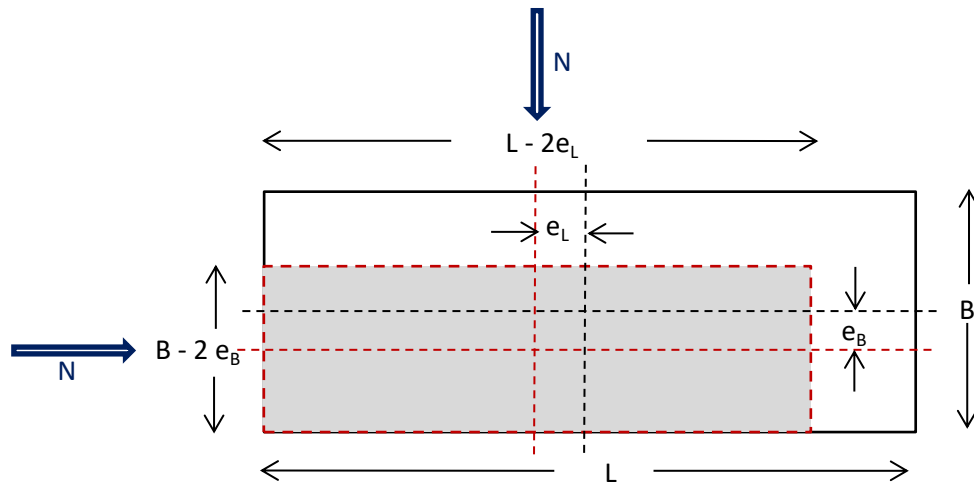


CALCOLO CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2018)

La fondazione è la parte di una struttura che serve a trasmettere il carico dell'opera al terreno sottostante attraverso la superficie di contatto (piano di posa). In accordo con la teoria di Terzaghi, una fondazione si definisce di tipo superficiale se $D/B < 4$, essendo D la profondità del piano di posa rispetto al piano di campagna e B la dimensione minima in pianta della fondazione.



| | | | |
|--|-----------------|-------------|--------------------|
| Carichi permanenti | $G_{k1} =$ | 250 | KN |
| Carichi permanenti non strutturali | $G_{k2} =$ | 0 | KN |
| Sovraccarichi | $Q_k =$ | 70 | KN |
| Risultante dei carichi verticali | $N =$ | 320 | KN |
| Inclinazione della risultante N rispetto alla verticale | $\theta =$ | 15 | ° |
| Componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa | $H =$ | 82,82 | KN |
| Componente verticale dei carichi agente sul piano di posa | $V =$ | 309,10 | KN |
| Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato B | $e_B =$ | 0,20 | m |
| Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato L | $e_L =$ | 0,40 | m |
| Larghezza della fondazione all'appoggio sul terreno | $B =$ | 2,00 | m |
| Lunghezza della fondazione | $L =$ | 5,00 | m |
| Profondità del piano di posa della fondazione | $D =$ | 1,50 | m |
| Larghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico | $B' =$ | 1,60 | m |
| Lunghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico | $L' =$ | 4,20 | m |
| Coesione del terreno al di sotto del piano di posa | $c =$ | 4,00 | KN/m ² |
| Adesione lungo la base della fondazione ($c_a < c$) | $c_a =$ | 1,00 | KN/m ² |
| Angolo di attrito del terreno al di sotto del piano di posa | $\phi =$ | 24 | ° |
| Pressione geostatica sul piano di posa della fondazione | $q =$ | 27 | KN/m ² |
| Peso unità di volume del terreno al di sotto del piano di posa | $\gamma_t =$ | 18,00 | KN/m ³ |
| Angolo di inclinazione del piano di campagna | $\omega =$ | 15 | ° |
| Angolo di inclinazione del piano di posa | $\varepsilon =$ | 0 | ° |
| Parametri sismici | | | |
| Stato limite considerato | | SLV | |
| Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento | $a_g =$ | 0,182 | m/sec ² |
| Fattore di amplificazione spettrale max sul sito di riferimento | $F_o =$ | 2,344 | |
| Categoria di sottosuolo | B | $\beta_s =$ | 0,24 |
| Coefficiente di amplificazione stratigrafica | | $S_s =$ | 1,20 |
| Categoria topografica | T1 | $S_T =$ | 1,0 |

Il carico limite unitario del terreno di fondazione, calcolato con la formula di Brinch - Hansen, è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_t \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma l}$$

Fattori di capacità portante N_c , N_q e N_γ

| per $c > 0$ e $\phi = 0$ | |
|--|-------|
| $N_c = 2 + \pi$ | N.R. |
| $N_q = 1$ | N.R. |
| $N_\gamma = 0$ se $\phi=0$ | N.R. |
| $N_\gamma = -2 \text{ sen } \omega$ se $\phi \neq 0$ | -0,52 |

| per $\phi > 0$ | | A1+M1+R3 |
|---|--|----------|
| $N_c = (N_q - 1) \text{ ctg } \phi$ | | 19,31 |
| $N_q = K_p \cdot e^{\pi \text{tg} \phi}$ | | 9,60 |
| $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$ | | 9,44 |

Fattori di forma s_c , s_q , e s_γ ($B/L \leq 1$)

| per $c > 0$ e $\phi = 0$ | |
|-------------------------------------|------|
| $s_c = 1 + [B'/(2 + \pi) \cdot L']$ | N.R. |
| $s_q = 1$ | N.R. |
| $s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$ | N.R. |

| per $\phi > 0$ | | A1+M1+R3 |
|---|--|----------|
| $s_c = 1 + (N_q \cdot B') / (N_c \cdot L')$ | | 1,19 |
| $s_q = 1 + (B'/L' \cdot \text{tg} \phi)$ | | 1,17 |
| $s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$ | | 0,85 |

Fattori di profondità d_c , d_q , e d_γ

Si definisce il seguente parametro:

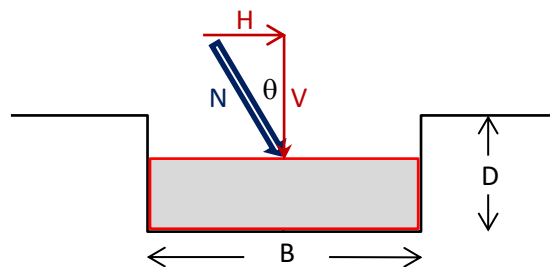
$$K = D/B' = 0,94 \text{ se } D/B' \leq 1$$

$$K = \text{arctg } D/B' = \text{N.R. se } D/B' > 1$$

| per $c > 0$ e $\phi = 0$ | |
|--------------------------|-------|
| $d_c = 1 + 0,4 K$ | FALSO |
| $d_q = 1$ | FALSO |
| $d_\gamma = 1$ | FALSO |

| per $\phi > 0$ | | A1+M1+R3 |
|--|--|----------|
| $d_c = d_q - [(1 - d_q) / (N_c \text{tg} \phi)]$ | | 1,33 |
| $d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot K$ | | 1,29 |
| $d_\gamma = 1$ | | 1,00 |

Fattori di inclinazione del carico i_c , i_q , e i_γ



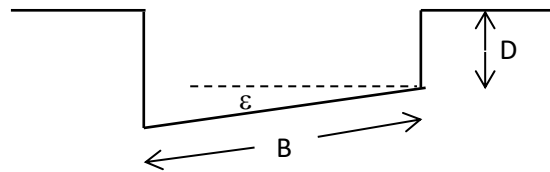
Si definisce il seguente parametro:

$$m = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')] = 1,72$$

| per $c > 0$ e $\phi = 0$ | |
|---|------|
| $i_c = 1 - [(m \cdot H) / (B' \cdot L' \cdot c_a \cdot N_c)]$ | N.R. |
| $i_q = 1$ | N.R. |
| $i_\gamma = 1$ | N.R. |

| per $\phi > 0$ | | A1+M1+R3 |
|--|--|----------|
| $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c \text{tg} \phi)]$ | | 0,55 |
| $i_q = [1 - (H / (V + B' \cdot L' \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi))]^m$ | | 0,60 |
| $i_\gamma = [1 - (H / (V + B' \cdot L' \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi))]^{m+1}$ | | 0,45 |

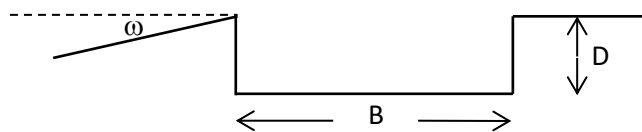
Fattori di inclinazione del piano di posa g_c , g_q , e g_γ ($\varepsilon < 45^\circ$)



| per $c > 0$ e $\phi = 0$ | |
|---|------|
| $g_c = 1 - [(2 \cdot \varepsilon)/(2 + \pi)]$ | N.R. |
| $g_q = 1$ | N.R. |
| $g_\gamma = 1$ | N.R. |

| per $\phi > 0$ | A1+M1+R3 |
|---|----------|
| $g_c = g_q \cdot [(1 - g_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$ | 1,00 |
| $g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$ | 1,00 |
| $g_\gamma = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$ | 1,00 |

Fattori di inclinazione del piano di campagna b_c , b_q , e b_γ ($\omega < \phi$; $\omega < 45^\circ$)



| per $c > 0$ e $\phi = 0$ | |
|--|------|
| $b_c = 1 - [(2 \cdot \omega)/(2 + \pi)]$ | N.R. |
| $b_q = 1$ | N.R. |
| $b_\gamma = 1$ | N.R. |

| per $\phi > 0$ | A1+M1+R3 |
|---|----------|
| $b_c = b_q \cdot [(1 - b_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$ | 0,46 |
| $b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$ | 0,52 |
| $b_\gamma = b_q / \cos \omega$ | 0,54 |

Fattori di correzione sismica inerziale z_c , z_q , e z_γ (Paolucci - Pecker)

| | |
|--|------|
| $z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$ | 0,99 |
| $z_q = (1 - K_{hi} / \tan \phi)^{0,35}$ | 0,97 |
| $z_\gamma = (1 - K_{hi} / \tan \phi)^{0,35}$ | 0,97 |

| | |
|--------------------------|-------|
| $k_{hi} = 0,2 \cdot a_g$ | 0,036 |
|--------------------------|-------|

Fattori di correzione dell'effetto cinematico e_{vi} , e_{yk} (Maugeri - Cascone)

| | |
|--|------|
| $e_{yk} = (1 - K_{hk} / \tan \phi)^{0,45}$ | 0,94 |
| $e_{vi} = (1 - 0,7 K_{hi})^5$ | 0,88 |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| $k_{hk} = \beta_s \cdot a_{max} / g$ | 0,053 |
| $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$ | 0,218 |

VERIFICHE DI SICUREZZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Approccio 2 - Combinazione (A1 + M1 + R3)

Sono incrementate le azioni permanenti, incrementate le azioni variabili (A), invariati i parametri geotecnici (M) e ridotta la resistenza (R), secondo i coefficienti di seguito riportati:

| Carichi | (A1) |
|------------|------|
| Perman. | 1,30 |
| Perm. n.s. | 1,50 |
| Sovracc. | 1,50 |

| Par. geo. | (M1) |
|-------------|------|
| $\tan \phi$ | 1,00 |
| c | 1,00 |
| γ_t | 1,00 |

| Resist. | (R3) |
|------------|------|
| Cap. port. | 2,30 |
| Scorr. | 1,10 |

VERIFICA AL CARICO LIMITE**CONDIZIONI SISMICHE**

Carico limite

$$q_{lim} = 171,59 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza del sistema geotecnico $R = q_{lim} \times B' \times L'$

$$R = 1153,08 \text{ KN}$$

Resistenza di progetto del sistema geotecnico $R_d = R/\gamma_r$

$$R_d = 501,34 \text{ KN}$$

Valore di progetto dell'azione $E_d = G_{k1} + 1,3 G_{k2} + 1,3 Q_k$

$$E_d = 430 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$

$$430 < 501,34$$

verifica soddisfatta

$$R_d / E_d = 1,17$$

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSARes. di prog. sistema geotecnico $R_d = 1/\gamma_r \cdot [(c \cdot B' \cdot L')/\gamma_c + (N_d \cdot \tan \phi / \gamma_\phi)]$

$$R_d = 149,54 \text{ KN}$$

Valore di progetto dell'azione $E_d = H$

$$E_d = 82,82 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$

$$82,82 < 149,54$$

verifica soddisfatta