

# LOSAS DE CIMENTACIÓN

## TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN

La losa de cimentación, a la que en ocasiones se le refiere como placa de cimentación, es una zapata combinada que puede cubrir toda el área debajo de una estructura que soporta varias columnas y muros.

En la actualidad se utilizan varios tipos de losas de cimentación. Algunas de las más comunes se muestran esquemáticamente en la figura 1, entre las que se incluyen:

1. De placa plana (figura 1a). La losa es de espesor uniforme.
2. De placa plana con mayor espesor bajo las columnas (figura 1b).
3. De vigas y losa (figura 1c). Las vigas corren en ambas direcciones y las columnas se ubican en la intersección de las vigas.
4. De placas planas con pedestales (figura 1d).
5. Losa con muros de sótano como parte de la placa (figura 1e). Las paredes actúan como refuerzo de la losa.

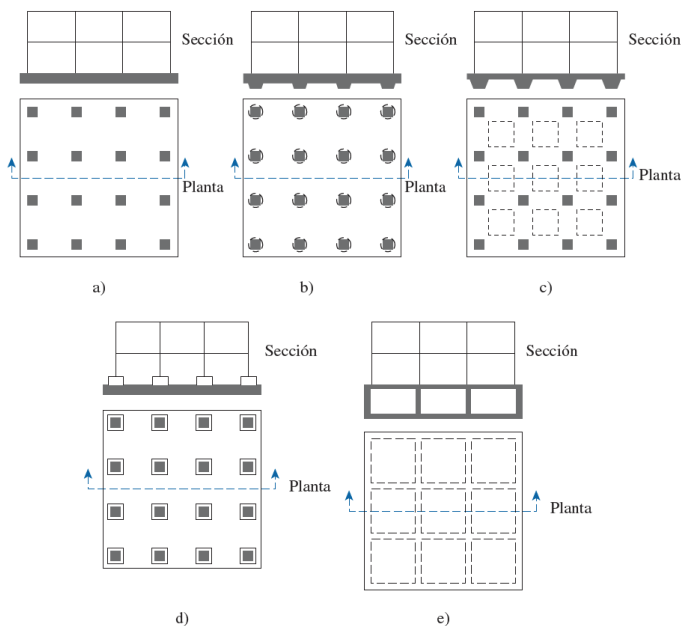


Figura 1. Tipos comunes de losas de cimentación.  
(Braja M. Das, 2011).

Las losas se pueden soportar con pilotes, que ayudan a reducir el asentamiento de una estructura construida sobre un suelo altamente compresible. Cuando el nivel freático es alto, las losas con frecuencia se colocan sobre pilotes para controlar su flotabilidad. En la figura 2 se muestra la diferencia entre la profundidad  $D_f$  y el ancho  $B$  de cimentaciones aisladas y losas de cimentación.

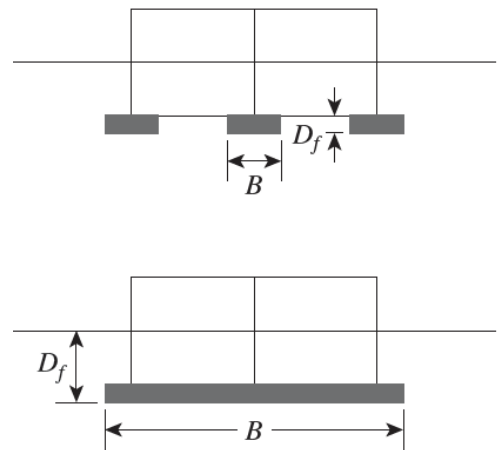


Figura 2. Comparación de una cimentación aislada y una losa de cimentación ( $B=5$  ancho,  $D_f=5$  profundidad).  
(Braja M. Das, 2011).

## CAPACIDAD DE CARGA DE LOSAS DE CIMENTACIÓN

La capacidad de carga permisible neta para losas construidas sobre depósitos de suelos granulares se puede determinar apropiadamente a partir de los números de penetración estándar.

De la ecuación (5.64), para cimentaciones superficiales,

$$q_{\text{neta}} (\text{kN/m}^2) = \frac{N_{60}}{0.08} \left( \frac{B + 0.3}{B} \right)^2 F_d \left( \frac{S_e}{25} \right)$$

donde

$N_{60}$  = resistencia a la penetración estándar

$B$  = ancho (m)

$F_d = 1 + 0.33(D_f/B) \leq 1.33$

$S_e$  = asentamiento (mm)

En general, las cimentaciones superficiales se diseñan para un asentamiento máximo de 25 mm y un asentamiento diferencial de aproximadamente 19 mm.

Sin embargo, el ancho de las losas de cimentación es mayor que el de las zapatas ensanchadas aisladas. Además la profundidad del incremento del esfuerzo significativo en el suelo debajo de una cimentación depende del ancho de ésta.

De aquí que para una losa de cimentación, la profundidad de la zona de influencia es probable que sea mucho mayor que la de una zapata ensanchada. Así pues, los depósitos de suelo suelto debajo de una losa pueden estar distribuidos más uniformemente, lo que resulta en un asentamiento diferencial menor.

Suponiendo de manera conservadora que  $F_d=1$ , se deduce la siguiente ecuación:

$$q_{\text{neta(perm)}} = q_{\text{neta}} (\text{kN/m}^2) \approx 25 N_{60}$$

La presión permisible neta aplicada sobre una cimentación se puede expresar como:

$$q = \frac{Q}{A} - \gamma D_f$$

donde

$Q$  = peso muerto de la estructura y la carga viva

$A$  = área de la losa

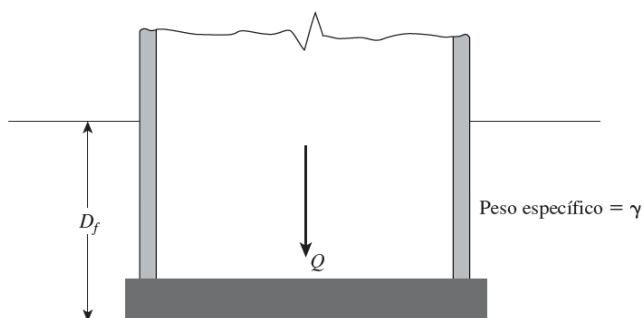


Figura 3. Definición de la presión neta sobre el suelo causada por una losa de cimentación. (Braja M. Das, 2011).

## ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN

American Concrete Institute Committee 336 sugirió un método para calcular el asentamiento diferencial de losas de cimentación. De acuerdo con este método, el factor de rigidez  $K_r$  se calcula con:

$$K_r = \frac{E' I_b}{E_s B^3}$$

Donde,  $E'$  es el módulo de elasticidad del material utilizado en la estructura,  $E_s$  es el módulo de elasticidad del suelo,  $B$  es el ancho de la cimentación e  $I_b$  es el momento de inercia de la estructura por longitud unitaria a ángulos rectos respecto a  $B$ .

## CIMENTACIÓN COMPENSADA

El incremento en la presión neta en el suelo debajo de una losa de cimentación se puede reducir incrementando la profundidad  $D_f$  de la losa. A este enfoque por lo general se le refiere como diseño de una cimentación compensada. En este diseño, se hace un sótano más profundo debajo de la parte de la superestructura, en forma tal que el incremento en la presión neta en el suelo a cualquier profundidad es relativamente uniforme.

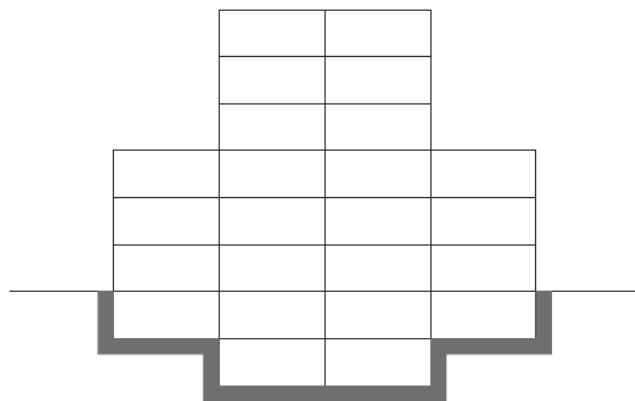


Figura 4. Cimentación compensada. (Braja M. Das, 2011).

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSAS DE CIMENTACIÓN

El diseño estructural de una losa de cimentación se efectúa mediante dos métodos convencionales: el método rígido convencional y el método flexible aproximado. También se pueden utilizar los métodos de la diferencia finita y del elemento finito, pero en esta sección sólo se analizan los conceptos básicos de los primeros dos métodos de diseño.

### Método rígido convencional

El método rígido convencional de diseño de losas de cimentación se puede explicar paso a paso con referencia a la figura 5.

**Paso 1.** En la figura 5a se muestra una losa de cimentación que mide  $L \times B$  y con cargas de columnas  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ . Calcule la carga total.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

**Paso 2.** Se determina la presión sobre el suelo,  $q$ , debajo de la losa en los puntos  $A, B, C, D, \dots$ , empleando la ecuación

$$q = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_y x}{I_y} \pm \frac{M_x y}{I_x}$$

Las excentricidades de carga,  $e_x$  y  $e_y$  en las direcciones  $x$  y  $y$  se pueden determinar utilizando las coordenadas  $(x', y')$ :

**Paso 3.** Se comparan los valores de las presiones en el suelo determinados en el paso 2 con la presión permisible neta en el suelo para determinar si  $q < q_{perm(neta)}$ .

**Paso 4.** Se divide la losa en varias franjas en las direcciones  $x$  y  $y$ . Sea el ancho de cualquier franja  $B_1$ .

**Paso 5.** Se trazan los diagramas de cortante,  $V$ , y momento,  $M$ , para cada franja individual (en las direcciones  $x$  y  $y$ ).

**Paso 6.** Se determina la profundidad efectiva  $d$  de la losa revisando el cortante por tensión diagonal cerca de varias columnas.

**Paso 7.** De los diagramas de todas las franjas en una dirección ( $x$  o  $y$ ), se obtienen los momentos máximos positivo y negativo por ancho unitario (es decir,  $M/5 \text{ MyB1}$ ).

**Paso 8.** Se determinan las áreas de acero por ancho unitario para el refuerzo positivo y negativo en las direcciones  $x$  y  $y$ .

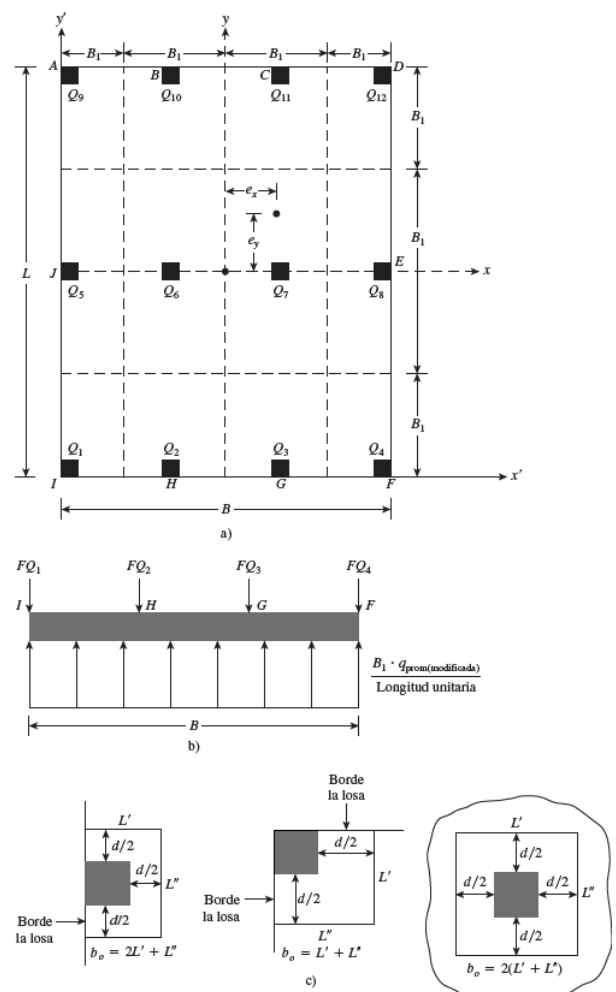


Figura 5. Diseño rígido convencional de una losa de cimentación. (Braja M. Das, 2011).