$

$$A_s=M_u/(\phi(d-d_1)f_y)= 228 \text{ tcm/m} / (0.9\times 14\text{cm} \times 4.2 \text{ t/cm}^2) = 4.31\text{cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\min}}=0.18\%bd=0.0018\times 100\text{cm} \times (18\text{cm}-2\text{cm})=2.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Elijo diámetro y sección de la barra, por ejemplo $\phi 8\text{mm}=0.5\text{cm}^2$
- Calculo cuantas barras se necesitan en un metro de ancho:
 $4.31\text{cm}^2/\text{m}/0.5\text{cm}^2 = 8.62$ barras
- Calculo la separación que tendrían. $\text{Sep}=100\text{cm} / 8.62 \text{ barras}=11.6\text{cm}$
- $\phi 8\text{mm} \text{ c}/11\text{cm} \dots \rightarrow \phi 8\text{mm} \text{ c}/10\text{cm}$

$$\text{Momento}=1.72 \text{ tm/m}=172 \text{ tcm/m}$$

$$\text{Recubrimiento } r=1.5\text{cm}$$

$$d_1=\text{rec}+\text{diam}/2=1.5\text{cm} + 1\text{cm}/2=2\text{cm}$$

$$d-d_1=h-2d_1=18\text{cm}-2\times 2\text{cm}=14\text{cm}$$

$$A_s=M_u/(\phi(d-d_1)f_y)= 172 \text{ tcm/m} / (0.9\times 14\text{cm} \times 4.2 \text{ t/cm}^2) = 3.25\text{cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\min}}=0.18\%bd=0.0018\times 100\text{cm} \times (18\text{cm}-2\text{cm})=2.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Elijo diámetro y sección de la barra, por ejemplo $\phi 8\text{mm}=0.5\text{cm}^2$
- Calculo cuantas barras se necesitan en un metro de ancho:
 $3.25\text{cm}^2/\text{m}/0.5\text{cm}^2 = 6.5$ barras
- Calculo la separación que tendrían. $\text{Sep}=100\text{cm} / 6.5 \text{ barras}=15.4\text{cm}$
- $\phi 8\text{mm} \text{ c}/15\text{cm}$

TEORIA

$$\text{Momento}=1.21 \text{ tm/m}=121 \text{ tcm/m}$$

$$\text{Recubrimiento } r=1.5\text{cm}$$

$$d_1=\text{rec}+\text{diam_perp}+\text{diam}/2=1.5\text{cm} + 0.8\text{cm}+ 0.8\text{cm}/2=2.7\text{cm}$$

$$d-d_1=h-2d_1=18\text{cm}-2\times 2.7\text{cm}=12.6\text{cm}$$

$$A_s=M_u/(\phi(d-d_1)f_y)= 121 \text{ tcm/m} / (0.9 \times 12.6\text{cm} \times 4.2 \text{ t/cm}^2) = 2.54\text{cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{\min}}=0.18\%bd=0.0018 \times 100\text{cm} \times (18\text{cm}-2\text{cm})=2.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- i) Elijo diámetro y sección de la barra, por ejemplo $\phi 8\text{mm}=0.5\text{cm}^2$
- j) Calculo cuantas barras se necesitan en un metro de ancho:
 $2.88 \text{ cm}^2/\text{m}/0.5\text{cm}^2 = 5.76 \text{ barras}$
- k) Calculo la separación que tendrían. $\text{Sep}=100\text{cm} / 5.76 \text{ barras}=17.3\text{cm}$
- l) $\phi 8\text{mm c}/17\text{cm}$ (o $\phi 8\text{mm c}/15\text{cm}$)

$$\text{Momento}=1.67 \text{ tm/m}=167 \text{ tcm/m}$$

Interpolación lineal

$$m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y = y_1 + mx - mx_1$$