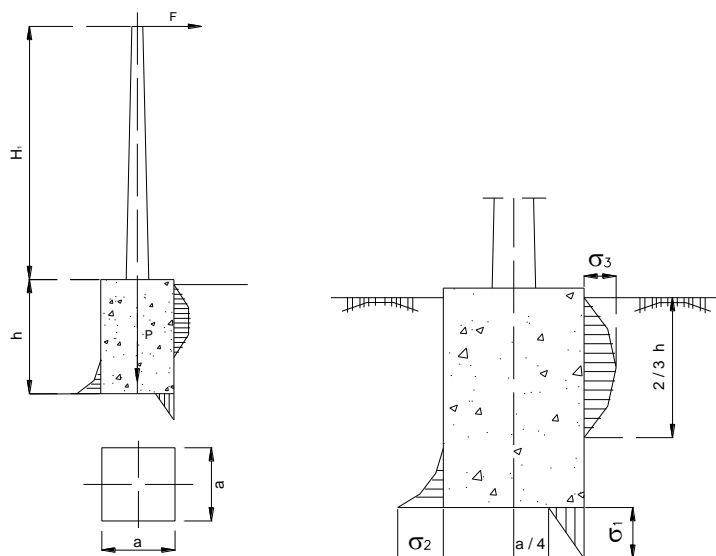


ANEXO B5 TEORÍA DE CÁLCULO DE CIMENTACIONES

B5 TEORÍA DE CÁLCULO DE CIMENTACIONES

B5.1 MÉTODO DE SULZBERGER

Figura 1. Cimentación



El momento estabilizador se calcula de la siguiente manera:

- Cimentaciones directamente empotradas ó monobloque cilíndricas

$$M_e = \frac{a \cdot h^3}{52,8} \cdot C_h \cdot \tan(\alpha) + c \cdot a \cdot P$$

siendo:

- M_e : Momento estabilizador total (daN.m).
- a : Diámetro de la cimentación (m).
- h : Profundidad de la cimentación (m).
- C_h : Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales a h metros de profundidad (daN/m³).
- α : Ángulo de rotación admisible (°).
- c : coeficiente en función de la tangente de α . En los cálculos realizados en este proyecto, es decir, para $\tan(\alpha) = 0,01$ el coeficiente c tendrá el valor 0,375.
- P : Esfuerzo vertical resultante en la que se incluye peso propio del poste, peso propio del macizo de hormigón y cargas verticales por conductores y retenidas (daN).

Las presiones transmitidas por la cimentación al terreno (expresadas en daN/cm²) vendrán dadas por las siguientes expresiones:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_k \cdot P \cdot \tan(\alpha)}{a}}$$

$$\sigma_3 = \frac{\tan(\alpha) \cdot C_h \cdot h}{3}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_3}{3}$$

B5.2 CÁLCULO DEL SOLADO BASE

Se debe cumplir que:

$$\sigma_{adm} \geq \frac{P}{A_s}$$

siendo:

σ_{adm} : Capacidad portante del terreno (daN/cm²)
P: Peso total en la base del poste (daN).
A_s: Área del solado base (cm²).

B5.3 CÁLCULO DE CIMENTACIONES EN TERRENOS FLOJOS

Para el cálculo de cimentaciones en terrenos flojos con napa de agua, debe seguirse el siguiente procedimiento:

a) Calcular el Momento de vuelco (M_v):

Si se cumple que

$$\frac{6 \cdot \mu \cdot P}{a \cdot h^2 \cdot C_h} > 0,01$$

entonces

$$M_v = F \cdot (H_l + h)$$

de lo contrario

$$M_v = F \cdot \left(H_l + \frac{2}{3} \cdot h \right)$$

- b) Calcular el Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (M_{eh}):

Si se cumple que

$$\frac{6 \cdot \mu \cdot P}{a \cdot h^2 \cdot C_h} > 0,01$$

Entonces

$$M_{eh} = \frac{a \cdot h^3}{12} \cdot C_h \cdot \tan(\alpha)$$

en caso contrario

$$M_{eh} = \frac{a \cdot h^3}{36} \cdot C_h \cdot \tan(\alpha)$$

- c) Calcular el Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (M_{ev}):

Si se cumple que

$$\frac{2 \cdot P}{a^3 \cdot C_k} > 0,01$$

entonces

$$M_{ev} = \frac{a^4}{12} \cdot C_k \cdot \tan(\alpha)$$

de lo contrario

$$M_{ev} = P \cdot \left(\frac{a}{2} - \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{a \cdot C_k \cdot \tan(\alpha)}} \right)$$

d) Calcular el Coeficiente de seguridad al vuelco (C_s):

$$C_s = \frac{M_e}{M_v} = \frac{M_{eh} + M_{ev}}{M_v}$$

En las expresiones anteriores:

- F: Fuerza horizontal (daN)
 H_i : Altura sobre el terreno del punto de aplicación de F (m)
a: Diámetro del macizo en la dirección transversal de F (m).
h: Profundidad del macizo (m).
 C_h : Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a h metros de profundidad (daN/m³).
 C_k : Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo del macizo a k metros de profundidad (daN/m³).
 α : Ángulo de rotación admisible (°).
P: Esfuerzo vertical resultante en el que se incluye peso propio del poste, peso propio del macizo de hormigón, cargas verticales por conductores y retenidas (daN).
 μ : Coeficiente de fricción entre el terreno y el hormigón

B5.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS

Cuando no se disponga información sobre las características reales del terreno se utilizarán los valores de la tabla 1

Tabla 1

Características de los terrenos					
Terreno	σ_{adm} (daN/cm ²)	$C_h=2 - C_k=2$ (daN/cm ³)	β (°)	μ (°)	γ (daN/cm ³)
Arcilla dura	4	10 – 10	10°-12°	0,4 – 0,5	1400
Arcilla semidura	2	6 – 8	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Arcilla blanda	1	4 – 5	3°-5°	0,05 – 0,1	1400
Tierra vegetal (compactado)	2,5	8 – 12	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Gravera arenosa (compactado)	4 ÷ 8	8 – 20	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Arenoso grueso (compactado)	2 ÷ 4	8 – 20	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Arenoso fino (compactado)	1,5 ÷ 3	8 – 20	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Gravera arenosa (sin compactar)	3 ÷ 5	8 – 12	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Arenoso grueso (sin compactar)	2 ÷ 3	8 – 12	6°-8°	0,4 – 0,5	1400
Arenoso fino (sin compactar)	1 ÷ 1,5	8 – 12	6°-8°	0,4 – 0,5	1400

Los coeficientes de compresibilidad (C_h y C_k) se dan a 2 metros de profundidad. Para éstos últimos, se admite una cierta linealidad con la profundidad, siguiendo la siguiente expresión:

$$C_{h=x}(C_{k=x}) = \frac{C_{h=2}(C_{k=2}) \cdot x}{2}$$

siendo:

- $C_{h=x}$: Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a x metros de profundidad (daN/m³).
- $C_{k=x}$: Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo del macizo a x metros de profundidad (daN/m³).
- $C_{h=2}$: Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a 2 metros de profundidad (daN/m³).
- $C_{k=2}$: Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo del macizo a 2 metros de profundidad (daN/m³).
- x: Profundidad de la cimentación ó del macizo (m).