

DISEÑO ESTRUCTURAL I

Carrera de **Arquitectura**

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cuyo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



APOYO TEORICO

APLICACIÓN DISEÑO A FLEXION SIMPLE EN H°A°

- **LOSAS ARMADAS EN DOS DIRECCIONES**

Ing. Civil Daniel C. Videla

2026

APLICACION

Breve Introducción Teórica:

Las losas macizas de HA, se pueden clasificar en:

- Losas en una dirección.
- Losas en dos direcciones.

Losas en una dirección: son losas simplemente apoyadas o apoyadas en una dirección, $L_{max} / L_{min} > 2$, implica que transfiere cargas en una sola dirección.

Predimensionado: $h = L_{max} / n$ (ver Tabla código: 9.5.a – CIRSOC 201 - 2005).

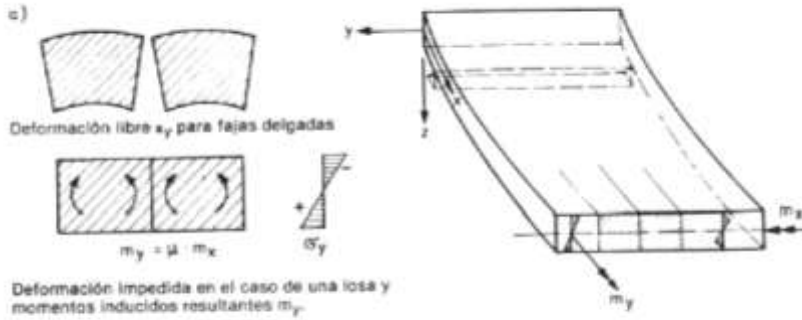
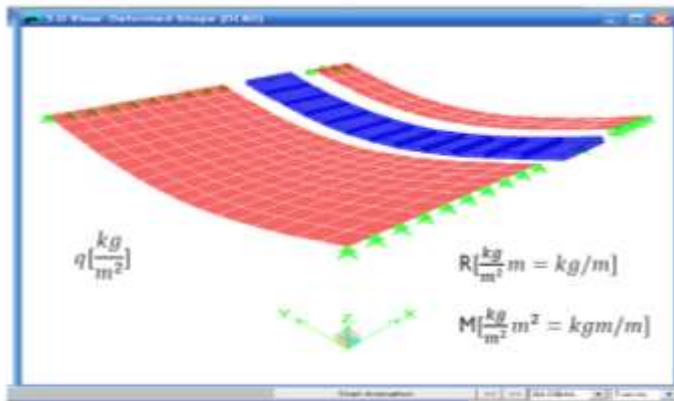


Figura 4.3: Deformación de losa en una dirección

Fuente: Apuntes Hormigón Armado I - Dr. Ing. Gonzalo Torrisi

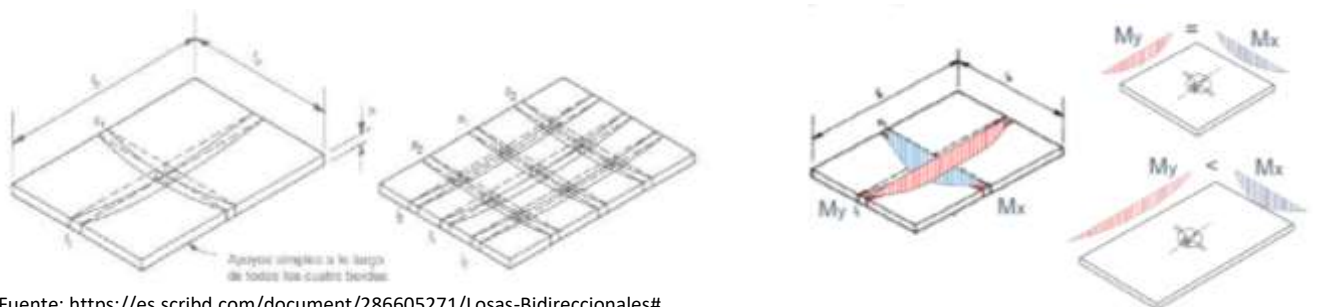


Fuente: DIES I - Losas - Dr. Ing. Gonzalo Torrisi

Losas en dos direcciones: son losas cruzadas o apoyadas en dos direcciones, $L_{max} / L_{min} \leq 2$, implica que transfiere cargas en dos direcciones.

Predimensionado: $h = L_{min} / 40$.

Las primeras se tratan como una viga ancha (visto en Ejemplo de Aplicación Diseño Flexión Simple en HA), mientras que las segundas se calculan considerando la contribución de la losa en ambas direcciones.

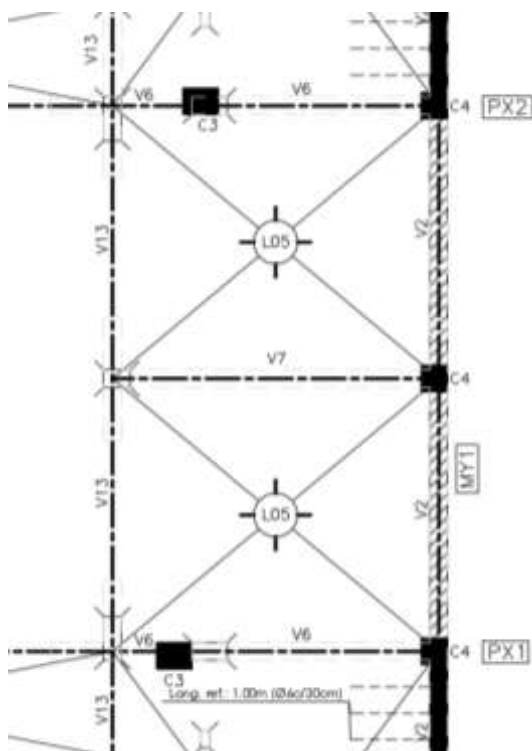


Fuente: <https://es.scribd.com/document/286605271/Losas-Bidireccionales#>

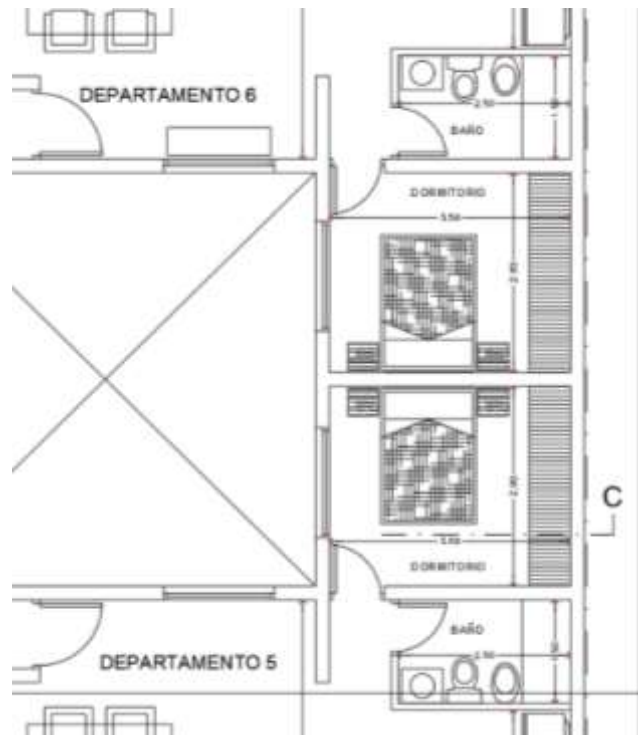
APLICACION

Dado el siguiente esquema estructural, se solicita dimensionar las losas L05 indicada en la figura.

1. Definir Materiales.
2. Definir Geometría: longitudes y altura: predimensionado por Rigidez.
3. Realizar el Análisis de Cargas: considerar entrepiso de Losa Maciza de HA.
4. Representar el Esquema Estructural.
5. Calcular Solicitaciones y representar los Diagramas de Solicitaciones.
6. Dimensionar la Losa Maciza de HA.
7. Verificar disposiciones Reglamentarias.
8. Verificación por Resistencia.
9. Realizar detalles a Escala de la sección y corte de la Losa Maciza L05.



PLANTA ESTRUCTURA



PLANTA ARQUITECTURA

1. Materiales:

Hormigón H25: $f'c = 25 \text{ MPa} = 250 \text{ kg/cm}^2$ (tensión característica de rotura por compresión).
Acero ADN 420: $f_y = 420 \text{ MPa} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (tensión de fluencia).

2. Geometrías y Predimensionamiento por Rigidez:

La losa L05 tienen dimensiones $3.70\text{m} \times 3.10\text{m}$ por lo que la relación de lados es $3.7\text{m} / 3.1\text{m} = 1.19 < 2$, y por lo tanto será armada en dos direcciones.

El espesor en este caso es $h = L / 40 = 3.1 \text{ m} / 40 = 0.08 \text{ m}$, (**no debe ser menor a 0.12m**).

Considerando la materialización de la losa y el comportamiento de la misma según ubicación en planta, se adoptará para ambas losas una altura $h = 15 \text{ cm}$.

APLICACION

3. Análisis de Cargas:

3.1. Losa Maciza (ELU: Estado Límite Último)

Descripción	Peso	Unidades
Piso + Pegamento	40.00	Kg/m ²
Carpeta Niveladora	60.00	Kg/m ²
Aislaciones	5.00	Kg/m ²
Losa maciza (esp. = 15 cm)	375.00	Kg/m ²
Cielorraso de yeso aplicado	20.00	Kg/m ²
Total, adoptado	D=500.00	Kg/m²

Acciones Accidentales tipo L

Descripción	Peso	Unidades
Dormitorios	200.00	Kg/m ²

$$Q_u = 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L = 1.2 \cdot 500 \text{ kg/m}^2 + 1.6 \cdot 200 \text{ kg/m}^2 = 920 \text{ kg/m}^2$$

4. Esquema Estructural (realizar esquema)

a. Determinación de Reacciones:

Forma Práctica: trazar líneas a 45°, determinar la carga promedio de los triángulos y trapecios resultantes, distribuidas uniformemente sobre las vigas de apoyo.

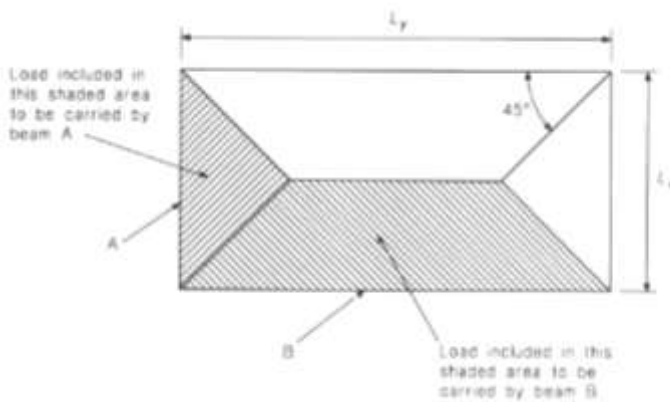
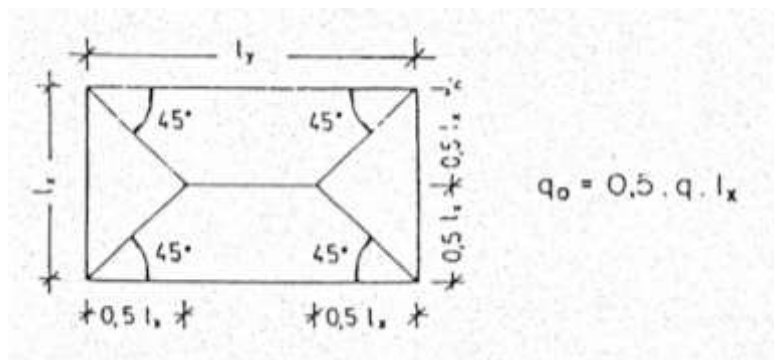
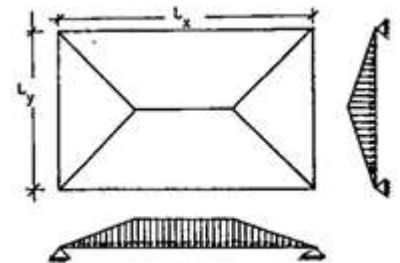


Fig. 4.34
Distribución de cargas en vigas de apoyo de losas cruzadas.



APLICACION

5. Determinación de Solicitaciones:

En las losas cruzadas SIEMPRE existen 4 momentos:

- $M(+)$ en el tramo según el lado corto,
- $M(-)$ en el apoyo según el lado corto.
- $M(+)$ en el tramo según el lado largo,
- $M(-)$ en el apoyo según el lado largo,

Estos momentos pueden o no ser nulos, pero siempre se calculan.

PLANILLA DE COEFICIENTES PARA MOMENTOS FLECTORES EN LOSAS CRUZADAS

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		
	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
	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
	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
	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
	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
	6	2 L. Largos Discontinuos	M Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	22
			M. Pos. Tramo	29	23	20	18	16	15	13	11	29
	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
	8	3 Lados Discontinuos (Corto Continuo)	M Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	18
			M. Pos. Tramo	23	20	17	15	14	13	11	10	23
	9	4 Lados Discontinuos	M Neg. En lado continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			M. Pos. Tramo	18	16	14	13	12	11	10	9	18

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

M_i = Momento en la sección i
 q = Carga ultima sobre la losa
 L_{corto} = Luz menor de la losa
 n = coeficiente que se obtiene de la tabl:



APLICACION

En nuestro caso, los coeficientes son:

Coeficientes para el lado corto

Relación: Lado Largo / Lado Corto = 3.7 m / 3.1 m = 1.2

Momento negativo en lado continuo: n = 19

Momento positivo en tramo: n = 25

Para cualquier relación de lados

Momento negativo en lado largo: n = 0

Momento positivo en tramo: n = 29

Por lo tanto, los momentos son:

$$Mu = Qu \cdot (\text{Lado Corto})^2 / n$$

Lado Corto

$$M_{\text{umax}(-)} = 920 \text{ kg/m}^2 \cdot (3.1\text{m})^2 / 19 = 465.33 \text{ kgm/m} = 0.465 \text{ tnm/m}$$

$$M_{\text{umax}(+)} = 920 \text{ kg/m}^2 \cdot (3.1\text{m})^2 / 25 = 353.65 \text{ kgm/m} = 0.354 \text{ tnm/m}$$

Lado Largo

$$M_{\text{umax}(+)} = 920 \text{ kg/m}^2 \cdot (3.1\text{m})^2 / 29 = 304.87 \text{ kgm/m} = 0.305 \text{ tnm/m}$$

6. Dimensionado:

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.

Lado Corto

$$As = M_{ui} / [0.9 \cdot f_y \cdot (d-d')]$$

$$As = 0.354 \text{ tm} / (0.9 \cdot 4.2 \text{ t/cm}^2 \cdot (0.12 \text{ m} - 0.03 \text{ m})) \quad d' = 3 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$As = 1.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As' = M_{us} / [0.9 \cdot f_y \cdot (d-d')]$$

$$As' = 0.465 \text{ tm} / (0.9 \cdot 4.2 \text{ t/cm}^2 \cdot (0.12 \text{ m} - 0.03 \text{ m})) \quad d' = 3 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$As' = 1.37 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Lado Largo

$$As = M_{ui} / [0.9 \cdot f_y \cdot (d-d')]$$

$$As = 0.305 \text{ tm} / (0.9 \cdot 4.2 \text{ t/cm}^2 \cdot (0.12 \text{ m} - 0.03 \text{ m})) \quad d' = 3 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$As = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Antes de elegir el diámetro de la barra a usar, se debe verificar la cuantía mínima por temperatura y contracción, relación entre sección total de acero y sección de hormigón bruta, $\rho = As / (b \cdot h)$, es decir, la $As_{\text{mín}}$ que se debe colocar.

$$As_{\text{min}} \geq 0.18 \% \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se aprecia que esta armadura, es mayor a la mayor armadura necesaria, tanto inferior como superior calculada, entonces se adopta para ambas caras, **$As = As' = As_{\text{min}} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$**

APLICACION

Se determina el número de barras/m, dividiendo la armadura necesaria, por la sección de la barra elegida

Armadura Inferior y Superior

Para $\phi = 8\text{mm}$ (As $\phi 8 = 0.5\text{ cm}^2$)

Nro. = $2.7\text{ cm}^2/\text{m} / 0.5\text{ cm}^2 = 5.4\text{ barras/m}$

La separación de las barras: $1 / \text{nro. barras} = 1 / 5.4\text{ barras/m} \sim 18.5\text{cm}$

Se puede adoptar $\phi 8 @ 15\text{cm}$ (Asreal = $3.3\text{ cm}^2/\text{m}$)

Entonces se adopta una malla # $\phi 8 @ 15\text{cm}$, tanto como para la armadura superior como para la inferior.

7. Disposiciones Reglamentarias:

Separaciones máximas de barras $s \leq 2.5 \cdot h$
 $s \leq 25 \cdot db$ db: diámetro de la barra de menor diámetro
 $s \leq 30\text{ cm}$

Para este ejemplo, se adopta barras de $\phi 8\text{ mm}$ $s \leq 2.5 \cdot h = 2.5 \cdot 15\text{cm} = 37.5\text{ cm}$
 $s \leq 25 \cdot db = 25 \cdot 0.8\text{ cm} = 20\text{ cm}$
 $s \leq 30\text{ cm}$

Con esto se verifican las separaciones máximas a cumplir, ya que las barras están separadas 15 cm.

8. Verificación Resistencia de Diseño:

$$M_d = \phi \cdot M_n \geq M_u$$

Armadura Superior e Inferior $A_s = A_s'$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d-d') = 3.3\text{ cm}^2/\text{m} \cdot 4.2\text{ t/cm}^2 \cdot (0.12\text{ m} - 0.03\text{ m}) = 1.26\text{ tnm/m}$$

$$M_d = 0.9 \cdot 1.26\text{ tnm} = 1.13\text{ tnm/m} > M_u = 0.465\text{ tnm/m} \quad \text{[VERIFICA]}$$

Verificación al Corte:

En las losas se debe verificar, que el esfuerzo de corte, lo resista directamente la sección de hormigón, para no colocar armadura de corte (estribos o barras dobladas), es inconveniente por razones constructivas.

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = Q_u \cdot l_{\text{menor}} / 2 = 0.92\text{ tn/m} \cdot 3.1 / 2 = 1.43\text{ tnm/m}$$

$$V_n = V_u / \phi = 1.43\text{ tnm/m} / 0.75 = 1.91\text{ tn/m}$$

$$V_c = 1/6 \cdot (\sqrt{f'c}) \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot (\sqrt{25}) \cdot 100\text{ cm} \cdot (15\text{ cm} - 3\text{cm}) = 10000\text{ Kg} = 10.0\text{ tn/m} \quad \text{[VERIFICA]}$$

9. Esquema de Armado (realizar esquema a escala).

