

4.3 Presión admisible y de hundimiento

4.3.1 Generalidades

4.3.1.1 Definiciones

- 1 En este DB se emplean los siguientes términos en cuanto a la identificación de las presiones en relación con los principios clásicos de la mecánica del suelo: (véase Figura 4.11):

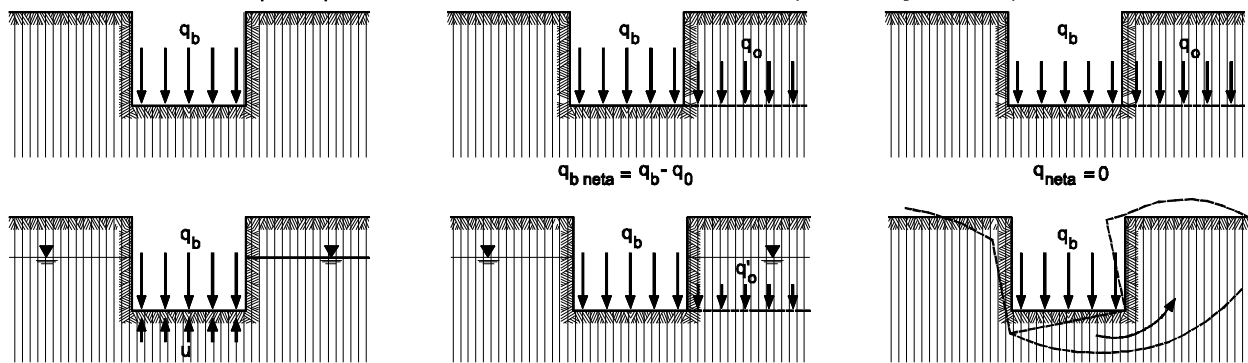


Figura 4.11. Definiciones de presiones

- presión total bruta (q_b): Es la presión vertical total que actúa en la base del cimiento, definida como el cociente entre la carga total actuante, incluyendo el peso del cimiento y aquello que pueda gravitar sobre él, y el área equivalente del cimiento (véase 4.3.1.3);
- presión efectiva bruta (q'_b): Es la diferencia entre la presión total bruta y la presión intersticial de equilibrio, (u), al nivel de la base del cimiento;
- presión total neta (q_{neta}): Es la diferencia entre la presión total bruta (q_b) y la presión vertical total existente en el terreno (q_0) al nivel de la base del cimiento (sobrecarga que estabiliza lateralmente el cimiento). La presión total neta (q_{neta}) es por tanto, el incremento de presión vertical total a que se ve sometido el terreno por debajo del cimiento debido a las cargas de la cimentación;
- presión efectiva neta (q'_{neta}): Es la diferencia entre la presión efectiva bruta (q'_b) y la presión efectiva vertical (q'_0) al nivel de la base del cimiento, debida a la sobrecarga. La presión total neta es igual a la efectiva neta ($q_{neta}=q'_{neta}$);
- presión vertical de hundimiento (q_h, q'_h): Es la resistencia característica del terreno R_k , definida tal como se indica en el apartado 2.4.2.6, para el estado límite último de hundimiento. Puede expresarse en términos de presiones totales o efectivas, brutas o netas;
- presión vertical admisible (q_{adm}, q'_{adm}). Es el valor de cálculo de la resistencia del terreno (R_d). Puede expresarse en términos de presiones totales o efectivas, brutas o netas.
- presión vertical admisible de servicio (q_s, q'_s): Es la presión vertical admisible de una cimentación teniendo en cuenta no sólo la seguridad frente al hundimiento, sino también su tolerancia a los asientos; por tanto igual o menor que la presión vertical admisible. Puede expresarse en términos de presiones totales o efectivas, brutas o netas.

4.3.1.2 Métodos para la comprobación del estado límite último de hundimiento

- En cimentaciones sobre todo tipo de suelos la presión admisible o valor de cálculo de la resistencia del terreno R_d se podrá determinar mediante la expresión (4.1) utilizando los métodos analíticos del apartado 4.3.2 para la determinación de la presión de hundimiento y los valores γ_R de la tabla 2.1.
- En el caso de cimentaciones sobre suelos con menos del 35% de finos, se podrá aplicar el método basado en ensayos de penetración contenidos del apartado 4.3.3, con las limitaciones en él indicadas, para obtener directamente la presión admisible de servicio, considerándose verificado de esta forma el estado límite último de hundimiento. En suelos cuyo contenido en gruesos de más de 20 mm supere el 30% en peso, en función del resultado del ensayo, puede en su caso, ser conveniente la comprobación de la fiabilidad de los valores deducidos de los ensayos SPT mediante ensayos tipo cross-hole o down-hole

- 3 En el caso de cimentaciones en roca se podrá aplicar el contenido del apartado 4.3.4 para obtener directamente la carga admisible, considerándose comprobado de esta forma el estado límite último de hundimiento.

4.3.1.3 Área equivalente de un cimiento

- 1 El área equivalente de un cimiento es la máxima sección cobaricéntrica con la componente vertical de la resultante de la sollicitación en la base del cimiento.
- 2 Cuando para cualquier situación de dimensionado exista excentricidad de la resultante de las acciones respecto al centro geométrico del cimiento, se deben realizar las comprobaciones pertinentes de los estados últimos de hundimiento, adoptando un cimiento equivalente de las siguientes dimensiones (véase Figura 4.12):

a) ancho equivalente, $B^* = B - 2 \cdot e_B$ (4.2)

b) largo equivalente, $L^* = L - 2 \cdot e_L$ (4.3)

siendo

e_B y e_L las excentricidades según las dos direcciones ortogonales de la zapata, supuesta de sección rectangular en planta (véase Figura 4.12).

- 3 Los cimientos no rectangulares podrán asimilarse a otros similares conservando la misma superficie y el mismo momento de inercia respecto al eje del momento resultante.
- 4 Calculadas esas dimensiones equivalentes se obtendrá el valor de la presión total bruta media, definida por:

$$q_b = \frac{V}{B^* \cdot L^*} \quad (4.4)$$

siendo

V la componente vertical de la resultante de las acciones en la base del cimiento, incluyendo el peso de éste y de aquello que gravite libremente sobre él.

- 5 En zapatas rectangulares se podrá tomar como sección equivalente la sección real si la excentricidad de la resultante es menor de 1/20 del lado respectivo.
- 6 Cuando la cimentación incluya elementos estructurales destinados a centrar la resultante de las acciones sobre aquella (vigas centradoras, tirantes, contribución de forjados, etc.), el área equivalente de la cimentación podrá ser la definida por sus dimensiones reales en planta.

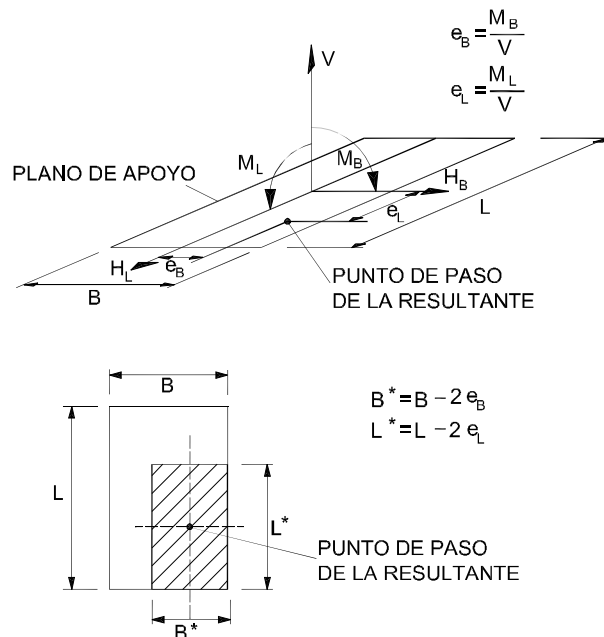


Figura 4.12. Definición de zapata equivalente para la comprobación de estados límite últimos.

- 7 También habrá de determinarse, para cada situación de dimensionado, el ángulo “ δ ” que mide la desviación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical, así como sus componentes según dos direcciones ortogonales:

$$\tan \delta = \frac{H}{V} \quad (4.5)$$

$$\tan \delta_B = \frac{H_B}{V} \quad (4.6)$$

$$\tan \delta_L = \frac{H_L}{V} \quad (4.7)$$

siendo

H la componente horizontal de la resultante de las acciones

H_B, H_L las componentes de H en dos direcciones ortogonales (habitualmente paralelas a los ejes o direcciones principales de la cimentación)

- 8 Normalmente, el plano de cimentación será horizontal. Si ese plano tuviese una ligera inclinación, el concepto vertical y horizontal podrán cambiarse por normal y tangencial al plano de cimentación y seguir aplicando las reglas indicadas. Las inclinaciones superiores al 3(H): 1(V) requerirán técnicas de análisis específicas que exceden el alcance de este DB.

4.3.2 Determinación de la presión de hundimiento mediante métodos analíticos.

4.3.2.1 Expresión analítica básica

- 1 La presión de hundimiento de una cimentación directa vendrá definida por la ecuación (4.8). Podrá expresarse en presiones totales o efectivas, brutas o netas.

$$q_h = c_K N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_K N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma \quad (4.8)$$

siendo

q_h la presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno R_k;

q_{0K} la presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base;

c_K el valor característico de la cohesión del terreno;

B* el ancho equivalente del cimiento;

γ_K el peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento;

N_c, N_q, N_γ los factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno característico del terreno (φ_k). Se denominan respectivamente factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico;

d_c, d_q, d_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad;

s_c, s_q, s_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento;

i_c, i_q, i_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical;

t_c, t_q, t_γ los coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

- 2 Los parámetros característicos de la resistencia al corte del terreno (c_k, φ_k) deben ser representativos, para cada situación de dimensionado, de la resistencia del terreno en una profundidad comprendida, al menos, entre vez y vez y media el ancho real de la cimentación (B), a contar desde la base de ésta.
- 3 La expresión (4.8) se podrá ampliar con factores de influencia adicionales para tener en cuenta la existencia de una capa rígida a escasa profundidad bajo la cimentación, la inclinación de la base de la zapata, etc. Los factores a emplear en estos casos deben encontrarse suficientemente justificados y documentados, y se ajustarán a los criterios comúnmente aceptados en Mecánica del Suelo.
- 4 El desarrollo de los coeficientes correctores de influencia figura en el Anejo F
- 5 A efectos prácticos, si el terreno es uniforme (de peso específico aparente aproximado γ' = 18 kN/m³) y si la cimentación se encuentra por encima del nivel freático, sobre terreno horizontal, se