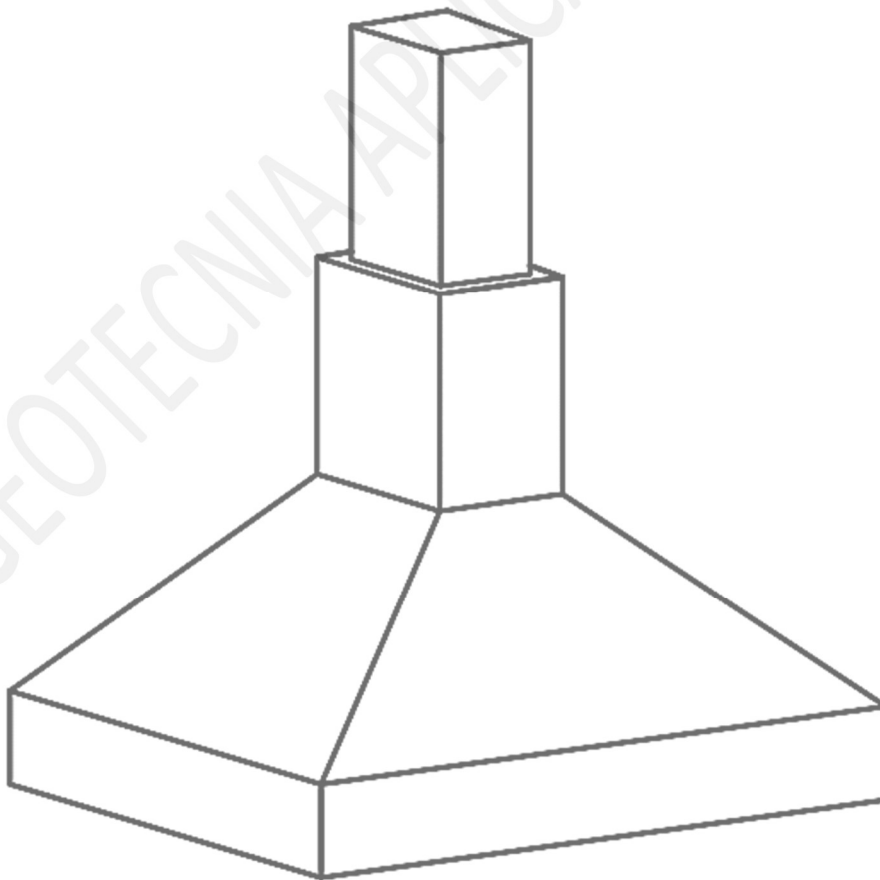
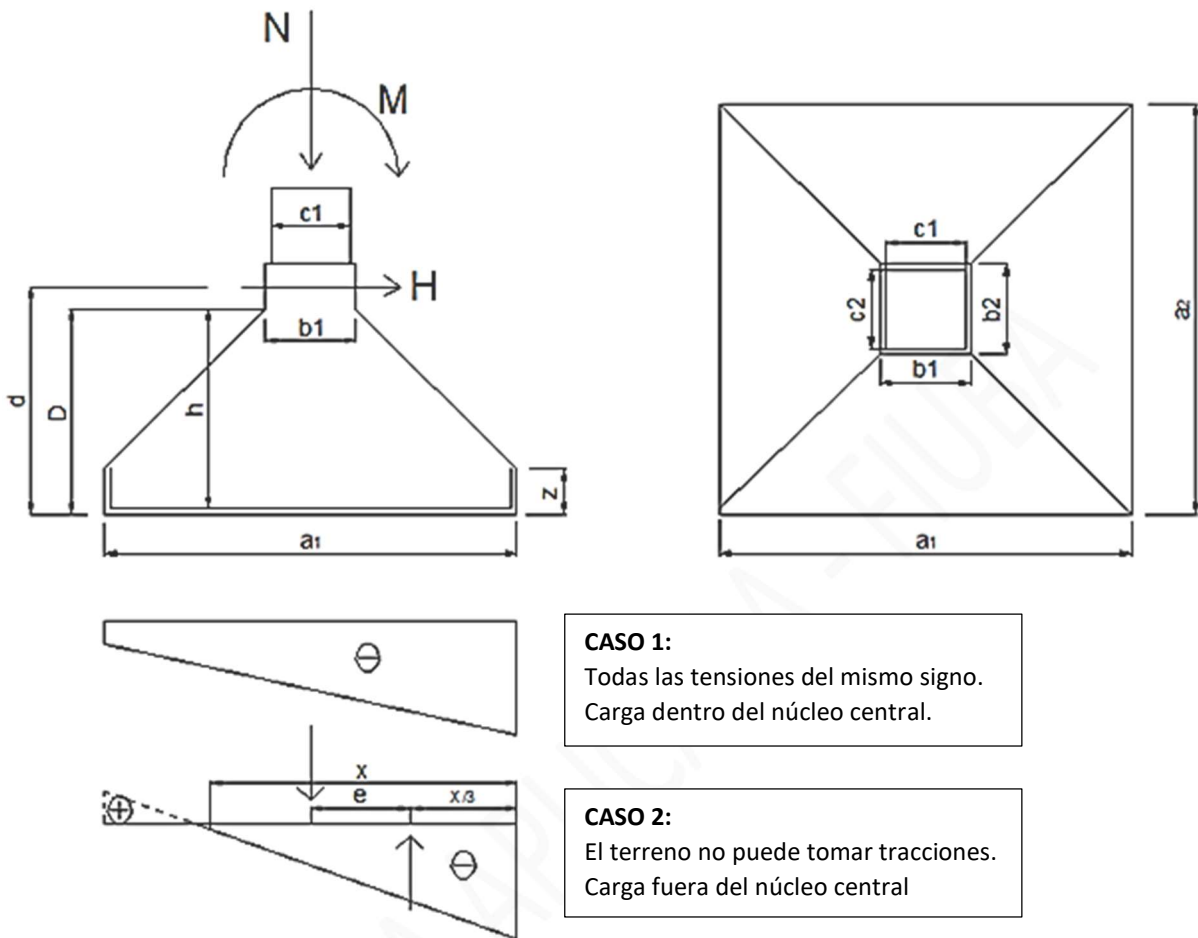


FUNDACIONES SUPERFICIALES

BASE CENTRADA CON MOMENTO



BASE CENTRADA CON MOMENTO



CASO 1:
Todas las tensiones del mismo signo.
Carga dentro del núcleo central.

CASO 2:
El terreno no puede tomar tracciones.
Carga fuera del núcleo central

1. GEOMETRÍA DE LA BASE

El **área de la base** podrá estimarse a partir de las cargas en servicio y de la tensión admisible del terreno mediante la siguiente expresión.

$$A_{nec} = \frac{\alpha \cdot N_t}{\sigma_{adm}}$$

El coeficiente α considera el peso del terreno por encima de la base y el peso propio de esta. Para este tipo de bases podrá estimarse como el 10% de la carga vertical. Es decir:

$$\alpha = 1,10$$

El momento aplicado sobre la columna produce una excentricidad “ e ” que puede ser calculada de la siguiente manera:

$$e = \frac{M_t + H \cdot d}{\alpha \cdot N_t}$$

Proponiendo uno de los lados de la base (a_1) podrá calcularse el otro (a_2). El procedimiento es el siguiente:

- Se determina la ubicación (x) donde las tensiones de contacto son nulas:

$$x = \begin{cases} \left[3 \cdot \left(\frac{a_1}{2} - e \right) \right] & \text{si } 3.e \leq a_1 < 6.e \\ [a_1] & \text{si } 6.e \leq a_1 \\ \text{"Recalcular"} & \text{si } a_1 < 3.e \end{cases}$$

- Se calcula a_2 :

$$a_2 = \begin{cases} \left[\frac{\alpha \cdot 2 \cdot N_t}{x \cdot \sigma_{adm}} \right] & \text{si } 3.e \leq a_1 < 6.e \\ \left[\frac{\alpha \cdot N_t}{\sigma_{adm} \cdot a_1} \cdot \left(1 + \frac{6.e}{a_1} \right) \right] & \text{si } 6.e \leq a_1 \end{cases}$$

Nota: Se recomienda adoptar dimensiones múltiplo de 5 cm por razones constructivas y además verificar que la relación de lados sea menor a 2.

Una vez determinados las dimensiones de la base, se procede a calcular las restantes dimensiones:

- Dimensiones del fuste: $b_1 = c_1 + r_b$; $b_2 = c_2 + r_b$
- Altura total de la base: $D = \max \left[\frac{a_1 - b_1}{3} ; \frac{a_2 - b_2}{3} \right]$
- Altura del zócalo: $z = \max \left[25 \text{ cm} ; \frac{D}{5} \right]$

Cabe destacar que la metodología aquí presentada tiene como premisa la distribución lineal de tensiones en el terreno. La expresión definida para la determinación de la altura de la base asegura una base suficientemente rígida y, por ende, una distribución aproximadamente lineal de presiones. Por otra parte, respetando la expresión anterior (Altura de base) se asegura la seguridad a la falla por punzonado.

Alturas de base menores podrán adoptarse siempre y cuando se verifique la distribución de presiones de contacto en el terreno y fallas en la fundación por corte (punzonado).

2. VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD GLOBAL

Para una base aislada con momento deberá verificarse la seguridad al volcamiento y deslizamiento de la siguiente forma:

- Volcamiento: $N_t \cdot a_1 / 2 \geq v_v \cdot N_t \cdot e$; ($v_v = 1.50$) $\rightarrow a_1 \geq 3 \cdot e$
- Deslizamiento: $\mu \cdot N_t \geq v_d \cdot H$; ($v_d = 1.50$)

3. DISEÑO DE REFUERZOS ESTRUCTURALES

El diseño de los refuerzos estructurales se efectuará mediante los estados límites últimos de cargas. Las cargas y combinaciones de carga respetarán en todo momento lo establecido por el reglamento CIRSOC 201-2005.

Las tensiones en las armaduras se determinarán mediante el método de líneas de rotura, cabe destacar que, debido al procedimiento constructivo, el peso propio de la base no genera tensiones en las armaduras y por ende no se deberá tener en cuenta para el diseño de los refuerzos estructurales.

- Cálculo de tensiones “últimas” en el terreno:

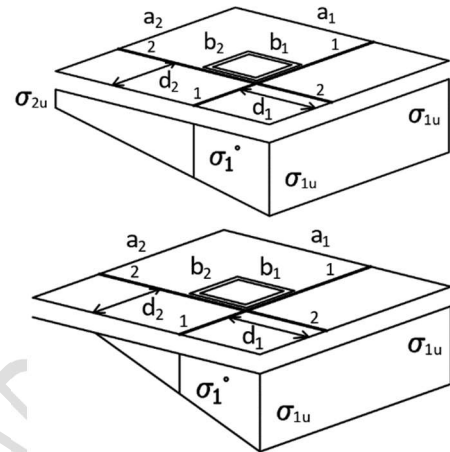
a) $6 \cdot e \leq a_1$

$$\sigma_{N_u} = \frac{N_u}{a_1 \cdot a_2} ; \quad \sigma_{M_u} = \frac{6 \cdot M_u}{a_1^2 \cdot a_2}$$

$$\sigma_{1u} = \sigma_{N_u} + \sigma_{M_u} ; \quad \sigma_{2u} = \sigma_{N_u} - \sigma_{M_u}$$

b) $3 \cdot e \leq a_1 < 6 \cdot e$

$$\sigma_{1u} = \frac{2 \cdot N_u}{x \cdot a_2}$$



- Determinación de las tensiones bajo la línea de rotura:

$$\sigma^o = \begin{cases} \sigma_{1u} - (\sigma_{1u} - \sigma_{2u}) \cdot \frac{d_1}{a_1} & \text{si } 6 \cdot e \leq a_1 \\ \sigma_{1u} \cdot \left(1 - \frac{d_1}{x}\right) & \text{si } 3 \cdot e \leq a_1 < 6 \cdot e \end{cases}$$

- Determinación de los momentos respecto de cada una de las líneas de rotura:

$$M_{LR1} = \frac{d_1^2 \cdot a_2}{6} \cdot (\sigma^o + 2 \cdot \sigma_{1u})$$

$$M_{LR} = \begin{cases} \frac{\sigma_{1u} + \sigma_{2u}}{4} \cdot a_1 \cdot d_2^2 & \text{si } 6 \cdot e \leq a_1 \\ \frac{\sigma_{1u}}{4} \cdot x \cdot d_2^2 & \text{si } 3 \cdot e \leq a_1 < 6 \cdot e \end{cases}$$

Una vez determinados los momentos en las líneas de rotura se dimensionará a flexión simple cada una de las secciones transversales determinando los refuerzos para cada dirección.

Expresión simplificada para el cálculo de los refuerzos estructurales en elementos flexionados:

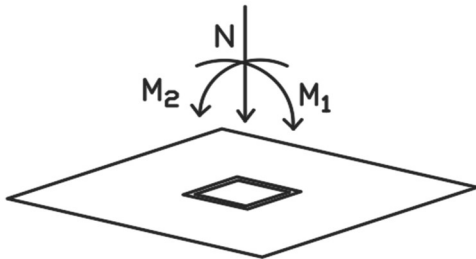
$$A_s = \frac{1,20 \cdot M}{0,80 \cdot h \cdot \emptyset \cdot f_y}$$

Es importante mencionar que, si $3 \cdot e \leq a_1 < 6 \cdot e$, deberá colocarse armadura superior.

Respecto del fuste, este deberá diseñarse a flexión compuesta con las solicitaciones ultimas de diseño.

4. CASOS PARTICULARES

BASE CENTRADA CON MOMENTOS EN DOS DIRECCIONES ORTOGONALES



Cuando se tienen bases aisladas centradas con momentos en dos direcciones ortogonales, los cálculos mostrados anteriormente son **válidos únicamente si el centro de presiones se encuentra dentro del núcleo central de la base**. En ese caso, es posible aplicar la **superposición de efectos** de la manera en que se muestra a continuación.

Efecto 1: Componente vertical (N)

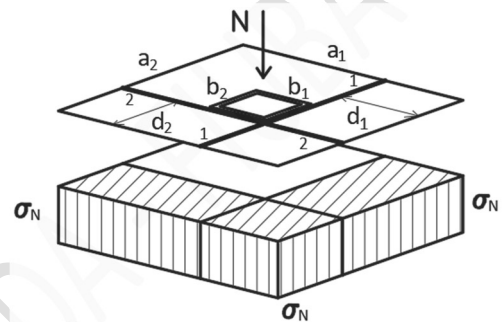
En este caso se tiene en cuenta el peso propio de la base y del suelo sobre ésta y se calculan las tensiones en el suelo de la siguiente manera:

$$\sigma_N = \frac{\alpha \cdot N_t}{a_1 \cdot a_2}$$

Se calculan los momentos respecto a las líneas de rotura 1-1 y 2-2 respectivamente:

$$M_{LR_1}(N) = \frac{\sigma_N \cdot d_1^2}{2} \cdot a_2$$

$$M_{LR_2}(N) = \frac{\sigma_N \cdot d_2^2}{2} \cdot a_1$$



Efecto 2: Momento en dirección 1 (M1)

Se calculan las tensiones en el terreno:

$$\sigma_{11} = \frac{6 \cdot M_1}{a_1^2 \cdot a_2}$$

$$\sigma_{12} = - \frac{6 \cdot M_1}{a_1^2 \cdot a_2}$$

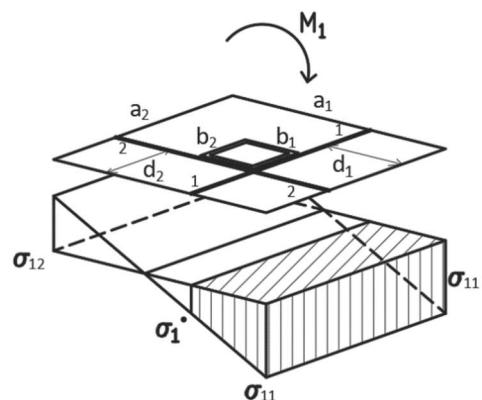
La tensión en el terreno en la línea de rotura 1-1 será:

$$\sigma_1^\circ = \sigma_{11} \cdot \left(1 - \frac{d_1}{\frac{a_1}{2}} \right)$$

Se calculan los momentos respecto a las líneas de rotura 1-1 y 2-2 respectivamente:

$$M_{LR_1}(M_1) = \frac{d_1^2 \cdot a_2}{6} \cdot (\sigma_1^\circ + 2 \sigma_{11})$$

$$M_{LR_2}(M_1) = 0$$



Efecto 3: Momento en dirección 2 (M_2)

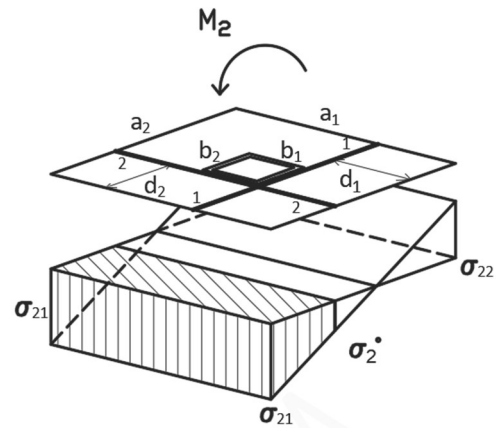
Se calculan las tensiones en el terreno:

$$\sigma_{21} = \frac{6 \cdot M_2}{a_1 \cdot a_2^2}$$

$$\sigma_{22} = - \frac{6 \cdot M_2}{a_1 \cdot a_2^2}$$

La tensión en el terreno en la línea de rotura 1-1 será:

$$\sigma_{2^{\circ}} = \sigma_{21} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{\frac{a_2}{2}} \right)$$



Se calculan los momentos respecto a las líneas de rotura 1-1 y 2-2 respectivamente:

$$M_{LR_1}(M_2) = 0$$

$$M_{LR_2}(M_2) = \frac{d_2^2 \cdot a_1}{6} \cdot (\sigma_{2^{\circ}} + 2 \sigma_{21})$$

Finalmente, la tensión máxima en el terreno será $\sigma_1 = \sigma_N + \sigma_{11} + \sigma_{21}$.

Cabe destacar que, si el centro de presiones se encuentra dentro del núcleo central, el diseño de las armaduras también podrá calcularse por superposición de efectos.

BASE CENTRADA CON MOMENTO IMPORTANTE Y BAJA CARGA VERTICAL

Puede ser que existan casos en los cuales el momento total “M” sea importante en relación a la carga vertical y la simplificación de asumir el peso de la base y el terreno como un 10% de la carga normal proveniente de la columna ($\alpha \cdot N_t$) devuelva valores poco lógicos o incoherentes. En esos casos deberá calcularse realmente el peso por encima de la base y adicionarlo a la carga normal proveniente de la columna.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento CIRSOC 201-2005
- Cálculo de estructuras de cimentación - J. Calavera
- Principio de Ingeniería de Cimentaciones – Braja M. Das
- Curso aplicado de Cimentaciones – J. Ortiz, J. Gesta, C. Mazo
- Geotecnia y Cimientos – Jimenez Salas
- Foundation Analysis and Design – Bowles