



È vietata la riproduzione di questo documento senza la preventiva autorizzazione di MM Spa



COMUNE DI MILANO

MERCATO AGROALIMENTARE DELLA CITTÀ DI MILANO

PIATTAFORMA LOGISTICA ORTOFRUTTA

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

FASCICOLO DEI CALCOLI DELLE FONDAZIONI

IL DIRETTORE TECNICO		IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE		IL PROGETTISTA RESPONSABILE		
DOTT. ING. Francesco Vanzo Ordine degli Ingegneri Milano n° 14647		DOTT. ING. Andrea Pasquale Costa Ordine degli Ingegneri Milano n° A22465		DOTT. ING. ANTONELLA ANTONELLI Ordine degli Ingegneri Milano n° A29226		
						
6	SET 2019	PROGETTO VALIDATO		A. ARIENTI	F. CAMPANALE M. MANGIONE	A. COSTA
3	LUG 2019	PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO				A. COSTA
0	28/05/2019	EMISSIONE		A. ARIENTI	F. CAMPANALE M. MANGIONE	A. COSTA
Aggiorn.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Acquisito	Approvato

COLLABORAZIONE
ALLA PROGETTAZIONE:

CODIFICA
DOCUMENTO

Commessa

YB00

Lotto

1

Fase

D

Categoria

R

Opera

RE

Progressivo

0102



INDICE DEI CONTENUTI

1. INTRODUZIONE	3
2. TABULATI DI CALCOLO	4



1. INTRODUZIONE

Il presente fascicolo dei calcoli riporta estratto dei tabulati delle verifiche relative alle fondazioni della PLO. La quota di fondo scavo per l'imposta delle fondazioni a plinto è a quota +107.60 m (-2.50 da quota p.c.). I plinti a bicchiere sono di 5 tipologie diverse in funzione della dimensione dei pilastri di elevazione e della loro posizione rispetto agli allineamenti strutturali. Sono tutti a base quadrata ad eccezione dei plinti (tipo C e D), posti in corrispondenza del giunto strutturale (filo X/11) che sono a base rettangolare. Le dimensioni geometriche sono riportate nella tabella che segue:

TIPO	B = largh.	L = lungh.	D = h base	H = h bicchiere	PILASTRI
	cm	cm	cm	cm	cm x cm
A	400	400	70	120	70 X 70
B	450	450	70	120	80 X 80
C	700	400	70	120	2 P 70 X 70
D	700	400	70	120	2P 80 X 80
E	240	240	70	120	60 X 60



2. TABULATI DI CALCOLO

CALCOLO DEL COEFF. SISMICO INERZ. K_{hi} DA ACC. SISMICA DI PROGETTO DELLA SOVRASTR.

Procedere al calcolo ?

si

a_g/g = (accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido) / g =

0.058

(relativo a SLV)

F_o = fattore dell'amplif. spettrale massima, su sito di riferimento rigido (se $F_o < 2,2$ occorre adottare 2,2) =

2.661

(relativo a SLV)

T^*_c = periodo di inizio del tratto costante dello spettro orizz. delle accelerazioni = sec

0.290

(relativo a SLV)

Cat. di sottosuolo in progetto =

C

S_S = A: 1.000 B: 1.200 C: 1.500 D: 1.800 E: 1.600

S_S = effetto amplificazione stratigrafica sul sottosuolo in progetto:

1.500

Categoria topografica in progetto =

T1

S_T = effetto dell'amplificazione topografica (1,0 se T1; 1,2 se T2; 1,2 se T3; 1,4 se T4) =

1.000

$S = S_S S_T$ =

1.500

smorzamento viscoso ξ = %

5.000

q (valore del fattore di struttura nella direzione considerata) =

1.000

$1/q$ =

1.000

C_C : A: 1.000 B: 1.409 C: 1.580 D: 2.321 E: 1.887

C_C sul sottosuolo in progetto =

1.580

$T_C = C_C T^*_c$ = sec

0.458

$T_B = T_C/3$ = sec

0.153

$T_D = 4 a_g/g + 1,6$ = sec

1.832

T_{max} =

4.000

Andamento spettro di risposta con il periodo:

$0 \leq T < T_B$ $S_d(T)/g = a_g/g S (1/q) F_o [T/T_B + 1(1 - T/T_B)] / (1/q F_o)$

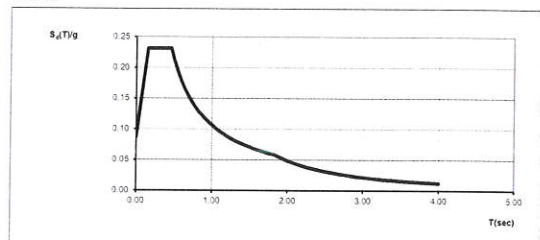
$T_B \leq T < T_C$ $S_d(T)/g = a_g/g S (1/q) F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $S_d(T)/g = a_g/g S (1/q) F_o (T_C/T)$

$T_D \leq T \leq T_{max}$ $S_d(T)/g = a_g/g S (1/q) F_o (T_C T_D / T^2)$

Limite inferiore: $S_d(T)/g \geq \pm 0,2 a_g/g$;

L.i. = $0,2 a_g/g = 0.012$



Coefficiente sismico inerziale K_{hi}

Calcolo 'accelerazioni spettrali' per i T_i assegnati

T_i

$S_d(T_i)/g =$

1 0.050

0.134

2 0.020

0.106

3 -

-

4 -

-

5 -

-

6 -

-

7 -

-

8 -

-

9 -

-

10 -

-

CALCOLO DEL COEFF. SISMICO CINEMATICO K_{hk}

Procedere al calcolo ?

si

a_g/g = (accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido) / g =

0.058

(relativo a SLV)

F_o = fattore dell'amplif. spettrale massima, su sito di riferimento rigido (se $F_o < 2,2$ occorre adottare 2,2) =

2.226

(relativo a SLV)

Cat. di sottosuolo in progetto =

C

β_s = coeff. di riduz. dell'accelerazione massima attesa al sito (funz. di a_g/g e della cat. di sottosuolo) =

0.200

β_s (utente) =

-

$\beta_s = \beta_s$ (adottato) =

0.200

S_S = A: 1.000 B: 1.200 C: 1.500 D: 1.800 E: 1.600

S_S = effetto amplificazione stratigrafica sul sottosuolo in progetto:

1.500

Categoria topografica in progetto =

T1

S_T = effetto dell'amplificazione topografica (1,0 se T1; 1,2 se T2; 1,2 se T3; 1,4 se T4) =

1.000

$S = S_S S_T$ =

1.500

K_{hk} = coefficiente sismico cinematico orizzontale = $\beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g$ =

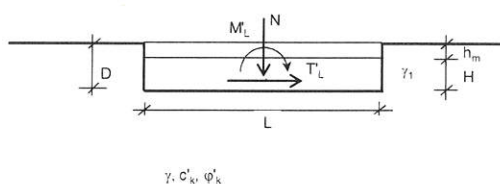
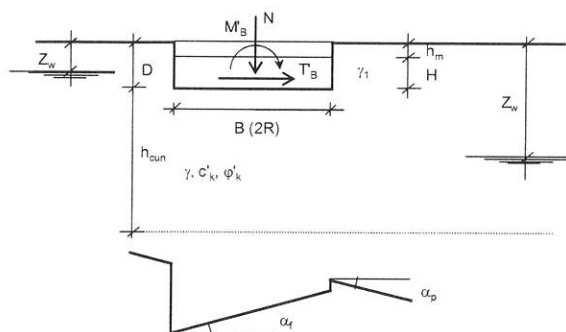
0.017

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
α _f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α _p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_r e piano di camp. g_c, g_q, g_r
α_{op} = α_f + α_p = °

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ ₁ = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ ₁ (kN/m ³)	h ₁ (m)
Strato a: γ _{1,a} , h _{1,a}	18.00	2.00
Strato b: γ _{1,b} , h _{1,b}	-	-
Strato c: γ _{1,c} , h _{1,c}	-	-
γ ₁ = (γ _{1,a} h _{1,a} + γ _{1,b} h _{1,b} + γ _{1,c} h _{1,c}) / (h _{1,a} + h _{1,b} + h _{1,c}) = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_{cun}; D+h_{cun} = m

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ _a , h _a	19.50	3.50
Strato b: γ _b , h _b	-	-
Strato c: γ _c , h _c	-	-
γ = (γ _a h _a + γ _b h _b + γ _c h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE

c' _k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c' _{k,a} , h _a	3.50
Strato b: c' _{k,b} , h _b	-
Strato c: c' _{k,c} , h _c	-
c' _k = (c' _{k,a} h _a + c' _{k,b} h _b + c' _{k,c} h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/mq	-

Comb. SISMICHE

c' _k (kN/mq)	h (m)
-	3.50
-	-
-	-

φ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE

φ' _k (°)	h (m)
Strato a: φ' _{k,a} , h _a	3.50
Strato b: φ' _{k,b} , h _b	-
Strato c: φ' _{k,c} , h _c	-

Comb. SISMICHE

φ' _k (°)	h (m)
28.00	3.50
-	-
-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. plana, ?

☐ sì ☒ no

☐ sì ☒ no

Scelta effettuata:

no

φ'_{k,a,ad}=[no: φ'_{k,a}; sì: 1,0φ'_{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ'_{k,a} se sez. R; 1,1φ'_{k,a} se sez. N] = 30.00
φ'_{k,b,ad}=[no: φ'_{k,b}; sì: 1,0φ'_{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ'_{k,b} se sez. R; 1,1φ'_{k,b} se sez. N] = -
φ'_{k,c,ad}=[no: φ'_{k,c}; sì: 1,0φ'_{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ'_{k,c} se sez. R; 1,1φ'_{k,c} se sez. N] = -
φ'_k = [invtrg (tgφ'_{k,a,ad} h_a + tgφ'_{k,b,ad} h_b + tgφ'_{k,c,ad} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] 180/π = ° 30.00

no

28.00

-

-

28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_{cun} = m 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_{cun})] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Approccio 1 Comb. NON SISMICHE Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1
Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2
Comb. SISMICHE Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1
Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) +M2+R2

Approccio 2 Comb. NON SISMICHE Comb. SLU-STR: A1+M1+R1
Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3
Comb. SISMICHE Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1
Comb. SLU-GEO: A1(=1) +M1+R3

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,868.90	268.50
M' _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	55.00	219.95
T' _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	7.60	30.40
M' _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	3.95	15.70
T' _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	0.80	3.20

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 / \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{c1}, g_{c2}, g_{c3}
 $\alpha_{\phi} < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

● si ○ no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^4 =$ 0.50

$\nu =$ coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

$G = G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,750.0

$\sigma =$ tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_d, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

$I_r =$ Indice di rigidezza $= G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 77.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 69.63

$I_r < I_{r,crit}$?

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 18.40

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1] =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$;

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$$q = \gamma_d \cdot Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) \cdot (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$$

$$q_r = \text{risultante sovraccarico alla profondità } D = \text{kN/mq} = 45.00$$

Su $\gamma_d \cdot 1$ Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d [h_{cun} - (Z_w - D)]\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma'_d h_{cun} / h_{cun} = \gamma'_d (Z_w - D) / h_{cun}$;

$$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d) (Z_w - D) / h_{cun}$$

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$
2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r} = \text{risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz.} = \text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Gmax} 1.30
var. γ_{Gmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_G =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_G =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_G =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_G =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k) = \text{kN}$ 55.48

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k) = \text{kN}$ 5.84

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$ 55.79

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 401.43

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,132.32

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 71.50

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,729.57

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 384.93

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,271.65

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 55.00

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,868.90

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 401.43

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,868.90

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 71.50

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,271.65

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 384.93

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,729.57

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 55.00

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,132.32

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.097

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 28.69

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,132.32

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 5.14

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,729.57

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 27.50

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,271.65

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 3.95

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,868.90

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 28.69

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,868.90

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 5.14

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,271.65

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 27.50

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,729.57

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 3.95

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,132.32

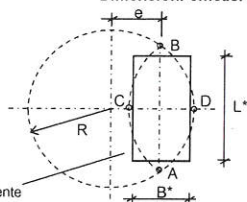
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.007

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.81

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m}$ 3.99

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$ -

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

Analogamente: $L^* \equiv$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) $\equiv (A - L - (B - L)^{1/2}) = m$

Carico limite unitario resistente (espressione tripmia)

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_s N_d s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_d s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	1,216.82	1,214.27	1,210.16	1,205.97	1,205.63	1,210.39	1,214.09	1,216.98
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_{d,r} B' \psi_r N_d s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	504.38	523.18	494.43	517.23	485.57	519.69	500.91	526.68
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,721.21	1,737.45	1,704.58	1,723.21	1,691.20	1,730.08	1,715.00	1,743.66

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$	272.40	235.52	218.18	181.17	193.76	206.90	246.69	260.12
$\gamma_R \text{ (per la capacit� portante)} =$	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	748.35	755.41	741.12	749.22	735.30	752.21	745.65	758.11
$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto:

2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

sì

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

$$V) \quad M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = kNm \quad 340.94$$

$$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN \quad 2,868.90$$

$$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m \quad 0.12$$

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

$$V) \quad M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = kNm \quad 24.36$$

$$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN \quad 2,868.90$$

$$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = m \quad 0.01$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m \quad 3.76$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = m \quad 3.98$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = m \quad -$$

$$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m \quad -$$

$$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2 \quad -$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m \quad -$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m \quad -$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m \quad 3.76$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m \quad 3.98$$

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m \quad 3.76$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m \quad 3.98$$

Terreno: valori di progetto

$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq \quad -$$

$$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} = -$$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c \cdot c'_d = kN/mq \quad -$$

$$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.462$$

$$\text{Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto} = \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] \cdot 180/\pi = ^\circ \quad 24.79$$

$$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta = 1.00$$

$$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \cdot \phi'_d = ^\circ \quad 24.79$$

Si minimizza la forza resistente

$$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN \quad 2,868.90$$

$$H_R = \text{azione resistente} = N_d \cdot \tan \delta + c_a \cdot B' \cdot L' = kN \quad 1,325.09$$

$$\gamma_R \text{ (per lo scorrimento)} = 1.10$$

$$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = kN \quad 1,204.63$$

Si massimizza la forza di scorrimento:

$$\text{perm. } \gamma_{Gmax} \quad 1.00$$

$$\text{var. } \gamma_{Qmax} \quad 1.30$$

$$T'_{B,d} (T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = kN \quad 47.12$$

$$T'_{L,d} (T_{L,d} \text{ se sez. Q-R; } 0 \text{ se sez. N; } 0 \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = kN \quad 4.96$$

$$H = H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = kN \quad 47.38$$

$$H_{Sd} \leq H_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità	Scor.
			(se Sfav.)	(se Fav.)	(se Sfav.)	(se Fav.)					port. γ_R	γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto											
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10		

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
(se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,948.50	2,948.50	2,948.50	2,948.50	2,949.60	2,949.60	2,949.60	2,949.60
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	279.41	417.87	792.07	417.87	651.10	789.68	261.68	789.68
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	71.95	71.95	71.95	71.95	25.20	89.60	89.60	89.60
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	693.77	704.38	191.72	693.77	374.04	384.04	773.45	814.99
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	25.80	74.10	67.50	67.50	89.60	25.20	25.20	25.20

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kNBaricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_G = m

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,B} = T_{hi,B}/N =Taglio per effetto inerziale = T_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kNCoefficiente sismico inerziale K_{hi,L} = T_{hi,L}/N =Taglio per effetto inerziale = T_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

T_B = T_B + T_{hi,B} = kNT_L = T_L + T_{hi,L} = kN

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,B} = [S_d(T_B) / g (opp. altro valore utente)] =Coefficiente sismico inerziale K_{hi,L} = [S_d(T_L) / g (opp. altro valore utente)] =Taglio per effetto inerziale = T_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kNTaglio per effetto inerziale = T_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

T_B = T_B + T_{hi,B} = kNT_L = T_L + T_{hi,L} = kN

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

Tagli per effetto inerziale

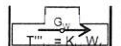
T_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kNT_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

T_B = T_B + T_{hi,B} = kNT_L = T_L + T_{hi,L} = kNMomenti dovuti al trasporto di T_{hi,B}, T_{hi,L} sul piano di posaM(T_{hi,B}) = T_{hi,B} h_{G,W} = kNmM(T_{hi,L}) = T_{hi,L} h_{G,W} = kNm

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

M_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = M_B + M(T_{hi,B}) = kNmT_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = T_B + T_{hi,B} = kNM_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = M_L + M(T_{hi,L}) = kNmT_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L + T_{hi,L} = kNcarico unico risultante orizzontale: H' = (T_B² + T_L²)^{1/2} = kN

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_{c'} = \text{kN/mq}$	-
$\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_k / \gamma_{\phi'} =$	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\text{invtg}(\text{tg}\phi'_d)] \cdot 180/\pi = ^\circ$	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

$$\alpha_{dp} < \phi'_d \quad \text{ok}$$

Verifica di rottura per punzonamento

☒ si ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq **15,000.00**

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = **1.00**

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.47

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.47

k_0 = coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^4 =$ 0.53

ν = coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$ 0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 9,483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,521.0

G (valore alternativo) = kN/mq -

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$:

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$:

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

I_r = Indice di rigidità $= G / (c'_d + \sigma \text{tg}\phi'_d) = \text{kN/mq}$ 78.83

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg}\phi'_d)] =$ 14.72

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4)\text{tg}\phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)]; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_r =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1); 1 \} =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{ \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d[h_{cun} - (Z_w - D)] \} / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D)/h_{cun} + \gamma'_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma'_d(Z_w - D)/h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D)/h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [(\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w))(Z_w - D)/h_{cun}]$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [(\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w))(Z_w - D)/h_{cun}]$

2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

☐ ☐ ☒ ☐ ☒ ☒ ☐ ☐

Tagli di progetto

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

89.07 42.32 106.72
74.35 96.45 32.05
116.02 105.32 111.43

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

798.92
2,948.50

657.95

$N_d = N = \text{kN}$	2,949.60		
VI) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$		796.53	
$N_d = N = \text{kN}$		2,949.60	
VII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$			
$N_d = N = \text{kN}$			
VIII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$			
$N_d = N = \text{kN}$			
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$	0.271	0.223	0.270

$M'_{L,d}$ (del tipo $M'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

194.46

2,948.50

IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

376.78

2,949.60

VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

386.78

2,949.60

VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m}$

0.066

0.128

0.131

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$

3.46

3.55

3.46

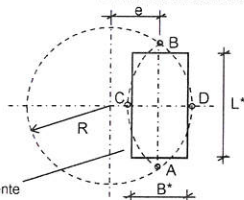
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m}$

3.87

3.74

3.74

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$

3.46

3.55

3.46

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$

3.87

3.74

3.74

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

ok

ok

ok

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$

3.46

3.55

3.46

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$

3.87

3.74

3.74

A : Capacità portante sismica INERZIALE

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \lg \phi'_d)] =$	14.72	14.72	14.72
EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) \lg \phi'_d] =$	25.80	25.80	25.80
EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \lg \phi'_d] =$	14.59	14.59	14.59
Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \lg \phi'_d] =$	16.72	16.72	16.72

Scelta per N_q :

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta effettuata per N_q :

EC7

$N_q = N_q$ adottato =

14.59 14.59 14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$	1.47	1.47	1.47
EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$	0.70	0.70	0.70
EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$	1.50	1.50	1.50
Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$	1.48	1.50	1.49
Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$	0.64	0.62	0.63
Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$	1.51	1.54	1.53

Scelta per s_q, s_r, s_c :

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta effettuata:

EC7

$s_q = s_q$ adottato =

1.47 1.47 1.47

$s_r = s_r$ adottato =

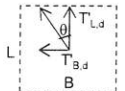
0.70 0.70 0.70

$s_c = s_c$ adottato =

1.50 1.50 1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$	50.15	23.69	73.28
$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$	1.53	1.51	1.52
$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$	1.47	1.49	1.48
$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$	1.51	1.49	1.52



$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

-

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$

ok ok ok

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^m] =$

0.94 0.95 0.94

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)] =$

0.94 0.94 0.94

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{m+1}] =$

0.90 0.91 0.91

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D \gg B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \lg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B';$

se $D/B > 1: 1 + 2 \lg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 \arctg(D/B'); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$

1.000 1.000 1.000

$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q)/(N_c \lg \phi'_d)] =$

1.000 1.000 1.000

$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

1.000 1.000 1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \lg \phi'_d)^2] =$	1.00	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \lg \phi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00
$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata:

EC7

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \lg \phi'_d)^2] =$

1.00 1.00 1.00

$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \lg \phi'_d)] =$

1.00 1.00 1.00

$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$

1.00 1.00 1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per B ≥ 2 m

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \lg(B/2)$ per R con B ≥ 2 m; 1 negli altri casi =

1.00

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con B ≥ 2 m, B elevato, B $\gg L$. **Applicare r_r ?**

☒ si ☐ no

Scelta effettuata:

si

$r_r = r_r$ adottato =

1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	916.30	922.00	918.17
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d r B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r] = \text{kN/mq}$	311.40	323.24	312.71
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,227.70	1,245.24	1,230.88

B: Capacità portante sismica CINEMATICACalcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S S_T a_g/g = 0.017$$

$$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$$

0.017

0.017

0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novati (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$F = 43,29 (tg\phi'_d)^3 - 105,80 (tg\phi'_d)^2 + 81,09 tg\phi'_d - 19,91 =$$

- 0.197

- 0.197 - 0.197

$$G = -2,8 (tg\phi'_d)^3 + 6,66 (tg\phi'_d)^2 - 4,61 tg\phi'_d + 0,35 =$$

- 0.639

- 0.639 - 0.639

$$A = 7,23 (tg\phi'_d)^3 - 18,39 (tg\phi'_d)^2 + 15,22 tg\phi'_d - 5,39 =$$

- 1.410

- 1.410 - 1.410

$$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$$

1.000

1.000

1.000

$$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$$

0.989

0.989

0.989

$$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$$

0.976

0.976

0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$$t'_c = t_c h_{c,0} =$$

-

-

-

$$t'_q = t_q h_{q,0} =$$

906.29

911.93

908.14

$$t'_r = t_r h_{r,0} =$$

303.94

315.49

305.22

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,210.23

1,227.42

1,213.35

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$K_{hk} < tg\phi'_d ? \text{ ok}$$

$$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$$

0.995

0.995

0.995

$$z_q = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,35} =$$

0.989

0.989

0.989

$$z_r = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,35} =$$

0.989

0.989

0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$$t'_c = t_c z_c =$$

-

-

-

$$t'_q = t_q z_q =$$

905.94

911.57

907.78

$$t'_r = t_r z_r =$$

307.88

319.58

309.17

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,213.82

1,231.15

1,216.96

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$e_{jk} = (1 - K_{hk} / tg\phi)^{0,45} =$$

0.985

0.985

0.985

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$$t'_c = t_c e_{jk} =$$

-

-

-

$$t'_q = t_q e_{jk} =$$

916.30

922.00

918.17

$$t'_r = t_r e_{jk} =$$

306.88

318.54

308.17

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,223.18

1,240.54

1,226.34

4: Min(1, 2, 3)

$$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$$

1,210.23

1,227.42

1,213.35

5: A + Cin(Ut)

$$u_c =$$

-

$$u_q =$$

-

$$u_r =$$

-

$$t'_c = t_c u_c =$$

-

-

-

$$t'_q = t_q u_q =$$

-

-

-

$$t'_r = t_r u_r =$$

-

-

-

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$$

-

-

-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$$

1,227.70

1,245.24

1,230.88

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Scelta effettuata:

4

$$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C:}] = \text{kN/mq}$$

1,210.23

1,227.42

1,213.35

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

$$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$$

$$\gamma_R \text{ (per la capacità portante)} =$$

$$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q'_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$$

$$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$$

C. I)

C. II)

C. III)

C. IV)

C. V)

C. VI)

C. VII)

C. VIII)

220.43

221.65

228.08

2.30

2.30

2.30

526.19

533.66

527.55

ok

ok

ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione = -

$c_a =$ adesione terreno-fondazione $= r_c \cdot c'_d = \text{kN/mq}$

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.425$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] \cdot 180/\pi = 23.04$

$r_{\phi} =$ coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo $\delta = 1.00$

$\delta =$ angolo di attrito terreno-fondazione $= r_{\phi} \cdot \phi'_d = 23.04$

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$B' =$ larghezza efficace finale adottata $= B^* = \text{m}$

$L' =$ lunghezza efficace finale adottata $= L^* = \text{m}$

Forza resistente

$N_d = \text{kN}$

$H_R =$ azione resistente $= N_d \cdot \tan \delta + c_a \cdot B' \cdot L' = \text{kN}$

γ_R (per lo scorrimento) =

$H_{Rd} =$ azione resistente di progetto $= H_R / \gamma_R = \text{kN}$

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= T_B = \text{kN}$

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= T_L = \text{kN}$

$H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto $= (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$

$H_{Sd} \leq H_{Rd} ?$

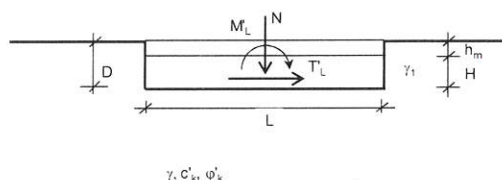
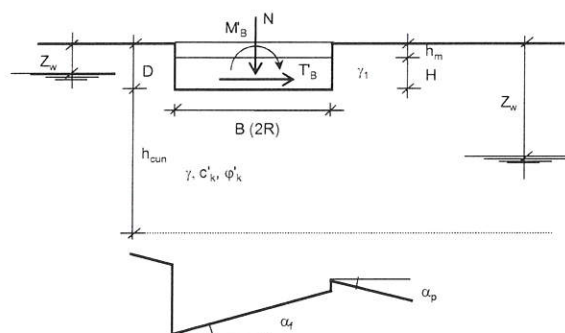
		ok		ok	ok		
--	--	----	--	----	----	--	--

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.00
H = altezza fondazione = m	0.70
α _i = inclinazione della base della fondazione = °	-
α _p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_v e piano di camp. g_c, g_q, g_v
α_{op} = α_i + α_p = °

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ ₁ = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ ₁ (kN/m ³)	h ₁ (m)
Strato a: γ _{1,a} , h _{1,a}	18.00	2.00
Strato b: γ _{1,b} , h _{1,b}	-	-
Strato c: γ _{1,c} , h _{1,c}	-	-
γ ₁ = (γ _{1,a} h _{1,a} + γ _{1,b} h _{1,b} + γ _{1,c} h _{1,c}) / (h _{1,a} + h _{1,b} + h _{1,c}) = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45° + φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_{cun}; D+h_{cun} = m

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ _a , h _a	19.50	3.50
Strato b: γ _b , h _b	-	-
Strato c: γ _c , h _c	-	-
γ = (γ _a h _a + γ _b h _b + γ _c h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/m ³	19.50	

c' = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	c' (kN/mq)	h (m)
Strato a: c' _{k,a} , h _a	-	3.50
Strato b: c' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: c' _{k,c} , h _c	-	-
c' = (c' _{k,a} h _a + c' _{k,b} h _b + c' _{k,c} h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/mq	-	

Comb. NON SISMICHE	c' (kN/mq)	h (m)
Strato a: c' _{k,a} , h _a	-	3.50
Strato b: c' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: c' _{k,c} , h _c	-	-
c' = (c' _{k,a} h _a + c' _{k,b} h _b + c' _{k,c} h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/mq	-	

φ' = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	φ' (°)	h (m)
Strato a: φ' _{k,a} , h _a	30.00	3.50
Strato b: φ' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: φ' _{k,c} , h _c	-	-

Comb. SISMICHE	φ' (°)	h (m)
Strato a: φ' _{k,a} , h _a	28.00	3.50
Strato b: φ' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: φ' _{k,c} , h _c	-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. plana, ?

Scelta effettuata:

φ' _{k,a,ad} = [no: φ' _{k,a} ; si: 1,0 φ' _{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,a} se sez. R; 1,1 φ' _{k,a} se sez. N] =	30.00
φ' _{k,b,ad} = [no: φ' _{k,b} ; si: 1,0 φ' _{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,b} se sez. R; 1,1 φ' _{k,b} se sez. N] =	-
φ' _{k,c,ad} = [no: φ' _{k,c} ; si: 1,0 φ' _{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,c} se sez. R; 1,1 φ' _{k,c} se sez. N] =	-
φ' _k = [invtg (tg φ' _{k,a,ad} h _a + tg φ' _{k,b,ad} h _b + tg φ' _{k,c,ad} h _c) / (h _a + h _b + h _c)] 180/π = °	30.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_{cun} = m 6.00

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_{cun})] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.					Capacità	Scor.
			γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	port. γ_R	γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) +M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

0 1 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,708.40	102.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	74.12	296.47
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	9.45	37.80
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	97.90	391.60
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	16.20	64.80

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto
Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_v / \gamma_r = \text{kN/m}^3 = 18.00$
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_r = \text{kN/m}^3 = 19.50$
 $c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} = -$
 $\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_k / \gamma_s = 0.577$
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $\phi'_d = [\text{invtg}(\text{tg}\phi'_d)] = 30.00$

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_{ci}, g_r
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

si no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d = 0.50$

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.50$

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 = 0.50$

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) = 0.33$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq} = 10,000.0$

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq} = 3,750.0$

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = G_{adottato} = kN/mq 3,750.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 75.00$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \text{tg}\phi'_d) = \text{kN/mq} = 86.60$

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq} = 69.63$

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante N_q [sez. Q-R-N-C: $\text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg}\phi'_d) = 18.40$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \text{tg}\phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_q = \psi_f = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1 \} = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$

$$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$$

$$q_r = \text{risultante sovraccarico alla profondità } D = \text{kN/mq} = 36.00$$

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w - D) + \gamma_d(h_{cun} - (Z_w - D))\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun} + \gamma_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d)(Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$;

in c. dr. γ_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r} = \text{risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz.} = \text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Gmax} 1.30

var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_G =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_G =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k) = \text{kN}$ 68.99

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k) = \text{kN}$ 118.26

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$ 136.91

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 541.06

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 96.36

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 518.83

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 74.12

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 541.06

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 96.36

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 518.83

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 74.12

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. } 2R \text{ se sez. C}] = \text{m}$ 0.147 0.027 0.181 0.027 0.200 0.034 0.147 0.020

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 714.67

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 127.27

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 685.30

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 97.90

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 714.67

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 127.27

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 685.30

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 97.90

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

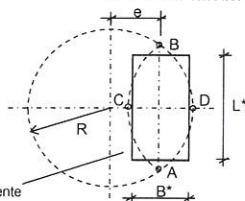
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.195 0.036 0.239 0.036 0.264 0.044 0.195 0.027

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.71 3.95 3.64 3.95 3.60 3.93 3.71 3.96

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m}$ 3.61 3.93 3.52 3.93 3.47 3.91 3.61 3.95

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$
Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$
Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;
Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$
 $B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$
Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m 3.71 3.95 3.64 3.95 3.60 3.93 3.71 3.96
 $L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m 3.61 3.93 3.52 3.93 3.47 3.91 3.61 3.95

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat!

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$ 3.71 3.95 3.64 3.95 3.60 3.93 3.71 3.96
 $L^* =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$ 3.61 3.93 3.52 3.93 3.47 3.91 3.61 3.95

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q =$ [sez. Q-R-N-C: $tg^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi tg\phi_d)$] = 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40
EC7, Vesic: $N_c =$ [sez. Q-R-N-C: $(N_q - 1)/tg\phi_d$] = 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14
EC7: $N_i =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_q - 1)tg\phi_d$] = 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09
Vesic: $N_i =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_q + 1)tg\phi_d$] = 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40

Scelta per N_i :

Scelta effettuata per N_i : EC7
 $N_i = N_i$ adottato = 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09

Fattori di forma

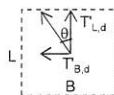
EC7: $s_q =$ [sez. Q-C: $1 + \sin\phi_d$; sez. R: $1 + B^*/L^* \sin\phi_d$; se sez. N: 1] = 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
EC7: $s_r =$ [sez. Q-C: 0.7; sez. R: $1 - 0.3 B^*/L^*$; se sez. N: 1] = 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70
EC7: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $(s_q N_q - 1)/(N_q - 1)$; se sez. N: 1] = 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53
Vesic: $s_q =$ [sez. Q-R-C: $1 + B^*/L^* tg\phi_d$; se sez. N: 1] = 1.59 1.58 1.60 1.58 1.60 1.58 1.59 1.58
Vesic: $s_r =$ [sez. Q-R-C: $1 - 0.4 B^*/L^*$; se sez. N: 1] = 0.59 0.60 0.59 0.60 0.59 0.60 0.59 0.60
Vesic: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $1 + B^* N_q / (L^* N_c)$; se sez. N: 1] = 1.63 1.61 1.63 1.61 1.63 1.61 1.63 1.61

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata: EC7
 $s_q = s_q$ adottato = 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
 $s_r = s_r$ adottato = 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70
 $s_c = s_c$ adottato = 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta =$ [sez. Q-R: se $T_{L,d} = 0$; 90° ; se $T_{L,d} \neq 0$: $\arctg(T_{B,d}/T_{L,d})$; sez. N-C: 0] = $^\circ$ 30.26 30.26 30.26 30.26 30.26 30.26 30.26 30.26
 $m_\theta =$ [se sez. Q-R: $(2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)$; se sez. N-C: 0] = 1.49 1.50 1.49 1.50 1.49 1.50 1.49 1.50
 $m_L =$ [se sez. Q-R: $(2 + L^*/B^*) / (1 + L^*/B^*)$; se sez. N-C: 0] = 1.51 1.50 1.51 1.50 1.51 1.50 1.51 1.50
 $m =$ [sez. Q-R: $(m_\theta \sin^2\theta + m_L \cos^2\theta)$; sez. N: 2; sez. C: $(2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)$] = 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50



$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione = -

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d =$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d/(N_q + B^* L^* c_a \cot\phi_d) \geq 0$ ok ok ok ok ok ok ok ok

$i_q =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d/(N_q + B^* L^* c_a \cot\phi_d))^m$] = 0.94 0.94 0.93 0.93 0.92 0.93 0.94 0.94

$i_c =$ [sez. Q-R-N-C: $i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$] = 0.94 0.94 0.92 0.92 0.92 0.92 0.94 0.94

$i_r =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d/(N_q + B^* L^* c_a \cot\phi_d))^{(m+1)}$] = 0.91 0.91 0.88 0.88 0.88 0.88 0.91 0.91

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata: EC7

$d_q =$ [EC7: 1; Hansen: sez. Q-R-N-C, se $D/B \leq 1$: $1 + 2Dtg\phi_d(1 - \sin\phi_d)^2/B^*$;

se $D/B > 1$: $1 + 2tg\phi_d(1 - \sin\phi_d)^2 \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B^*] = 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000

$d_c =$ [EC7: 1; Hansen, Vesic (col rispettivo d_q): sez. Q-R-N-C: $d_q - (1 - d_q)/(N_q tg\phi_d)$] = 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000

$d_i =$ [EC7: 1; Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: 1] = 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - \alpha_r tg\phi_d)^2$] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

$b_c =$ [sez. Q-R-N-C: $b_q - (1 - b_q)/(N_q tg\phi_d)$] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

$b_r =$ [sez. Q-R-N-C: b_q] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata: EC7

$g_a =$ [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: $(1 - tg\alpha_r)^2$] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

$g_c =$ [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: $g_a - (1 - g_a)/(N_q tg\phi_d)$] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

$g_r =$ [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: $= g_a$] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t, della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi = 1.00

☒ si ☐ no

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata: si

$r_r = r_r$ adottato = 1.00

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c t_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	938.52	936.25	923.02	919.25	919.06	923.17	936.15	938.62
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d r' B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	462.07	489.95	441.18	475.22	433.60	477.08	460.10	493.82
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,400.59	1,426.20	1,364.21	1,394.47	1,352.66	1,400.25	1,396.26	1,432.44

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = \text{kN/mq}$	274.58	227.22	223.42	174.78	216.64	186.04	263.17	235.09
$\gamma_R \text{ (per la capacit� portante)} =$	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	608.95	620.09	593.13	606.29	588.11	608.80	607.07	622.80
$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$$\begin{aligned}
 &M'_{B,d} \text{ (del tipo } M_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } M_d \text{ se sez. C)} \\
 &V) \quad \left| \begin{aligned} M'_{B,d} &= \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm} & 459.53 \\ N_d &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,708.40 \end{aligned} \right. \\
 &e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m} & 0.17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &M'_{L,d} \text{ (del tipo } M_{L,d} \text{ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); } N_d = 0 \text{ se sez. N, C} \\
 &V) \quad \left| \begin{aligned} M'_{L,d} &= \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k) = \text{kNm} & 606.98 \\ N_d &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,708.40 \end{aligned} \right. \\
 &e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m} & 0.22
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$$\begin{aligned}
 B^* &= \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m} & 3.66 \\
 L^* &= \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m} & 3.55
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$$\begin{aligned}
 B_{eff} &= CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m} & - \\
 L_{eff} &= AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m} & - \\
 A_{eff} &= \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq} & - \\
 B^* &= \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m} & - \\
 \text{Analogamente: } L^* &= \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m} & -
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$\begin{aligned}
 B^* &= \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m} & 3.66 \\
 L^* &= \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m} & 3.55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B' &= \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m} & 3.66 \\
 L' &= \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m} & 3.55
 \end{aligned}$$

Terreno: valori di progetto

$$\begin{aligned}
 c' &= \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} & - \\
 r_c &= \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} = & - \\
 c_d &= \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq} & -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tan \phi'_d &= \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} = & 0.462 \\
 \text{Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto} &= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] \cdot 180/\pi = ^\circ & 24.79 \\
 r_{\phi} &= \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta = & 1.00 \\
 \delta &= \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ & 24.79
 \end{aligned}$$

Si minimizza la forza resistente

$$\begin{aligned}
 N_d &= N_{d,min} = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,708.40 \\
 H_R &= \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_d B' L' = \text{kN} & 1,250.96 \\
 \gamma_R &= \text{(per lo scorrimento)} = & 1.10 \\
 H_{Rd} &= \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN} & 1,137.23
 \end{aligned}$$

Si massimizza la forza di scorrimento:

$$\begin{aligned}
 &\text{perm. } \gamma_{Gmax} & 1.00 \\
 &\text{var. } \gamma_{Qmax} & 1.30 \\
 T'_{B,d} \text{ (} T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C)} &= \gamma_{Gmax} T_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T_B(Q_k) = \text{kN} & 58.59 \\
 T'_{L,d} \text{ (} T_{L,d} \text{ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)} &= \gamma_{Gmax} T_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T_L(Q_k) = \text{kN} & 100.44 \\
 H &= H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN} & 116.28
 \end{aligned}$$

$$H_{Sd} \leq H_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

Comb. SISMICHE

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
(se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50
M ^{''} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= kNm	699.62	725.72	115.42	703.27	699.62	304.75	324.96	714.29
T ^{''} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= kN	30.80	72.80	72.80	72.80	36.60	29.10	29.10	29.10
M ^{'''} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kNm	195.22	343.52	805.52	343.52	310.71	459.04	290.49	459.04
T ^{'''} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kN	72.80	30.80	30.80	30.80	29.10	36.60	36.60	36.60

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W _f = kN	342.40
Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h _G w = m	0.40

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale K _{hi,B} = T ^{''} _B /N =	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = T ^{''} _{hi,B} = K _{hi,B} W _f = kN	3.88	9.17	9.17	9.17	4.61	3.67	3.67	3.67
Coefficiente sismico inerziale K _{hi,L} = T ^{''} _L /N =	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = T ^{''} _{hi,L} = K _{hi,L} W _f = kN	9.17	3.88	3.88	3.88	3.67	4.61	4.61	4.61
Tagli variati per effetto inerziale:								
T ^{''} _B = T ^{''} _B + T ^{''} _{hi,B} = kN	34.68	81.97	81.97	81.97	41.21	32.77	32.77	32.77
T ^{''} _L = T ^{''} _L + T ^{''} _{hi,L} = kN	81.97	34.68	34.68	34.68	32.77	41.21	41.21	41.21

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

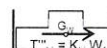
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T^B) / g \text{ (opp. altro valore utente)}] =$									0.05							
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T^L) / g \text{ (opp. altro valore utente)}] =$									0.02							
Taglio per effetto inerziale $= T'''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = \text{kN}$									17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12
Taglio per effetto inerziale $= T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = \text{kN}$									6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
Tagli variati per effetto inerziale:																
$T''_B = T''_B + T'''_{hi,B} = \text{kN}$									47.92	89.92	89.92	89.92	53.72	46.22	46.22	46.22
$T''_L = T''_L + T'''_{hi,L} = \text{kN}$									79.65	37.65	37.65	37.65	35.95	43.45	43.45	43.45

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

2

Tagli per effetto inerziale								
T ^{'''} _{hi,B} = K _{hi,B} W _f = kN	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12
T ^{'''} _{hi,L} = K _{hi,L} W _f = kN	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
Tagli variati per effetto inerziale:								
T ^{'''} _B = T ^{'''} _B adottato = kN	47.92	89.92	89.92	89.92	53.72	46.22	46.22	46.22
T ^{'''} _L = T ^{'''} _L adottato = kN	79.65	37.65	37.65	37.65	35.95	43.45	43.45	43.45
Momenti dovuti al trasporto di T ^{'''} _{hi,B} , T ^{'''} _{hi,L} sul piano di posa								
M(T ^{'''} _{hi,B}) = T ^{'''} _{hi,B} h _{G,W} = kNm	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
M(T ^{'''} _{hi,L}) = T ^{'''} _{hi,L} h _{G,W} = kNm	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74



Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50
M ['] _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= M ^{''} _B + M(T ^{'''} _{hi,B}) = kNm	706.47	732.57	122.27	710.12	706.47	311.60	331.81	721.14
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= T ^{''} _B adottato + M(T ^{'''} _{hi,B}) = kN	47.92	89.92	89.92	89.92	53.72	46.22	46.22	46.22
M ['] _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= M ^{'''} _L + M(T ^{'''} _{hi,L}) = kNm	197.96	346.26	808.26	346.26	313.45	461.78	293.23	461.78
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= T ^{'''} _L adottato + T ^{'''} _{hi,L} = kN	79.65	37.65	37.65	37.65	35.95	43.45	43.45	43.45
carico unico risultante orizzontale: H' = (T ^{'''} _B ² + T ^{'''} _L ²) ^{1/2} = kN	92.95	97.48	97.48	97.48	64.64	63.44	63.44	63.44

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma'_{d1} \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma'_{d1} \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$	19.50
c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\text{tg} \phi'_d = \text{tg} \phi'_k / \gamma_c =$	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\text{inv}(\text{tg}(\phi'_d))] 180/\pi = ^\circ$	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_{ci}, g_r

$$\alpha_p < \phi'_d \quad \text{ok}$$

Verifica di rottura per punzonamento

☒ si ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15.000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$$\alpha = \sin \phi'_d = 0.47$$

α (valore alternativo) = -

$$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.47$$

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 = 0.53$

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) = 0.35$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 9.483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3.521.0

G (valore alternativo) = kN/mq -

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3.521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_d \text{sat} = \gamma_d$;

$$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$$

$$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_d , γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_d \text{sat} = \gamma_d$; $\gamma_d \text{sat} = \gamma_d$;

$$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_d - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$$

$$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$$

$$\sigma = \text{kN/mq} = 75.00$$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \text{tg} \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 88.29

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C; 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r, \text{crit}} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r, \text{crit}}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] =$ 14.72

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \text{tg} \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_q = \psi_r =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) ; 1] =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q_i, γ_d

Su q_i : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q_i = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q_i = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_d \text{sat} = \gamma_d$;

$$q_i = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_d - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$$

q_i = risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} =$ 36.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (h_{cun} - (Z_w - D)) / h_{cun}$;

$$\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma'_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma'_d (Z_w - D) / h_{cun}$$

$$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{cun}$$

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_d \text{sat} = \gamma_d$;

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_d \text{sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_d \text{sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = $\text{kN/m}^3 =$ 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tagli di progetto

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

47.92	89.92		89.92	53.72		46.22	46.22
79.65	37.65		37.65	35.95		43.45	43.45
92.95	97.48		97.48	64.64		63.44	63.44

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_B se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 706.47

$N_d = N = \text{kN}$ 2,717.50

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 732.57

$N_d = N = \text{kN}$ 2,717.50

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 710.12

$N_d = N = \text{kN}$ 2,717.50

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 706.47

	$N_d = N = \text{kN}$					2,717.50	
	VI) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$						
	$N_d = N = \text{kN}$						
	VII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$					331.81	
	$N_d = N = \text{kN}$					2,717.50	
	VIII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$						721.14
	$N_d = N = \text{kN}$						2,717.50
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$	0.260	0.270	0.261	0.260		0.122	0.265

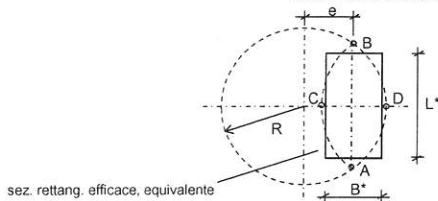
$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$	197.96						
$N_d = N = \text{kN}$	2,717.50						
II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$		346.26					
$N_d = N = \text{kN}$		2,717.50					
III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$							
$N_d = N = \text{kN}$							
IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$			346.26				
$N_d = N = \text{kN}$			2,717.50				
V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$					313.45		
$N_d = N = \text{kN}$					2,717.50		
VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$							
$N_d = N = \text{kN}$							
VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$						293.23	
$N_d = N = \text{kN}$						2,717.50	
VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$							461.78
$N_d = N = \text{kN}$							2,717.50
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{ ; se N: } e_L = 0 \text{ ; se C: } e_L = 0 \text{]} = \text{m}$	0.073	0.127	0.127	0.115		0.108	0.170

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$	3.48	3.46	3.48	3.48	3.76	3.47
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{ ; se N: } 1] = \text{m}$	3.85	3.75	3.75	3.77	3.78	3.66

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$	3.48	3.46	3.48	3.48	3.76	3.47
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$	3.85	3.75	3.75	3.77	3.78	3.66

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m	ok	ok	ok	ok	ok	ok
---	----	----	----	----	----	----

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$	3.48	3.46	3.48	3.48	3.76	3.47
$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$	3.85	3.75	3.75	3.77	3.78	3.66

A : Capacità portante sismica INERZIALE

C. I)

C. II)

C. III)

C. IV)

C. V)

C. VI)

C. VII)

C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \lg \phi'_d)] =$	14.72	14.72		14.72	14.72		14.72	14.72
EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/\lg \phi'_d] =$	25.80	25.80		25.80	25.80		25.80	25.80
EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \lg \phi'_d] =$	14.59	14.59		14.59	14.59		14.59	14.59
Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \lg \phi'_d] =$	16.72	16.72		16.72	16.72		16.72	16.72

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q$ adottato=

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7

14.59 14.59

14.59 14.59

14.59 14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$	1.47	1.47		1.47	1.47		1.47	1.47
EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$	0.70	0.70		0.70	0.70		0.70	0.70
EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$	1.50	1.50		1.50	1.50		1.50	1.50
Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \lg \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$	1.48	1.49		1.49	1.49		1.53	1.50
Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$	0.64	0.63		0.63	0.63		0.60	0.62
Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$	1.52	1.53		1.53	1.53		1.57	1.54

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato=

$s_r = s_r$ adottato=

$s_c = s_c$ adottato=

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7

1.47 1.47

1.47 1.47

1.47 1.47

0.70 0.70

0.70 0.70

0.70 0.70

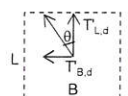
1.50 1.50

1.50 1.50

1.50 1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$	31.03	67.28		67.28	56.21		46.77	46.77
$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$	1.53	1.52		1.52	1.52		1.50	1.51
$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$	1.47	1.48		1.48	1.48		1.50	1.49
$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$	1.49	1.51		1.51	1.51		1.50	1.50



$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione=

$c_a =$ adesione terreno-fondazione= $r_c c'_d$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^m] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{(m+1)}] =$

-	-		-	-		-	-
-	-		-	-		-	-
ok	ok		ok	ok		ok	ok
0.95	0.95		0.95	0.96		0.97	0.97
0.95	0.94		0.94	0.96		0.96	0.96
0.92	0.91		0.91	0.94		0.94	0.94

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D \gg B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

EC7

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1; 1 + 2 D \lg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B';$

se $D/B > 1; 1 + 2 \lg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 \arctg(D/B'); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$

$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_c \lg \phi'_d)] =$

$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

1.000	1.000		1.000	1.000		1.000	1.000
1.000	1.000		1.000	1.000		1.000	1.000
1.000	1.000		1.000	1.000		1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_t \lg \phi'_d)^2] =$

$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c \lg \phi'_d)] =$

$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$

1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00
1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00
1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata:

EC7

☒ EC7 ☐ Vesic

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \lg \phi'_d)^2] =$

$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c \lg \phi'_d)] =$

$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$

1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00
1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00
1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

1.00

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B \gg L$. **Applicare r_f ?**

☒ si ☐ no

Scelta effettuata:

si

$r_f = r_f$ adottato=

1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$

$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$

$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_{d,r} B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_f] = \text{kN/mq}$

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$

-	-		-	-		-	-
739.39	736.80		736.82	750.94		751.59	751.58
317.79	314.38		315.89	326.23		352.54	325.64
1,057.18	1,051.18		1,052.72	1,077.17		1,104.13	1,077.22

B: Capacità portante sismica CINEMATICACalcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_d)/g = \beta_s S a_d/g = \beta_s S_s S_T a_d/g = 0.017$$

 K_{hk} = (per le C. attivate) =

0.017

0.017

0.017

0.017

0.017

0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novati (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$F = 43,29 (tg\phi'_d)^3 - 105,80 (tg\phi'_d)^2 + 81,09 tg\phi'_d - 19,91 = -0.197 - 0.197$$

$$-0.197 - 0.197$$

$$-0.197 - 0.197$$

$$G = -2,8 (tg\phi'_d)^3 + 6,66 (tg\phi'_d)^2 - 4,61 tg\phi'_d + 0,35 = -0.639 - 0.639$$

$$-0.639 - 0.639$$

$$-0.639 - 0.639$$

$$A = 7,23 (tg\phi'_d)^3 - 18,39 tg(\phi'_d)^2 + 15,22 tg\phi'_d - 5,39 = -1.410 - 1.410$$

$$-1.410 - 1.410$$

$$-1.410 - 1.410$$

$$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) = 1.000 1.000$$

$$1.000 1.000$$

$$1.000 1.000$$

$$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 = 0.989 0.989$$

$$0.989 0.989$$

$$0.989 0.989$$

$$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 = 0.976 0.976$$

$$0.976 0.976$$

$$0.976 0.976$$

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$$t'_c = t_c \quad h_{c,0} = - -$$

$$t'_q = t_q \quad h_{q,0} = 731.32 728.75$$

$$728.77 742.74$$

$$743.38 743.37$$

$$t'_r = t_r \quad h_{r,0} = 310.17 306.85$$

$$308.32 318.41$$

$$344.10 317.84$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = kN/mq 1,041.49 1,035.60$$

$$1,037.10 1,061.15$$

$$1,087.47 1,061.20$$

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$K_{hk} < tg\phi'_d ? \quad ok$$

$$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} = 0.995 0.995$$

$$0.995 0.995$$

$$0.995 0.995$$

$$z_q = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,35} = 0.989 0.989$$

$$0.989 0.989$$

$$0.989 0.989$$

$$z_r = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,35} = 0.989 0.989$$

$$0.989 0.989$$

$$0.989 0.989$$

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$$t'_c = t_c \quad z_c = - -$$

$$t'_q = t_q \quad z_q = 731.03 728.47$$

$$728.49 742.45$$

$$743.09 743.08$$

$$t'_r = t_r \quad z_r = 314.19 310.83$$

$$312.32 322.54$$

$$348.56 321.96$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = kN/mq 1,045.23 1,039.29$$

$$1,040.81 1,064.99$$

$$1,091.65 1,065.04$$

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$e_{rk} = (1 - K_{hk}/tg\phi)^{0,45} = 0.985 0.985$$

$$0.985 0.985$$

$$0.985 0.985$$

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$$t'_c = t_c = - -$$

$$t'_q = t_q = 739.39 736.80$$

$$736.82 750.94$$

$$751.59 751.58$$

$$t'_r = t_r \quad e_{rk} = 313.17 309.82$$

$$311.31 321.50$$

$$347.43 320.92$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = kN/mq 1,052.57 1,046.62$$

$$1,048.13 1,072.44$$

$$1,099.01 1,072.49$$

4: Min(1, 2, 3)

$$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = kN/mq 1,041.49 1,035.60$$

$$1,037.10 1,061.15$$

$$1,087.47 1,061.20$$

5: A + Cin(Ut)

$$u_c = -$$

$$u_q = -$$

$$u_r = -$$

$$t'_c = t_c \quad u_c = - -$$

$$t'_q = t_q \quad u_q = - -$$

$$t'_r = t_r \quad u_r = - -$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = kN/mq - -$$

$$- -$$

$$- -$$

6: A (effetto Cinematico annullato)

$$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = kN/mq 1,057.18 1,051.18$$

$$1,052.72 1,077.17$$

$$1,104.13 1,077.22$$

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

☐ 1:A+B1
 ☐ 2:A+B2
 ☐ 3:A+B3
 ☒ 4:Min(1, 2, 3)
 ☐ 5:A+Cin(Ut)
 ☐ 6:A

Scelta effettuata:

4

$$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C:}] = kN/mq 1,041.49 1,035.60$$

$$1,037.10 1,061.15$$

$$1,087.47 1,061.20$$

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

$$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = kN/mq 202.60 209.66$$

$$C. I) 202.60$$

$$C. II) 209.66$$

$$C. III) 208.66$$

$$C. IV) 207.17$$

$$C. V) 191.20$$

$$C. VI) 214.01$$

$$C. VII) 230$$

$$C. VIII) 230$$

$$\gamma_R \text{ (per la capacità portante)} = 2.30 2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$2.30$$

$$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q'_{lim} / \gamma_R = kN/mq 452.82 450.26$$

$$452.82$$

$$450.26$$

$$450.91$$

$$461.37$$

$$472.81$$

$$461.39$$

$$461.39$$

$$461.39$$

$$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$$

$$ok$$

$$ok$$

$$ok$$

$$ok$$

$$ok$$

$$ok$$

$$ok$$

$$ok$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

-

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

-

$c_a =$ adesione terreno-fondazione $= r_c c'_d = \text{kN/mq}$

-

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} =$

0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi =$

23.04

$r_{\phi} =$ coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo $\delta =$

1.00

$\delta =$ angolo di attrito terreno-fondazione $= r_{\phi} \phi'_d =$

23.04

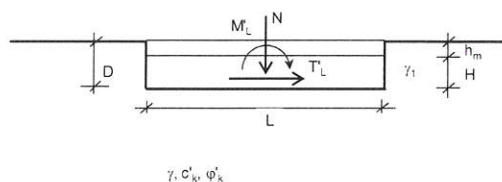
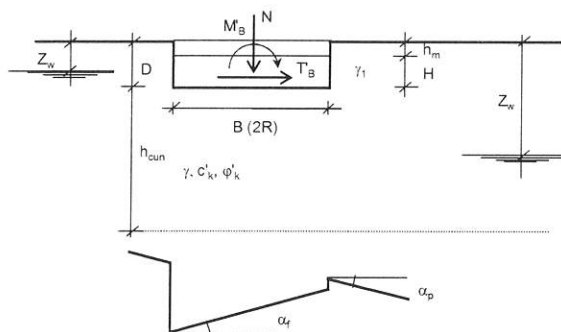
	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$B' =$ larghezza efficace finale adottata $= B^* = \text{m}$	3.48	3.46		3.48	3.48		3.76	3.47
$L' =$ lunghezza efficace finale adottata $= L^* = \text{m}$	3.85	3.75		3.75	3.77		3.78	3.66
Forza resistente								
$N_d = \text{kN}$	2,717.50	2,717.50		2,717.50	2,717.50		2,717.50	2,717.50
$H_R =$ azione resistente $= N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$	1,155.94	1,155.94		1,155.94	1,155.94		1,155.94	1,155.94
γ_R (per lo scorrimento) =	1.10	1.10		1.10	1.10		1.10	1.10
$H_{Rd} =$ azione resistente di progetto $= H_R / \gamma_R = \text{kN}$	1,050.85	1,050.85		1,050.85	1,050.85		1,050.85	1,050.85
Forza di scorrimento:								
$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= T'_B = \text{kN}$	47.92	89.92		89.92	53.72		46.22	46.22
$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= T'_L = \text{kN}$	79.65	37.65		37.65	35.95		43.45	43.45
$H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto $= (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN}$	92.95	97.48		97.48	64.64		63.44	63.44
$H_{Sd} \leq H_{Rd} ?$	ok	ok		ok	ok		ok	ok

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.00
H = altezza fondazione = m	0.70
α _i = inclinazione della base della fondazione = °	-
α _p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_r e piano di camp. g_c, g_q, g_r

$$\alpha_{qp} = \alpha_i + \alpha_p = 0$$

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ ₁ = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ ₁ (kN/m ³)	h ₁ (m)
Strato a: γ _{1,a} , h _{1,a}	18.00	2.00
Strato b: γ _{1,b} , h _{1,b}	-	-
Strato c: γ _{1,c} , h _{1,c}	-	-
γ ₁ = (γ _{1,a} h _{1,a} + γ _{1,b} h _{1,b} + γ _{1,c} h _{1,c}) / (h _{1,a} + h _{1,b} + h _{1,c}) = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ (se sez. C)}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_{cun}; D+h_{cun} = m

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ _a , h _a	19.50	3.50
Strato b: γ _b , h _b	-	-
Strato c: γ _c , h _c	-	-
γ = (γ _a h _a + γ _b h _b + γ _c h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE

c' _k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c' _{k,a} , h _a	3.50
Strato b: c' _{k,b} , h _b	-
Strato c: c' _{k,c} , h _c	-
c' _k = (c' _{k,a} h _a + c' _{k,b} h _b + c' _{k,c} h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/mq	-

Comb. SISMICHE

c' _k (kN/mq)	h (m)
-	3.50
-	-
-	-

φ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE

φ' _k (°)	h (m)
Strato a: φ' _{k,a} , h _a	30.00
Strato b: φ' _{k,b} , h _b	-
Strato c: φ' _{k,c} , h _c	-

Comb. SISMICHE

φ' _k (°)	h (m)
28.00	3.50
-	-
-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

☐ sì ☒ no

☐ sì ☒ no

Scelta effettuata:

φ' _{k,a,ad} = [no: φ' _{k,a} ; sì: 1,0 φ' _{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,a} se sez. R; 1,1 φ' _{k,a} se sez. N] =	30.00
φ' _{k,b,ad} = [no: φ' _{k,b} ; sì: 1,0 φ' _{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,b} se sez. R; 1,1 φ' _{k,b} se sez. N] =	-
φ' _{k,c,ad} = [no: φ' _{k,c} ; sì: 1,0 φ' _{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,c} se sez. R; 1,1 φ' _{k,c} se sez. N] =	-
φ' _k = [invtg (tg φ' _{k,a,ad} h _a + tg φ' _{k,b,ad} h _b + tg φ' _{k,c,ad} h _c) / (h _a + h _b + h _c)] 180/π = °	30.00

no

28.00

-

-

28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_{cun} = m 6.00

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_{cun})] = m 10.00

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,708.40	102.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	97.90	391.60
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	16.20	64.80
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	74.12	296.47
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	9.45	37.80

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 \gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' \gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\text{tg} \varphi'_d = \text{tg} \varphi'_k / \gamma_c =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \varphi'_d = [\text{inv} \text{tg}(\text{tg} \varphi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_{cr}, g_r
 $\alpha_p < \varphi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

● si ○ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{ed} =$ modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \varphi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \varphi'_d) \text{OCR}^2 =$ 0.50

$\nu =$ coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

$E =$ modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

$G =$ modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

$G = G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,750.0

$\sigma =$ tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 75.00

$I_r =$ Indice di rigidità $= G / (c'_d + \sigma \text{tg} \varphi'_d) = \text{kN/mq}$ 86.60

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp} [(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \varphi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 69.63

$I_r < I_{r,crit}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \varphi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \varphi'_d)] =$ 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_f = \min \{ \text{Exp} [(0.6B/L - 4.4) \text{tg} \varphi'_d + 3.07 \sin \varphi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \varphi'_d)] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1)] =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$$

$$q_r = \text{risultante sovraccarico alla profondità } D = \text{kN/mq} = 36.00$$

Su γ_d . 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d (Z_w - D) + \gamma_d' h_{cun} - (Z_w - D)) / h_{cun}$
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma_d' h_{cun} / h_{cun} - \gamma_d' (Z_w - D) / h_{cun}$
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d') (Z_w - D) / h_{cun}$

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$$

in c. dr. $\gamma_d' = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace; assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma_d' = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$

in c. dr. γ_d' è il p.s. efficace; assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$
 $\gamma_{d,r} = \text{risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz.} = \text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Gmax} 1.30
var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_G =$

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$

Valore adottato: perm. $\gamma_G = 1.30$

Valore adottato: var. $\gamma_Q = 1.50$

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k) = \text{kN}$ 118.26

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k) = \text{kN}$ 68.99

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$ 136.91

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 714.67

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 127.27

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 685.30

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 97.90

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 714.67

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 127.27

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 685.30

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 97.90

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.195 0.036 0.239 0.036 0.264 0.044 0.195 0.027

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 541.06

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 96.36

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 518.83

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 74.12

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 541.06

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,708.40

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 96.36

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,861.40

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 518.83

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,520.92

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k) = \text{kNm}$ 74.12

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$ 3,673.92

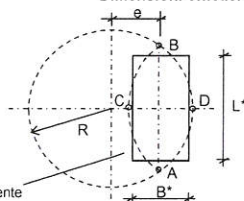
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.147 0.027 0.181 0.027 0.200 0.034 0.147 0.020

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.61 3.93 3.52 3.93 3.47 3.91 3.61 3.95

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m}$ 3.71 3.95 3.64 3.95 3.60 3.93 3.71 3.96

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

$L^* =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q =$ [sez. Q-R-N-C: $tg^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi tg \phi_d)$] =

EC7, Vesic: $N_c =$ [sez. Q-R-N-C: $(N_q - 1)/tg \phi_d$] =

EC7: $N_q =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_q - 1) tg \phi_d$] =

Vesic: $N_c =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_q + 1) tg \phi_d$] =

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q$ adottato =

Fattori di forma

EC7: $s_q =$ [sez. Q-C: $1 + \sin \phi_d$; sez. R: $1 + B^*/L^* \sin \phi_d$; se sez. N: 1] =

EC7: $s_r =$ [sez. Q-C: 0.7; sez. R: $1 - 0.3 B^*/L^*$; se sez. N: 1] =

EC7: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $(s_q N_q - 1)/(N_q - 1)$; se sez. N: 1] =

Vesic: $s_q =$ [sez. Q-R-C: $1 + B^*/L^* tg \phi_d$; se sez. N: 1] =

Vesic: $s_r =$ [sez. Q-R-C: $1 - 0.4 B^*/L^*$; se sez. N: 1] =

Vesic: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $1 + B^*/L^* (N_q / (L^* N_c))$; se sez. N: 1] =

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta =$ [sez. Q-R: se $T_{L,d} = 0$; 90°; se $T_{L,d} \neq 0$: $\arctg(T_{B,d}/T_{L,d})$; sez. N-C: 0] = °

$m_B =$ [se sez. Q-R: $(2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)$; se sez. N-C: 0] =

$m_L =$ [se sez. Q-R: $(2 + L^*/B^*) / (1 + L^*/B^*)$; se sez. N-C: 0] =

$m =$ [sez. Q-R: $(m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta)$; sez. N: 2; sez. C: $(2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)$] =

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_u / \gamma_c = kN/mq$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d/(N_d + B^* L^* c_a \cotg \phi_d) \geq 0$

$i_a =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d/(N_d + B^* L^* c_a \cotg \phi_d))^m$] =

$i_c =$ [sez. Q-R-N-C: $i_a - (1 - i_a)/(N_d - 1)$] =

$i_r =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d/(N_d + B^* L^* c_a \cotg \phi_d))^{(m+1)}$] =

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

$d_q =$ [EC7: 1; Hansen: sez. Q-R-N-C, se $D/B \leq 1$: $1 + 2D tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2/B^*$;

se $D/B > 1$: $1 + 2tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B^*)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B^*] =

$d_c =$ [EC7: 1; Hansen, Vesic (col rispettivo d_q): sez. Q-R-N-C: $d_q - (1 - d_q)/(N_c tg \phi_d)$] =

$d_r =$ [EC7: 1; Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: 1] =

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - \alpha tg \phi_d)^2$] =

$b_c =$ [sez. Q-R-N-C: $b_q - (1 - b_q)/(N_c tg \phi_d)$] =

$b_r =$ [sez. Q-R-N-C: b_q] =

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata:

$g_a =$ [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: $(1 - tg \phi_d)^2$] =

$g_c =$ [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: $g_a - (1 - g_a)/(N_c tg \phi_d)$] =

$g_r =$ [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: g_a] =

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_d della trinomia non può aumentare indefinitamente;

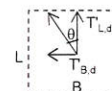
riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi =

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_f ?**

Scelta effettuata:

$r_f = r_f$ adottato =

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)



$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_d s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_d N_d s_d i_d d_d b_d g_d] = \text{kN/mq}$	938.52	936.25	923.02	919.25	919.06	923.17	936.15	938.62
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_{d,r} B' \psi_r N_d s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	450.28	487.77	427.07	473.10	418.16	474.45	448.36	492.20
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,388.81	1,424.02	1,350.09	1,392.35	1,337.22	1,397.63	1,384.51	1,430.83

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$	274.58	227.22	223.42	174.78	216.64	186.04	263.17	235.09
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	603.83	619.14	587.00	605.37	581.40	607.66	601.96	622.10
$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

sì

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse
è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min}
ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$$\begin{aligned}
 &M'_{B,d} \text{ (del tipo } M_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } M_d \text{ se sez. C)} \\
 &V) \quad \left| \begin{aligned} M'_{B,d} &= \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm} & 606.98 \\ N_d &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,708.40 \end{aligned} \right. \\
 &e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m} & 0.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &M'_{L,d} \text{ (del tipo } M_{L,d} \text{ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); } N_d = 0 \text{ se sez. N, C} \\
 &V) \quad \left| \begin{aligned} M'_{L,d} &= \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k) = \text{kNm} & 459.53 \\ N_d &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,708.40 \end{aligned} \right. \\
 &e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m} & 0.17
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$$\begin{aligned}
 B^* &= \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m} & 3.55 \\
 L^* &= \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m} & 3.66
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$$\begin{aligned}
 B_{eff} &= CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m} & - \\
 L_{eff} &= AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m} & - \\
 A_{eff} &= \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq} & - \\
 B^* &= \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m} & - \\
 \text{Analogamente: } L^* &= \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m} & -
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$\begin{aligned}
 B^* &= \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m} & 3.55 \\
 L^* &= \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m} & 3.66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B' &= \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m} & 3.55 \\
 L' &= \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m} & 3.66
 \end{aligned}$$

Terreno: valori di progetto

$$\begin{aligned}
 c' &= \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} & - \\
 r_c &= \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} = & - \\
 c_a &= \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq} & -
 \end{aligned}$$

$$tg \phi'_d = tg \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.462$$

$$\text{Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto} = \phi'_d = [\text{inv}tg(tg \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ 24.79$$

$$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta = 1.00$$

$$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ 24.79$$

Si minimizza la forza resistente

$$\begin{aligned}
 N_d &= N_{d,min} = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,708.40 \\
 H_R &= \text{azione resistente} = N_d \cdot tg \delta + c_a B' L' = \text{kN} & 1,250.96 \\
 \gamma_R &= \text{(per lo scorrimento)} = & 1.10 \\
 H_{Rd} &= \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN} & 1,137.23
 \end{aligned}$$

Si massimizza la forza di scorrimento:

$$\begin{aligned}
 &\text{perm. } \gamma_{Gmax} & 1.00 \\
 &\text{var. } \gamma_{Qmax} & 1.30 \\
 T'_{B,d} \text{ (} T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C)} &= \gamma_{Gmax} T_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T_B(Q_k) = \text{kN} & 100.44 \\
 T'_{L,d} \text{ (} T_{L,d} \text{ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)} &= \gamma_{Gmax} T_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T_L(Q_k) = \text{kN} & 58.59 \\
 H &= H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN} & 116.28
 \end{aligned}$$

$$H_{Sd} \leq H_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
			γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)						
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) +M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Gmax} (se Sfav.)	var. γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50
M ^{'''} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	195.22	343.52	805.52	343.52	310.71	459.04	290.49	459.04
T ^{'''} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	72.80	30.80	30.80	30.80	29.10	36.60	36.60	36.60
M ^{'''} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	699.62	725.72	115.42	703.27	699.62	304.75	324.96	714.29
T ^{'''} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	30.80	72.80	72.80	72.80	36.60	29.10	29.10	29.10

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kNBaricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_{G.W} = m

342.40	0.40
--------	------

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale K _{hi.B} = T ^{'''} _B /N =	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = T ^{'''} _{hi.B} = K _{hi.B} W _f = kN	9.17	3.88	3.88	3.88	3.67	4.61	4.61	4.61
Coefficiente sismico inerziale K _{hi.L} = T ^{'''} _L /N =	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = T ^{'''} _{hi.L} = K _{hi.L} W _f = kN	3.88	9.17	9.17	9.17	4.61	3.67	3.67	3.67
Tagli variati per effetto inerziale:								
T ^{'''} _B = T ^{'''} _B + T ^{'''} _{hi.B} = kN	81.97	34.68	34.68	34.68	32.77	41.21	41.21	41.21
T ^{'''} _L = T ^{'''} _L + T ^{'''} _{hi.L} = kN	34.68	81.97	81.97	81.97	41.21	32.77	32.77	32.77

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale K_{hi.B} = [S_d(T^B) / g (opp. altro valore utente)] =Coefficiente sismico inerziale K_{hi.L} = [S_d(T^L) / g (opp. altro valore utente)] =

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T'''_{hi,B} / W_f = \text{kN}$								
Taglio per effetto inerziale $= T'''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = \text{kN}$	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12
Taglio per effetto inerziale $= T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = \text{kN}$	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T'''_B = T'''_B + T'''_{hi,B} = \text{kN}$	89.92	47.92	47.92	47.92	46.22	53.72	53.72	53.72
$T'''_L = T'''_L + T'''_{hi,L} = \text{kN}$	37.65	79.65	79.65	79.65	43.45	35.95	35.95	35.95

○ 1 ● 2

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

2

Tagli per effetto inerziale

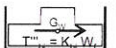
T ^{'''} _{hi.B} = K _{hi.B} W _f = kN	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12
T ^{'''} _{hi.L} = K _{hi.L} W _f = kN	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
Tagli variati per effetto inerziale:								
T ^{'''} _B = T ^{'''} _B adottato = kN	89.92	47.92	47.92	47.92	46.22	53.72	53.72	53.72
T ^{'''} _L = T ^{'''} _L adottato = kN	37.65	79.65	79.65	79.65	43.45	35.95	35.95	35.95

Momenti dovuti al trasporto di T^{'''}_{hi.B}, T^{'''}_{hi.L} sul piano di posa

M(T ^{'''} _{hi.B}) = T ^{'''} _{hi.B} h _{G.W} = kNm	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85	6.85
M(T ^{'''} _{hi.L}) = T ^{'''} _{hi.L} h _{G.W} = kNm	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74	2.74

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50	2,717.50
M ['] _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = M ^{'''} _B + M(T ^{'''} _{hi.B}) = kNm	202.07	350.37	812.37	350.37	317.56	465.89	297.34	465.89
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = T ^{'''} _B adottato = T ^{'''} _B + T ^{'''} _{hi.B} = kN	89.92	47.92	47.92	47.92	46.22	53.72	53.72	53.72
M ['] _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = M ^{'''} _L + M(T ^{'''} _{hi.L}) = kNm	702.36	728.46	118.16	706.01	702.36	307.49	327.70	717.03
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T ^{'''} _L adottato = T ^{'''} _L + T ^{'''} _{hi.L} = kN	37.65	79.65	79.65	79.65	43.45	35.95	35.95	35.95
carico unico risultante orizzontale: H' = (T _B ² + T _L ²) ^{1/2} = kN	97.48	92.95	92.95	92.95	63.44	64.64	64.64	64.64



VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 \gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma_1 \gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\text{tg} \phi'_d = \text{tg} \phi'_k / \gamma_c =$	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\text{inv}(\text{tg} \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

$\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno $= \text{kN/mq}$	15,000.00
OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =	1.00
$\alpha = \sin \phi'_d =$	0.47
α (valore alternativo) =	-
$\alpha = \alpha_{adottato} =$	0.47
k_0 = coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^4 =$	0.53
ν = coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$	0.35
E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$	9,483.1
G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$	3,521.0
G (valore alternativo) = kN/mq	-
G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$	3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$:

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$:

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 75.00

I_r = Indice di rigidità $= G / (c'_d + \sigma \text{tg} \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 88.29

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp} [(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] =$ 14.72

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp} [(0.6B/L - 4.4) \text{tg} \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_r =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1] =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$:

$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D $= \text{kN/mq} =$ 36.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{ \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d [h_{cun} - (Z_w - D)] \} / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma'_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma'_d (Z_w - D) / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [(\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w))(Z_w - D) / h_{cun}]$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [(\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w))(Z_w - D) / h_{cun}]$

2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $= \text{kN/m}^3 =$ 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

Tagli di progetto

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= T_B = \text{kN}$

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= T_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

47.92

79.65

92.95

53.72

35.95

64.64

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

812.37

2,717.50

$N_d = N = kN$		
VI) $M'_{B,d} = M'_B = kNm$		465.89
$N_d = N = kN$		2,717.50
VII) $M'_{B,d} = M'_B = kNm$		
$N_d = N = kN$		
VIII) $M'_{B,d} = M'_B = kNm$		
$N_d = N = kN$		
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$	0.299	0.171

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

$N_d = N = kN$

II) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

$N_d = N = kN$

III) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

118.16

$N_d = N = kN$

2,717.50

IV) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

$N_d = N = kN$

V) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

$N_d = N = kN$

VI) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

307.49

$N_d = N = kN$

2,717.50

VII) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

$N_d = N = kN$

VIII) $M'_{L,d} = M'_L = kNm$

$N_d = N = kN$

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{ ; se N: } e_L = 0 \text{ ; se C: } e_L = 0] = m$

0.043

0.113

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m$

3.40

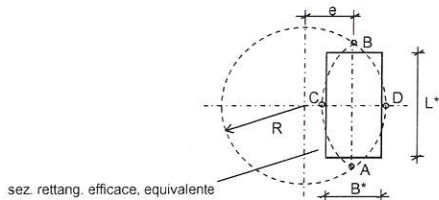
3.66

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L \text{ ; se N: } 1] = m$

3.91

3.77

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = m$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = mq$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$

3.40

3.66

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$

3.91

3.77

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

ok

ok

☒ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$

3.40

3.66

$L^* = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$

3.91

3.77

A : Capacità portante sismica INERZIALE

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi \tan \phi_d)] =$	14.72	14.72
EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/\tan \phi_d] =$	25.80	25.80
EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \tan \phi_d] =$	14.59	14.59
Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \tan \phi_d] =$	16.72	16.72

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

EC7

$N_q = N_q$ adottato=

14.59

14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$	1.47	1.47
EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$	0.70	0.70
EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$	1.50	1.50
Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \tan \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$	1.46	1.52
Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$	0.65	0.61
Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$	1.50	1.55

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

EC7

$s_q = s_q$ adottato=

1.47

1.47

$s_r = s_r$ adottato=

0.70

0.70

$s_c = s_c$ adottato=

1.50

1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$	31.03	56.21
$m_\theta = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$	1.53	1.51
$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$	1.47	1.49
$m = [\text{sez. Q-R: } (m_\theta \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$	1.48	1.50

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

-

-

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione=

-

$c_a =$ adesione terreno-fondazione= $r_c c'_d$

-

-

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cot \phi_d) \geq 0$

ok

ok

$i_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^m] =$

0.95

0.96

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_a - (1 - i_a)/(N_d - 1)] =$

0.95

0.96

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^{(m+1)}] =$

0.92

0.94

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2D \tan \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2/B';$

1.000

1.000

se $D/B > 1: 1 + 2 \tan \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B')$; Vesic: come Hansen ma B invece di B']

$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \phi_d)] =$

1.000

1.000

$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

1.000

1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \tan \phi_d)^2] =$	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi_d)] =$	1.00	1.00
$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_p)^2] =$

1.00

1.00

$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \phi_d)] =$

1.00

1.00

$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$

1.00

1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

1.00

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. Applicare r_r ?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata:

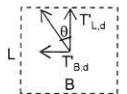
si

$r_r = r_r$ adottato=

1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_q i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	739.51	751.02
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r] = \text{kN/mq}$	310.72	342.87
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,050.23	1,093.89



B: Capacità portante sismica CINEMATICACalcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S_s S_T a_g/g = 0.017$$

 K_{hk} = (per le C. attivate) =

0.017

0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novati (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$F = 43,29 (tg\phi'_d)^3 - 105,80 (tg\phi'_d)^2 + 81,09 tg\phi'_d - 19,91 =$$

- 0.197

- 0.197

$$G = -2,8 (tg\phi'_d)^3 + 6,66 (tg\phi'_d)^2 - 4,61 tg\phi'_d + 0,35 =$$

- 0.639

- 0.639

$$A = 7,23 (tg\phi'_d)^3 - 18,39 (tg\phi'_d)^2 + 15,22 tg\phi'_d - 5,39 =$$

- 1.410

- 1.410

$$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$$

1.000

1.000

$$h_{a,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$$

0.989

0.989

$$h_{v,0} = A K_{hk} + 1 =$$

0.976

0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$$t'_c = t_c \quad h_{c,0} =$$

-

-

$$t'_a = t_a \quad h_{a,0} =$$

731.43

742.82

$$t'_v = t_v \quad h_{v,0} =$$

303.27

334.65

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_v] = \text{kN/mq}$$

1,034.70

1,077.47

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$K_{hk} < tg\phi'_d ? \quad \text{ok}$$

$$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$$

0.995

0.995

$$z_a = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,35} =$$

0.989

0.989

$$z_v = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,35} =$$

0.989

0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$$t'_c = t_c \quad z_c =$$

-

-

$$t'_a = t_a \quad z_a =$$

731.14

742.53

$$t'_v = t_v \quad z_v =$$

307.20

338.99

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_v] = \text{kN/mq}$$

1,038.35

1,081.52

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$\theta_{jk} = (1 - K_{hk}/tg\phi'_d)^{0,45} =$$

0.985

0.985

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$$t'_c = t_c =$$

-

-

$$t'_a = t_a =$$

739.51

751.02

$$t'_v = t_v \quad \theta_{jk} =$$

306.21

337.89

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_v] = \text{kN/mq}$$

1,045.72

1,088.92

4: Min(1, 2, 3)

$$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim} 1, q'_{lim} 2, q'_{lim} 3) = \text{kN/mq}$$

1,034.70

1,077.47

5: A + Cin(Ut)

$$u_c =$$

-

$$u_a =$$

-

$$u_v =$$

-

$$t'_c = t_c \quad u_c =$$

-

-

$$t'_a = t_a \quad u_a =$$

-

-

$$t'_v = t_v \quad u_v =$$

-

-

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_v] = \text{kN/mq}$$

-

-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_v] = \text{kN/mq}$$

1,050.23

1,093.89

Sceita adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Sceita effettuata:

4

$$q'_{lim} = q'_{lim} \text{ adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C:}] = \text{kN/mq}$$

1,034.70

1,077.47

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

$$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$$

$$\gamma_R \text{ (per la capacità portante)} =$$

$$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q'_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$$

$$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$$

C. I)

C. II)

C. III)

C. IV)

C. V)

C. VI)

C. VII)

C. VIII)

204.13

196.91

2.30

2.30

449.87

468.47

ok

ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$ -

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione = -

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d = \text{kN/mq}$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.425$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctg(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ 23.04$

$r_{\phi} =$ coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo $\delta = 1.00$

$\delta =$ angolo di attrito terreno-fondazione = $r_{\phi} \phi'_d = ^\circ 23.04$

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$B' =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = \text{m}$

3.40

3.66

$L' =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = \text{m}$

3.91

3.77

Forza resistente

$N_d = \text{kN}$

2,717.50

2,717.50

$H_R =$ azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$

1,155.94

1,155.94

γ_R (per lo scorrimento) =

1.10

1.10

$H_{Rd} =$ azione resistente di progetto = $H_R / \gamma_R = \text{kN}$

1,050.85

1,050.85

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

47.92

53.72

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L = \text{kN}$

79.65

35.95

$H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$

92.95

64.64

$H_{Sd} \leq H_{Rd} ?$

ok ok

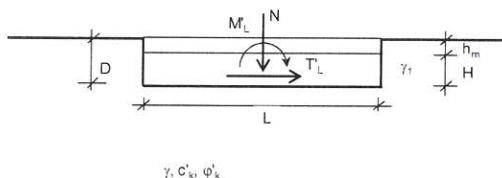
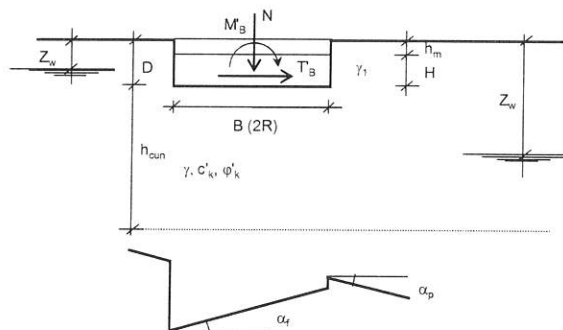
PLINTO A BICCHIERE TIPO A FILO X/05 - Y/04

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'Illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
α _f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α _p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_y e piano di camp. g_c, g_q, g_y

$$\alpha_{fp} = \alpha_f + \alpha_p = °$$

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ ₁ = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ ₁ (kN/m ³)	h ₁ (m)
Strato a: γ _{1,a} , h _{1,a}	18.00	2.00
Strato b: γ _{1,b} , h _{1,b}	-	-
Strato c: γ _{1,c} , h _{1,c}	-	-
γ ₁ = (γ _{1,a} h _{1,a} + γ _{1,b} h _{1,b} + γ _{1,c} h _{1,c}) / (h _{1,a} + h _{1,b} + h _{1,c}) = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+ φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_{cun}; D+h_{cun} = m

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ _a , h _a	19.50	3.50
Strato b: γ _b , h _b	-	-
Strato c: γ _c , h _c	-	-
γ = (γ _a h _a + γ _b h _b + γ _c h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/m ³	19.50	

c' _k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	c' _k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c' _{k,a} , h _a	-	3.50
Strato b: c' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: c' _{k,c} , h _c	-	-
c' _k = (c' _{k,a} h _a + c' _{k,b} h _b + c' _{k,c} h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/mq	-	

Comb. NON SISMICHE	Comb. SISMICHE
c' _k (kN/mq)	c' _k (kN/mq)
-	-
-	-
-	-

φ' _k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	φ' _k (°)	h (m)
Strato a: φ' _{k,a} , h _a	30.00	3.50
Strato b: φ' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: φ' _{k,c} , h _c	-	-

Comb. NON SISMICHE	Comb. SISMICHE
φ' _k (°)	φ' _k (°)
30.00	28.00
-	-
-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Scelta effettuata:

φ' _{k,a,ad} =[no: φ' _{k,a} ; si: 1,0φ' _{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ' _{k,a} se sez. R; 1,1φ' _{k,a} se sez. N]=	no
φ' _{k,b,ad} =[no: φ' _{k,b} ; si: 1,0φ' _{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ' _{k,b} se sez. R; 1,1φ' _{k,b} se sez. N]=	30.00
φ' _{k,c,ad} =[no: φ' _{k,c} ; si: 1,0φ' _{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ' _{k,c} se sez. R; 1,1φ' _{k,c} se sez. N]=	-
φ' _k = [invtg (tgφ' _{k,a,ad} h _a + tgφ' _{k,b,ad} h _b + tgφ' _{k,c,ad} h _c) / (h _a + h _b + h _c)] 180/π = °	-
	30.00

no

28.00

-

-

28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_{cun} = m 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_{cun})] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze							
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)			
			perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	Resist. (R1,R2,R3) Capacità port. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,868.90	268.50
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= kNm	55.00	219.95
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= kN	7.60	30.40
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kNm	3.95	15.70
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kN	0.80	3.20

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_r = \text{kN/m}^3$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_r = \text{kN/m}^3$	19.50
c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctg(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

$\alpha_0 < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ?

● si ○ no

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d = 0.50$

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.50$

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 = 0.50$

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) = 0.33$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = G_{adottato} = kN/mq 3,750.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 84.00$

I_r = Indice di rigidità = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 77.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 69.63

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante N_q = [sez. Q-R-N-C: $\tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)$] = 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\Psi_q = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\Psi_q = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)]; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\Psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\Psi_q = \Psi_q = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\Psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\Psi_c = \min \{ \Psi_q - (1 - \Psi_q)(N_q - 1); 1 \} = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$

$$q = \gamma_d Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$$

$$q_r = \text{risultante sovraccarico alla profondità } D = \text{kN/mq} = 45.00$$

Su γ_d . 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w - D) + \gamma_d(h_{cun} - (Z_w - D))\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun} + \gamma_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d)(Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [(\gamma_d - \gamma_w)(Z_w - D) / h_{cun}]$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r} = \text{risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz.} = \text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Gmax}	1.30
var. γ_{Gmax}	1.50
Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_G =$	-
Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_G =$	-
Valore adottato: perm. $\gamma_G =$	1.30
Valore adottato: var. $\gamma_G =$	1.50
$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T'_B(G_k) + \gamma_Q T'_B(Q_k) = \text{kN}$	55.48
$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T'_L(G_k) + \gamma_Q T'_L(Q_k) = \text{kN}$	5.84
carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN}$	55.79

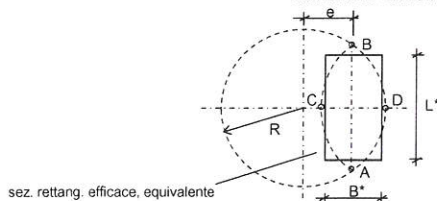
Momenti e Forze assiali di progetto

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)								
I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$	401.43							
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$	4,132.32							
II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$		71.50						
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$		3,729.57						
III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$			384.93					
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$			3,271.65					
IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$				55.00				
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$				2,868.90				
V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$					401.43			
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$					2,868.90			
VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$						71.50		
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$						3,271.65		
VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$							384.93	
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$							3,729.57	
VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$								55.00
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$								4,132.32
$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$	0.097	0.019	0.118	0.019	0.140	0.022	0.103	0.013
$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C								
I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$	28.69							
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$	4,132.32							
II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$		5.14						
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$		3,729.57						
III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$			27.50					
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$			3,271.65					
IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$				3.95				
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$				2,868.90				
V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$					28.69			
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$					2,868.90			
VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$						5.14		
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$						3,271.65		
VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$							27.50	
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$							3,729.57	
VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$								3.95
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) = \text{kN}$								4,132.32
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m}$	0.007	0.001	0.008	0.001	0.010	0.002	0.007	0.001

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$	3.81	3.96	3.76	3.96	3.72	3.96	3.79	3.97
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m}$	3.99	4.00	3.98	4.00	3.98	4.00	3.99	4.00

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

$L^* =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

- - - - -

3.81 3.96 3.76 3.96 3.72 3.96 3.79 3.97
3.99 4.00 3.98 4.00 3.98 4.00 3.99 4.00

ok ok ok ok ok ok ok ok

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(45 + \phi'/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] =$

EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) \text{tg} \phi'_d] =$

EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \text{tg} \phi'_d] =$

Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \text{tg} \phi'_d] =$

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q$ adottato =

18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40
30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14
20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09
22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40

20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \text{tg} \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_q); \text{ se sez. N: } 1] =$

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70
1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

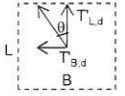
$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$

83.99 83.99 83.99 83.99 83.99 83.99 83.99 83.99
1.51 1.50 1.51 1.50 1.52 1.50 1.51 1.50
1.49 1.50 1.49 1.50 1.48 1.50 1.49 1.50
1.51 1.50 1.51 1.50 1.52 1.50 1.51 1.50



$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{m_q}] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{(m_r+1)}] =$

- - - - -
- - - - -
ok ok ok ok ok ok ok ok
0.98 0.98 0.97 0.97 0.97 0.97 0.98 0.98
0.98 0.98 0.97 0.97 0.97 0.97 0.98 0.98
0.97 0.96 0.96 0.95 0.95 0.96 0.96 0.97

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D \gg B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2D \text{tg} \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B';$

se $D/B > 1: 1 + 2 \text{tg} \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 \arctg(D/B')$; Vesic: come Hansen ma B invece di B']

$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_q \text{tg} \phi'_d)] =$

$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \text{tg} \phi'_d)^2] =$

$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_q \text{tg} \phi'_d)] =$

$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$

1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \text{tg} \alpha_p)^2] =$

$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_q \text{tg} \phi'_d)] =$

$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$

1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B , il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi =

1.00

☒ si ☐ no

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B \gg L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata:

$r_r = r_r$ adottato =

si
1.00

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_d s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_d s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	1,216.82	1,214.27	1,210.16	1,205.97	1,205.63	1,210.39	1,214.09	1,216.98
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_{d,r} B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	504.38	523.18	494.43	517.23	485.57	519.69	500.91	526.68
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,721.21	1,737.45	1,704.58	1,723.21	1,691.20	1,730.08	1,715.00	1,743.66

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$	272.40	235.52	218.18	181.17	193.76	206.90	246.69	260.12
$\gamma_R \text{ (per la capacit� portante)} =$	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	748.35	755.41	741.12	749.22	735.30	752.21	745.65	758.11
$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

☒ si ☐ no

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

$$V) \quad M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm} \quad 340.94$$

$$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} \quad 2,868.90$$

$$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m} \quad 0.12$$

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

$$V) \quad M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm} \quad 24.36$$

$$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} \quad 2,868.90$$

$$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m} \quad 0.01$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m} \quad 3.76$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m} \quad 3.98$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m} \quad -$$

$$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m} \quad -$$

$$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq} \quad -$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m} \quad -$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m} \quad -$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m} \quad 3.76$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m} \quad 3.98$$

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m} \quad 3.76$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m} \quad 3.98$$

Terreno: valori di progetto

$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} \quad -$$

$$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} = -$$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c \quad c'_d = \text{kN/mq} \quad -$$

$$\text{tg} \phi'_d = \text{tg} \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.462$$

$$\text{Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto} = \phi'_d = [\text{inv} \text{tg}(\text{tg} \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ \quad 24.79$$

$$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta = 1.00$$

$$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ \quad 24.79$$

Si minimizza la forza resistente

$$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} \quad 2,868.90$$

$$H_R = \text{azione resistente} = N_d \text{ tg} \delta + c_a B' L' = \text{kN} \quad 1,325.09$$

$$\gamma_R \text{ (per lo scorrimento)} = 1.10$$

$$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN} \quad 1,204.63$$

Si massimizza la forza di scorrimento:

$$\text{perm. } \gamma_{Gmax} \quad 1.00$$

$$\text{var. } \gamma_{Qmax} \quad 1.30$$

$$T'_{B,d} (T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = \text{kN} \quad 47.12$$

$$T'_{L,d} (T_{L,d} \text{ se sez. Q-R; } 0 \text{ se sez. N; } 0 \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN} \quad 4.96$$

$$H = H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN} \quad 47.38$$

$$H_{Sd} \leq H_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
			γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)						
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
	perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti

(se sez. N (Nastriforma) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.40	2,710.40	2,710.40	2,710.40
M ^{'''} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	267.65	368.36	835.03	368.36	508.25	608.95	274.72	608.95
T ^{'''} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	78.80	24.30	24.30	78.80	27.00	27.00	27.00	27.00
M ^{'''} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	718.88	731.48	164.10	690.92	342.68	355.28	588.81	776.61
T ^{'''} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	24.30	78.80	78.80	78.80	64.90	64.90	64.90	64.90

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kNBaricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_{G.W} = m

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,B} = T^{'''}_B/N = 0.03Taglio per effetto inerziale = T^{'''}_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kN 9.95Coefficiente sismico inerziale K_{hi,L} = T^{'''}_L/N = 0.01Taglio per effetto inerziale = T^{'''}_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN 3.07

Tagli variati per effetto inerziale:

T^{''}_B = T^{'''}_B + T^{'''}_{hi,B} = kN 88.75T^{''}_L = T^{'''}_L + T^{'''}_{hi,L} = kN 27.37

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,B} = [S_d(T^B) / g (opp. altro valore utente)] = 0.05Coefficiente sismico inerziale K_{hi,L} = [S_d(T^L) / g (opp. altro valore utente)] = 0.02Taglio per effetto inerziale = T^{'''}_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kN 17.12Taglio per effetto inerziale = T^{'''}_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN 6.85

Tagli variati per effetto inerziale:

T^{''}_B = T^{'''}_B + T^{'''}_{hi,B} = kN 95.92T^{''}_L = T^{'''}_L + T^{'''}_{hi,L} = kN 31.15

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

Tagli per effetto inerziale

T^{'''}_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kN 17.12T^{'''}_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN 6.85

Tagli variati per effetto inerziale:

T^{''}_B = T^{'''}_B + T^{'''}_{hi,B} = kN 95.92T^{''}_L = T^{'''}_L + T^{'''}_{hi,L} = kN 31.15Momenti dovuti al trasporto di T^{'''}_{hi,B}, T^{'''}_{hi,L} sul piano di posaM(T^{'''}_{hi,B}) = T^{'''}_{hi,B} h_{G.W} = kNm 6.85M(T^{'''}_{hi,L}) = T^{'''}_{hi,L} h_{G.W} = kNm 2.74

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN 2,710.41

M[']_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = M^{'''}_B + M(T^{'''}_{hi,B}) = kNm 274.50T[']_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = T^{'''}_B + T^{'''}_{hi,B} = kN 95.92M[']_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = M^{'''}_L + M(T^{'''}_{hi,L}) = kNm 721.62T[']_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T^{'''}_L + T^{'''}_{hi,L} = kN 31.15carico unico risultante orizzontale: H['] = (T[']_B² + T[']_L²)^{1/2} = kN 100.85

$$T'' = K_{hi} W_f$$

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma' / \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_s / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_s / \gamma_s =$	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\text{invtg}(\text{tg}\phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

$$\alpha_D < \phi'_d \rightarrow \text{ok}$$

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ?

☒ si ☐ no

Sceita effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.47

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.47

k_0 = coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^4 =$ 0.53

ν = coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$ 0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 9,483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,521.0

G (valore alternativo) = kN/mq -

$G = G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota $D + h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d, sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d, sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d, sat} = \gamma_d$:

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1, sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d, sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d, sat} = \gamma_d$:

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

I_r = Indice di rigidità $= G / (c'_d + \sigma \text{tg}\phi'_d) = \text{kN/mq}$ 78.83

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico $= I_{r, crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r, crit}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg}\phi'_d)] =$ 14.72

Se $I_r \geq I_{r, crit}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r, crit}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \text{tg}\phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)]; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r, crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r, crit}$: $\psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r, crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r, crit}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) \}; 1 \} =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1, sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1, sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità $D = \text{kN/mq} =$ 45.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d [h_{cun} - (Z_w - D)] / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma'_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma'_d (Z_w - D) / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d) (Z_w - D) / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d, sat} - \gamma_w) + [(\gamma_d - (\gamma_{d, sat} - \gamma_w)) (Z_w - D) / h_{cun}]$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d, sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d, sat} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [(\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)) (Z_w - D) / h_{cun}]$

2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d, sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d, sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tagli di progetto

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

41.42	44.12	44.12
85.65	71.75	71.75
95.14	84.23	84.23

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

841.88
2,710.41

515.10

$N_d = N = \text{kN}$	2,710.40		
V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$		615.80	
$N_d = N = \text{kN}$		2,710.40	
VII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$			
$N_d = N = \text{kN}$			
VIII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$			
$N_d = N = \text{kN}$			
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$	0.311	0.190	0.227

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

166.84

2,710.41

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

345.42

$N_d = N = \text{kN}$

2,710.40

VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

358.02

VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

2,710.40

VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{ ; se N: } e_L = 0 \text{ ; se C: } e_L = 0 \text{]} = \text{m}$

0.062

0.127

0.132

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$

3.38

3.62

3.55

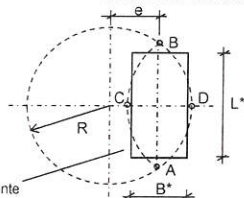
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{ ; se N: } 1] = \text{m}$

3.88

3.75

3.74

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$

3.38

3.62

3.55

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$

3.88

3.75

3.74

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

ok

ok

ok

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$

3.38

3.62

3.55

$L^* = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$

3.88

3.75

3.74

A : Capacità portante sismica INERZIALE

C. I)

C. II)

C. III)

C. IV)

C. V)

C. VI)

C. VII)

C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi \tan \phi_d)] =$

EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) \tan \phi_d] =$

EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \tan \phi_d] =$

Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \tan \phi_d] =$

14.72

14.72

14.72

25.80

25.80

25.80

14.59

14.59

14.59

16.72

16.72

16.72

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q$ adottato =

EC7

14.59

14.59

14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \tan \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$

1.47

1.47

1.47

0.70

0.70

0.70

1.50

1.50

1.50

1.46

1.51

1.50

0.65

0.61

0.62

1.50

1.55

1.54

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

EC7

1.47

1.47

1.47

0.70

0.70

0.70

1.50

1.50

1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0: \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m_\theta = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_\theta \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$

25.81

31.59

31.59

1.53

1.51

1.51

1.47

1.49

1.49

1.48

1.50

1.49

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c =$ kN/mq

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d =$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d) \geq 0$

$i_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^m] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_a - (1 - i_a) / (N_d - 1)] =$

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^{(m+1)}] =$

-

-

-

-

-

-

ok

ok

ok

0.95

0.95

0.95

0.94

0.95

0.95

0.92

0.92

0.92

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2D \tan \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B; \text{ se } D/B > 1: 1 + 2 \tan \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$

$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi_d)] =$

$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

1.000

1.000

1.000

1.000

1.000

1.000

1.000

1.000

1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \tan \phi_d)^2] =$

$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi_d)] =$

$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \phi_d)^2] =$

$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi_d)] =$

$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per B $\geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi =

1.00

☒ si ☐ no

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata:

$r_r = r_r$ adottato =

si

1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] =$ kN/mq

$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] =$ kN/mq

$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] =$ kN/mq

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] =$ kN/mq

-

-

-

923.28

928.46

928.52

307.93

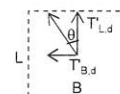
333.14

326.33

1,231.21

1,261.61

1,254.85



B: Capacità portante sismica CINEMATICACalcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S S_T a_g/g = 0.017$$

$$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$$

0.017 0.017 0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$F = 43,29 (tg\varphi'_d)^3 - 105,80 (tg\varphi'_d)^2 + 81,09 tg\varphi'_d - 19,91 =$$

- 0.197 - 0.197 - 0.197

$$G = -2,8 (tg\varphi'_d)^3 + 6,66 (tg\varphi'_d)^2 - 4,61 tg\varphi'_d + 0,35 =$$

- 0.639 - 0.639 - 0.639

$$A = 7,23 (tg\varphi'_d)^3 - 18,39 (tg\varphi'_d)^2 + 15,22 tg\varphi'_d - 5,39 =$$

- 1.410 - 1.410 - 1.410

$$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$$

1.000 1.000 1.000

$$h_{a,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$$

0.989 0.989 0.989

$$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$$

0.976 0.976 0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$$t'_c = t_c \quad h_{c,0} =$$

- - -

$$t'_a = t_a \quad h_{a,0} =$$

913.19 918.32 918.38

$$t'_r = t_r \quad h_{r,0} =$$

300.55 325.16 318.51

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,213.74 1,243.48 1,236.89

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$K_{hk} < tg\varphi'_d ? \quad \text{ok}$$

$$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$$

0.995 0.995 0.995

$$z_a = (1 - K_{hk}/tg\varphi'_d)^{0,35} =$$

0.989 0.989 0.989

$$z_r = (1 - K_{hk}/tg\varphi'_d)^{0,35} =$$

0.989 0.989 0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$$t'_c = t_c \quad z_c =$$

- - -

$$t'_a = t_a \quad z_a =$$

912.83 917.96 918.02

$$t'_r = t_r \quad z_r =$$

304.45 329.38 322.64

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,217.28 1,247.34 1,240.66

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$e_{rk} = (1 - K_{hk} / tg\varphi'_d)^{0,45} =$$

0.985 0.985 0.985

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$$t'_c = t_c \quad e_{rk} =$$

- - -

$$t'_a = t_a \quad e_{rk} =$$

923.28 928.46 928.52

$$t'_r = t_r \quad e_{rk} =$$

303.46 328.31 321.59

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,226.74 1,256.77 1,250.11

4: Min(1, 2, 3)

$$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim} 1, q'_{lim} 2, q'_{lim} 3) = \text{kN/mq}$$

1,213.74 1,243.48 1,236.89

5: A + Cin(Ut)

$$u_c =$$

$$u_a =$$

$$u_r =$$

$$t'_c = t_c \quad u_c =$$

- - -

$$t'_a = t_a \quad u_a =$$

- - -

$$t'_r = t_r \quad u_r =$$

- - -

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$$

- - -

6: A (effetto Cinematico annullato)

$$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_r] = \text{kN/mq}$$

1,231.21 1,261.61 1,254.85

Sceita adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Sceita effettuata:

4

$$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$$

1,213.74 1,243.48 1,236.89

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

$$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$$

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$$\gamma_R (\text{per la capacità portante}) =$$

206.91 199.93 204.62

$$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q'_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$$

2.30 2.30 2.30

$$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$$

527.71 540.64 537.78

ok ok ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

-

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

-

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d = \text{kN/mq}$

-

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} =$

0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$

23.04

$r_{\phi} =$ coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo $\delta =$

1.00

$\delta =$ angolo di attrito terreno-fondazione = $r_{\phi} \phi'_d = ^\circ$

23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$B' =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = \text{m}$

3.38

3.62

3.55

$L' =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = \text{m}$

3.88

3.75

3.74

Forza resistente

$N_d = \text{kN}$

2,710.41

2,710.40

2,710.40

$H_R =$ azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$

1,152.92

1,152.92

1,152.92

γ_R (per lo scorrimento) =

1.10

1.10

1.10

$H_{Rd} =$ azione resistente di progetto = $H_R / \gamma_R = \text{kN}$

1,048.11

1,048.11

1,048.11

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

41.42

44.12

44.12

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L = \text{kN}$

85.65

71.75

71.75

$H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$

95.14

84.23

84.23

$H_{Sd} \leq H_{Rd} ?$

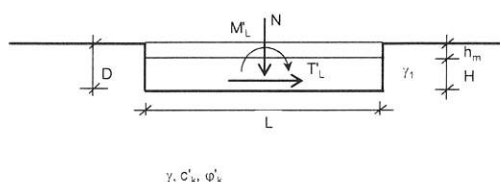
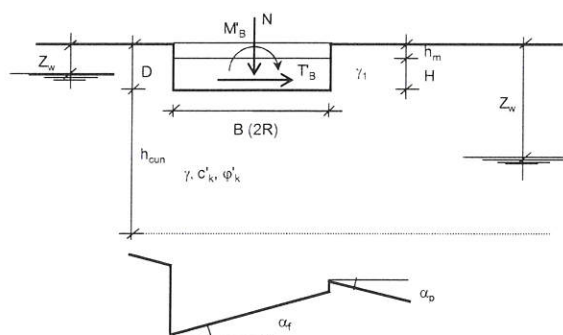
ok ok ok

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
α _f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α _p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_y e piano di camp. g_c, g_q, g_y

$$\alpha_{fp} = \alpha_f + \alpha_p = °$$

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ ₁ = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ ₁ (kN/m ³)	h ₁ (m)
Strato a: γ _{1,a} , h _{1,a}	18.00	2.00
Strato b: γ _{1,b} , h _{1,b}	-	-
Strato c: γ _{1,c} , h _{1,c}	-	-
γ ₁ = (γ _{1,a} h _{1,a} + γ _{1,b} h _{1,b} + γ _{1,c} h _{1,c}) / (h _{1,a} + h _{1,b} + h _{1,c}) = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+ φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_{cun}: D+h_{cun} = m

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ _a , h _a	19.50	3.50
Strato b: γ _b , h _b	-	-
Strato c: γ _c , h _c	-	-
γ = (γ _a h _a + γ _b h _b + γ _c h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE	c' _k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c' _{k,a} , h _a	-	3.50
Strato b: c' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: c' _{k,c} , h _c	-	-
c' _k = (c' _{k,a} h _a + c' _{k,b} h _b + c' _{k,c} h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/mq	-	

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	c' _k (kN/mq)	h (m)
-	-	3.50
-	-	-
-	-	-

φ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE	φ' _k (°)	h (m)
Strato a: φ' _{k,a} , h _a	30.00	3.50
Strato b: φ' _{k,b} , h _b	-	-
Strato c: φ' _{k,c} , h _c	-	-

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	φ' _k (°)	h (m)
-	28.00	3.50
-	-	-
-	-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Scelta effettuata:

φ' _{k,a,ad} =[no: φ' _{k,a} ; si: 1,0 φ' _{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,a} se sez. R; 1,1 φ' _{k,a} se sez. N]=	30.00
φ' _{k,b,ad} =[no: φ' _{k,b} ; si: 1,0 φ' _{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,b} se sez. R; 1,1 φ' _{k,b} se sez. N]=	-
φ' _{k,c,ad} =[no: φ' _{k,c} ; si: 1,0 φ' _{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) φ' _{k,c} se sez. R; 1,1 φ' _{k,c} se sez. N]=	-
φ' _k = [invtg (tg φ' _{k,a,ad} h _a + tg φ' _{k,b,ad} h _b + tg φ' _{k,c,ad} h _c) / (h _a + h _b + h _c)] 180/π = °	30.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_{cun} = m 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_{cun})] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,868.90	268.50
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	3.95	15.70
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	0.80	3.20
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	55.00	219.95
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	7.60	30.40

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma' / \gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

● si ○ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 =$ 0.50

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,750.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 77.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 69.63

$I_r < I_{r,crit}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}, \psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}, \psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}, \psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}, \psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}, \psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}, \psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) \} =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

Su γ_d 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
 b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d (Z_w - D) + \gamma_d [h_{cun} - (Z_w - D)]\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d) (Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$;

in c. dr. γ_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Gmax} 1.30

var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_G =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_G =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 5.84

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k)$ = kN 55.48

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 55.79

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 28.69

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,132.32

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 5.14

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,729.57

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 27.50

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,271.65

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 3.95

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,868.90

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 28.69

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,868.90

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 5.14

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,271.65

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 27.50

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,729.57

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 3.95

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,132.32

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d =$ eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C] = m 0.007

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 401.43

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,132.32

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 71.50

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,729.57

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 384.93

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,271.65

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 55.00

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,868.90

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 401.43

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,868.90

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 71.50

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,271.65

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 384.93

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,729.57

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 55.00

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,132.32

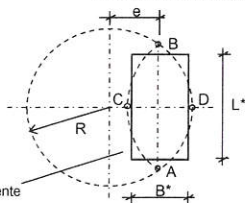
$e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L = 0$; se C: $e_L = 0$] = m 0.097

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m 3.99

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m 3.81

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d =$ eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD =$ asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e) = m$

$L_{eff} = AB =$ l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$

$A_{eff} =$ area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m

-	-	-	-	-	-	-	-
3.99	4.00	3.98	4.00	3.98	4.00	3.99	4.00
3.81	3.96	3.76	3.96	3.72	3.96	3.79	3.97

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m **No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat! No, disat!**

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

$L^* =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

3.99	4.00	3.98	4.00	3.98	4.00	3.99	4.00
3.81	3.96	3.76	3.96	3.72	3.96	3.79	3.97

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \phi_d/2) \text{Exp}(\pi \lg \phi_d)] =$

EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/\lg \phi_d] =$

EC7, $N_\gamma = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2(N_q - 1) \lg \phi_d] =$

Vesic: $N_\gamma = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2(N_q + 1) \lg \phi_d] =$

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40
30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14
20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09
22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40

Scelta per N_γ :

Scelta effettuata per N_γ :

$N_\gamma = N_\gamma$ adottato =

<input checked="" type="radio"/> EC7	<input type="radio"/> Vesic
EC7	
20.09	20.09
20.09	20.09
20.09	20.09
20.09	20.09
20.09	20.09
20.09	20.09
20.09	20.09

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B^*/L^* \sin \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_\gamma = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B^*/L^*; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q + 1); \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B^*/L^* \lg \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_\gamma = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B^*/L^*; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B^* N_q / (L^* N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$

1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
1.60	1.58	1.61	1.58	1.62	1.58	1.61	1.58
0.58	0.60	0.58	0.60	0.57	0.60	0.58	0.60
1.64	1.62	1.65	1.62	1.65	1.62	1.64	1.61

Scelta per s_q, s_γ, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_\gamma = s_\gamma$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

<input checked="" type="radio"/> EC7	<input type="radio"/> Vesic
EC7	
1.50	1.50
0.70	0.70
1.53	1.53
1.50	1.50
1.50	1.50
1.50	1.50
1.50	1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

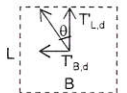
$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L^*/B^*) / (1 + L^*/B^*); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)] =$

6.01	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01
1.49	1.50	1.49	1.50	1.48	1.50	1.49	1.50
1.51	1.50	1.51	1.50	1.52	1.50	1.51	1.50
1.51	1.50	1.51	1.50	1.52	1.50	1.51	1.50



$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_u / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cotg \phi_d) \geq 0$

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cotg \phi_d))^m] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$

$i_\gamma = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cotg \phi_d))^{(m+1)}] =$

-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98
0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98
0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2D \lg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B^*;$

se $D/B > 1: 1 + 2 \lg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B^*)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B^*]

$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_q \lg \phi_d)] =$

$d_\gamma = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha \lg \phi_d)^2] =$

$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_q \lg \phi_d)] =$

$b_\gamma = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$

1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata:

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \lg \alpha)^2] =$

$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_q \lg \phi_d)] =$

$g_\gamma = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$

1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi =

1.00

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_r ?**

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata:

$r_r = r_r$ adottato =

sì
1.00

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	1,216.82	1,214.27	1,210.16	1,205.97	1,205.63	1,210.39	1,214.09	1,216.98
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d, B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	528.29	527.88	523.12	521.88	519.48	525.02	526.22	529.95
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,745.11	1,742.15	1,733.28	1,727.85	1,725.12	1,735.41	1,740.31	1,746.93

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = \text{kN/mq}$	272.40	235.52	218.18	181.17	193.76	206.90	246.69	260.12
$\gamma_R \text{ (per la capacit� portante)} =$	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	758.75	757.46	753.60	751.24	750.05	754.53	756.66	759.54
$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto:

2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

sì

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$$\begin{aligned}
 &M'_{B,d} \text{ (del tipo } M_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } M_d \text{ se sez. C)} \\
 &V) \quad \left| \begin{aligned} M'_{B,d} &= \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm} & 24.36 \\ N_d &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,868.90 \end{aligned} \right. \\
 &e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m} & 0.01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &M'_{L,d} \text{ (del tipo } M_{L,d} \text{ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); } N_d=0 \text{ se sez. N, C} \\
 &V) \quad \left| \begin{aligned} M'_{L,d} &= \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm} & 340.94 \\ N_d &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,868.90 \end{aligned} \right. \\
 &e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d}/N_d \text{ ; se N: } e_L=0 \text{ ; se C: } e_L=0] = \text{m} & 0.12
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$$\begin{aligned}
 B^* &= \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m} & 3.98 \\
 L^* &= \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{ ; se N: } 1] = \text{m} & 3.76
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$$\begin{aligned}
 B_{eff} &= CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m} & - \\
 L_{eff} &= AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m} & - \\
 A_{eff} &= \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq} & - \\
 B^* &= \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m} & - \\
 \text{Analogamente: } L^* &= \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m} & -
 \end{aligned}$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$\begin{aligned}
 B^* &= \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m} & 3.98 \\
 L^* &= \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m} & 3.76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B' &= \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m} & 3.98 \\
 L' &= \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m} & 3.76
 \end{aligned}$$

Terreno: valori di progetto

$$\begin{aligned}
 c' &= \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} & - \\
 r_c &= \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} = & - \\
 c_a &= \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq} & -
 \end{aligned}$$

$$tg \phi'_d = tg \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.462$$

$$\text{Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto} = \phi'_d = [\text{inv}tg(tg \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ 24.79$$

$$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta = 1.00$$

$$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ 24.79$$

Si minimizza la forza resistente

$$\begin{aligned}
 N_d (=N_{d,min}) &= \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN} & 2,868.90 \\
 H_R &= \text{azione resistente} = N_d \cdot tg \delta + c_a B' L' = \text{kN} & 1,325.09 \\
 \gamma_R &= \text{(per lo scorrimento)} = & 1.10 \\
 H_{Rd} &= \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN} & 1,204.63
 \end{aligned}$$

Si massimizza la forza di scorrimento:

$$\begin{aligned}
 &\text{perm. } \gamma_{Gmax} & 1.00 \\
 &\text{var. } \gamma_{Qmax} & 1.30 \\
 T_{B,d} (T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C}) &= \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = \text{kN} & 4.96 \\
 T'_{L,d} (T'_{L,d} \text{ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C}) &= \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN} & 47.12 \\
 H &= H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T_{B,d}^2 + T'_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN} & 47.38
 \end{aligned}$$

$$H_{Sd} \leq H_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

			Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm. (se Sfav.)	perm. (se Fav.)	var. (se Sfav.)	var. (se Fav.)	γ_s	γ_e	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Gmax} (se Sfav.)	var. γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_s	γ_e	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.40	2,710.40	2,710.40	2,710.40
M ^{'''} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	718.88	731.48	164.10	690.92	342.68	355.28	588.81	776.61
T ^{'''} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	24.30	78.80	78.80	78.80	64.90	64.90	64.90	64.90
M ^{'''} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	267.65	368.36	835.03	368.36	508.25	608.95	274.72	608.95
T ^{'''} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	78.80	24.30	24.30	78.80	27.00	27.00	27.00	27.00

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kNBaricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_{G-W} = m

342.40	0.40
--------	------

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T''''_{hi,B}/N$ =Taglio per effetto inerziale = $T''''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kNCoefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T''''_{hi,L}/N$ =Taglio per effetto inerziale = $T''''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

 $T''_B = T''_B + T''''_{hi,B}$ = kN $T''_L = T''_L + T''''_{hi,L}$ = kN

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T_B^B)/g]$ (opp. altro valore utente) =Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T_L^L)/g]$ (opp. altro valore utente) =Taglio per effetto inerziale = $T''''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kNTaglio per effetto inerziale = $T''''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

 $T''_B = T''_B + T''''_{hi,B}$ = kN $T''_L = T''_L + T''''_{hi,L}$ = kN

○ 1 ● 2

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

2

Tagli per effetto inerziale

 $T''''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN $T''''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

 $T''_B = T''_B + T''''_{hi,B}$ = kN $T''_L = T''_L + T''''_{hi,L}$ = kNMomenti dovuti al trasporto di $T''''_{hi,B}$, $T''''_{hi,L}$ sul piano di posa $M(T''''_{hi,B}) = T''''_{hi,B} h_{G-W}$ = kNm $M(T''''_{hi,L}) = T''''_{hi,L} h_{G-W}$ = kNm

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

 M'_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M''_B + M(T''''_{hi,B})$ = kNm T'_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T''_B + T''''_{hi,B}$ = kN M'_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M''_L + M(T''''_{hi,L})$ = kNm T'_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T''_L + T''''_{hi,L}$ = kNcarico unico risultante orizzontale: $H' = (T'^2_B + T'^2_L)^{1/2}$ = kN

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.40	2,710.40	2,710.40	2,710.40
725.73	738.33	170.95	697.77	349.53	362.13	595.66	783.46
41.42	95.92	95.92	95.92	82.02	82.02	82.02	82.02
270.39	371.10	837.77	371.10	510.99	611.69	277.46	611.69
85.65	31.15	31.15	85.65	33.85	33.85	33.85	33.85
95.14	100.85	100.85	128.59	88.73	88.73	88.73	88.73

$$T'''' = K_{hi} W_f$$

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 \gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' \gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\text{tg} \phi'_d = \text{tg} \phi'_k / \gamma_c =$	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\text{invtg}(\text{tg} \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

$$\alpha_p < \phi'_d \quad \text{ok}$$

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15.000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.47

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.47

k_0 = coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 =$ 0.53

ν = coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$ 0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 9.483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3.521.0

G (valore alternativo) = kN/mq -

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3.521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

I_r = Indice di rigidezza $= G / (c'_d + \sigma \text{tg} \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 78.83

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] =$ 14.72

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \text{tg} \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q \cdot (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1 \} =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$

$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} =$ 45.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{ \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d [h_{cun} - (Z_w - D)] \} / h_{cun}$

$\gamma_{d,r} = \gamma_d (Z_w - D) / h_{cun} + \gamma'_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma'_d (Z_w - D) / h_{cun}$

$\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma'_d) (Z_w - D) / h_{cun}$

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)] (Z_w - D) / h_{cun}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = $\text{kN/m}^3 =$ 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Tagli di progetto

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

$T'_{L,d}$ ($T'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

41.42	95.92		95.92			82.02	82.02
85.65	31.15		85.65			33.85	33.85
95.14	100.85		128.59			88.73	88.73

Momenti e Forze assiali di progetto

$M_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 725.73

$N_d = N = \text{kN}$ 2,710.41

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 738.33

$N_d = N = \text{kN}$ 2,710.41

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

697.77

2,710.41

	$N_d = N = \text{kN}$				
	VI) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$				
	$N_d = N = \text{kN}$				
	VII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$			595.66	
	$N_d = N = \text{kN}$			2,710.40	
	VIII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$				783.46
	$N_d = N = \text{kN}$				2,710.40
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$	0.268	0.272	0.257	0.220	0.289

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 270.39
 $N_d = N = \text{kN}$ 2,710.41

II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 371.10
 $N_d = N = \text{kN}$ 2,710.41

III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$
 $N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 371.10
 $N_d = N = \text{kN}$ 2,710.41

V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$
 $N_d = N = \text{kN}$

VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$
 $N_d = N = \text{kN}$

VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 277.46
 $N_d = N = \text{kN}$ 2,710.40

VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 611.69
 $N_d = N = \text{kN}$ 2,710.40

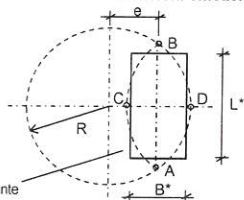
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{ ; se N: } e_L = 0 \text{ ; se C: } e_L = 0 \text{]} = \text{m}$ 0.100 0.137 0.137 0.102 0.226

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.46 3.46 3.49 3.56 3.42

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{ ; se N: } 1] = \text{m}$ 3.80 3.73 3.73 3.80 3.55

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 3.46 3.46 3.49 3.56 3.42

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 3.80 3.73 3.73 3.80 3.55

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m ok ok ok ok ok

☒ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$ 3.46 3.46 3.49 3.56 3.42

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$ 3.80 3.73 3.73 3.80 3.55

B: Capacità portante sismica CINEMATICACalcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_d)/g = \beta_s S a_d/g = \beta_s S_s S_T a_d/g = 0.017$$

$$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) = 0.017$$

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$F = 43,29 (tg\varphi'_d)^3 - 105,80 (tg\varphi'_d)^2 + 81,09 tg\varphi'_d - 19,91 = -0.197$$

$$G = -2,8 (tg\varphi'_d)^3 + 6,66 (tg\varphi'_d)^2 - 4,61 tg\varphi'_d + 0,35 = -0.639$$

$$A = 7,23 (tg\varphi'_d)^3 - 18,39 (tg\varphi'_d)^2 + 15,22 tg\varphi'_d - 5,39 = -1.410$$

$$h_{a,0} = (\text{valore fisso}) = 1.000$$

$$h_{a,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 = 0.989$$

$$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 = 0.976$$

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$$t'_c = t_c \quad h_{a,0} = -$$

$$t'_a = t_a \quad h_{a,0} = 912.96$$

$$t'_r = t_r \quad h_{r,0} = 308.10$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = kN/mq \quad 1.221.06$$

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$K_{hk} < tg\varphi'_d ? \quad \text{ok}$$

$$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} = 0.995$$

$$z_a = (1 - K_{hk}/tg\varphi'_d)^{0.35} = 0.989$$

$$z_r = (1 - K_{hk}/tg\varphi'_d)^{0.35} = 0.989$$

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$$t'_c = t_c \quad z_c = -$$

$$t'_a = t_a \quad z_a = 912.61$$

$$t'_r = t_r \quad z_r = 312.09$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = kN/mq \quad 1.224.70$$

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$$e_{s,k} = (1 - K_{hk}/tg\varphi'_d)^{0.45} = 0.985$$

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$$t'_c = t_c = -$$

$$t'_a = t_a = 923.05$$

$$t'_r = t_r \quad e_{s,k} = 311.08$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = kN/mq \quad 1.234.13$$

4: Min(1, 2, 3)

$$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = kN/mq \quad 1.221.06$$

5: A + Cin(Ut)

$$u_c = -$$

$$u_a = -$$

$$u_r = -$$

$$t'_c = t_c \quad u_c = -$$

$$t'_a = t_a \quad u_a = -$$

$$t'_r = t_r \quad u_r = -$$

$$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = kN/mq \quad -$$

6: A (effetto Cinematico annullato)

$$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_r] = kN/mq \quad 1.238.71$$

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Scelta effettuata:

$$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C:}] = kN/mq \quad 1.221.06$$

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

$$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B'L'] = kN/mq \quad 205.85$$

$$\gamma_R (\text{per la capacità portante}) = 2.30$$

$$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q'_{lim} / \gamma_R = kN/mq \quad 530.90$$

$$q_{Sd} \leq q_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

$$\text{ok}$$

$$\text{ok}$$

$$\text{ok}$$

$$\text{ok}$$

☐ 1:A+B1
 ☐ 2:A+B2
 ☐ 3:A+B3
 ☒ 4:Min(1, 2, 3)
 ☐ 5:A+Cin(Ut)
 ☐ 6:A

4

C. I)

C. II)

C. III)

C. IV)

C. V)

C. VI)

C. VII)

C. VIII)

VERIFICA A SCORRIMENTO

[illegible]

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrilevante se l'approccio scelto è 1): **si**

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Qmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_d	γ_e	γ_{au}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

c_a = adesione terreno-fondazione = r_c c'_d = kN/mq

$$\operatorname{tg} \varphi'_d = \operatorname{tg} \varphi'_k / \gamma_{\varphi'} = 0.425$$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\varphi'_d = [\text{invtg}(\text{tg}\varphi'_d)] \cdot 180/\pi = ^\circ$

r_φ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo φ'_d all'angolo δ =

$$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \varphi'_d = 0 \quad 23.04$$

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = B* = m	3.46	3.46	3.49	3.56	3.42
---	------	------	------	------	------

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$	3.80	3.73	3.73	3.80	3.55
--	------	------	------	------	------

Forza resistente

N _d = kN	2,710.41	2,710.41	2,710.41	2,710.40	2,710.40
---------------------	----------	----------	----------	----------	----------

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \cdot \tan \delta + c_a \cdot B' \cdot L' = \text{kN}$	1,152.92	1,152.92	1,152.92	1,152.92	1,152.92
--	----------	----------	----------	----------	----------

γ_R (per lo scorrimento) =	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
-----------------------------------	------	------	------	------	------

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN	41.42	95.92	95.92	82.02	82.02
--	-------	-------	-------	-------	-------

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN	85.65	31.15	85.65	33.85	33.85
---	-------	-------	-------	-------	-------

$H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto $= (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$	95.14	100.85	128.59	88.73	88.73
--	-------	--------	--------	-------	-------

$H_{Sd} \leq H_{Rd}?$	ok	ok	ok		ok	ok
-----------------------	----	----	----	--	----	----

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO A

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} Q_{ki})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{1i} Q_{ki})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} Q_{ki})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN 2,115.4

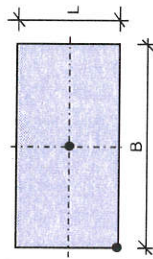
$N_s = N$ o strati del terreno = 3

B = larghezza fondazione = m 4.00

L = lunghezza fondazione = m 4.00

q = pressione risultante = N / (B L) = kN/mq 132.2

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : Centro



Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

$B' = m$ 2.00

$L' = m$ 2.00

$K_z =$ 4.00

$K_x =$ -

$K_y =$ -

N _s	Strato	Tipo terreno	s _i (m)	z _i (m)	z _{i+1} (m)	Δz _i (m)	Δz _i (ausiliaria)	N _{ss} = s _i /Δz _i	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)			
									Cedim. Totali	E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	Cedim. Immediati	v	W _i = ΔW _{i,j}	W _D = ΣW _{D,i}
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	0.30	30,000	0.30	0.30	1.38	-
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	0.25	4,000	0.30	0.30	2.03	0.51
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	0.25	40,000	0.25	0.25	0.12	-
4	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$Z_{max} = m$ 19.30									$\Sigma N_{ss} =$ 25.0				$\Sigma W_i =$ 3.53			
									$Cr (Cr_i, Cr_i, Cr_o) =$				3.02			
													1.00			
													0.51			
													-			

VERIFICHE CEDIMENTI

$w_{T,d}$ = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_T $Cr_1 = cm$ #VALORE!

$w_{T,lim}$ = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm 5.00

$w_{T,d} \leq w_{T,lim}$? #VALORE!

$w_{i,d}$ = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w_i $Cr_1 = cm$ 3.02

$w_{i,lim}$ = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm 5.00

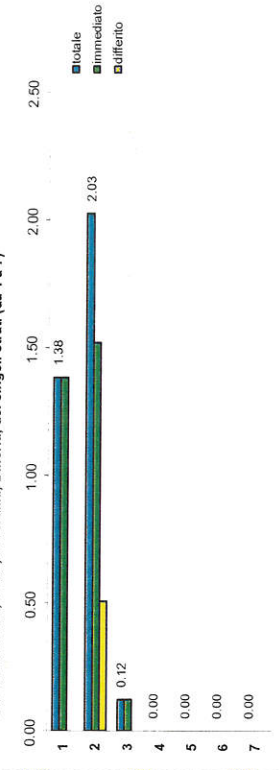
$w_{i,d} \leq w_{i,lim}$? ok

$w_{D,d}$ = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w_D $Cr_D = cm$ -

$w_{D,lim}$ = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm -

$w_{D,d} \leq w_{D,lim}$? ok

Cedimenti in cm, Totali, Immediati, Differiti, dei singoli strati (da 1 a 7)



Cedimenti dei singoli strati j indicati

$w_1 =$	$w_2 =$	$w_3 =$	$w_4 =$	$w_5 =$	$w_6 =$	$w_7 =$
w_1	$w_{1,2}-w_1$	$w_{1,3}-w_{1,2}$	$w_{1,4}-w_{1,3}$	$w_{1,5}-w_{1,4}$	$w_{1,6}-w_{1,5}$	$w_{1,7}-w_{1,6}$
1.38	2.03	0.12	-	-	-	-

Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da..., a...)

w_1	$w_{1,2}$	$w_{1,3}$	$w_{1,4}$	$w_{1,5}$	$w_{1,6}$	$w_{1,7}$
1.38	3.41	3.53	-	-	-	-

N _{ss}	Strato	z (m)	Δz _i (m)	z _i =z - Δz _i /2	R ₁	R ₂	R ₃	Δσ _{z1} (kN/mq)	Δσ _{z2} (kN/mq)	Δσ _{yi} (kN/mq)	E _i (kN/mq)	v _i	w _i (cm)	Σw _i (cm)	Str. 1	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
															Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	
1	1	0.53	0.53	0.26	2.02	2.02	2.84	-	131.99	-	-	30,000	0.30	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	-	-	-
2	1	1.05	0.53	0.79	2.15	2.15	2.94	-	127.19	-	-	30,000	0.30	0.22	0.45	0.45	0.45	0.45	-	-	-
3	1	1.58	0.53	1.31	2.39	2.39	3.12	-	114.67	-	-	30,000	0.30	0.20	0.65	0.65	0.65	0.65	-	-	-
4	1	2.10	0.53	1.84	2.72	2.72	3.37	-	97.97	-	-	30,000	0.30	0.17	0.83	0.83	0.83	0.83	-	-	-
5	1	2.63	0.53	2.36	3.10	3.10	3.69	-	81.30	-	-	30,000	0.30	0.14	0.97	0.97	0.97	0.97	-	-	-
6	1	3.15	0.53	2.89	3.51	3.51	4.04	-	66.78	-	-	30,000	0.30	0.12	1.08	1.08	1.08	1.08	-	-	-
7	1	3.68	0.53	3.41	3.96	3.96	4.43	-	54.90	-	-	30,000	0.30	0.10	1.18	1.18	1.18	1.18	-	-	-
8	1	4.20	0.53	3.94	4.42	4.42	4.85	-	45.42	-	-	30,000	0.30	0.08	1.26	1.26	1.26	1.26	-	-	-
9	1	4.73	0.53	4.46	4.89	4.89	5.28	-	37.93	-	-	30,000	0.30	0.07	1.33	1.33	1.33	1.33	-	-	-
10	1	5.25	0.53	4.99	5.37	5.37	5.73	-	31.98	-	-	30,000	0.30	0.06	1.38	1.38	1.38	1.38	-	-	-
11	2	5.50	0.25	5.38	5.74	5.74	6.07	-	28.38	-	-	3,000	0.25	0.50	1.88	1.88	1.88	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	5.97	5.97	6.30	-	26.35	-	-	3,000	0.25	0.22	2.10	2.10	2.10	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	6.21	6.21	6.52	-	24.51	-	-	3,000	0.25	0.20	2.30	2.30	2.30	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	6.44	6.44	6.75	-	22.85	-	-	3,000	0.25	0.19	2.49	2.49	2.49	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	6.68	6.68	6.97	-	21.34	-	-	3,000	0.25	0.18	2.67	2.67	2.67	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	6.92	6.92	7.20	-	19.97	-	-	3,000	0.25	0.17	2.84	2.84	2.84	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	7.16	7.16	7.43	-	18.72	-	-	3,000	0.25	0.16	2.99	2.99	2.99	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	7.40	7.40	7.67	-	17.58	-	-	3,000	0.25	0.15	3.14	3.14	3.14	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	7.64	7.64	7.90	-	16.54	-	-	3,000	0.25	0.14	3.28	3.28	3.28	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	7.88	7.88	8.13	-	15.58	-	-	3,000	0.25	0.13	3.41	3.41	3.41	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	9.12	9.12	9.34	-	11.76	-	-	40,000	0.25	0.01	3.42	3.42	3.42	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	11.38	11.38	11.55	-	7.65	-	-	40,000	0.25	0.04	3.46	3.46	3.46	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	13.65	13.65	13.79	-	5.35	-	-	40,000	0.25	0.03	3.49	3.49	3.49	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	15.93	15.93	16.05	-	3.94	-	-	40,000	0.25	0.02	3.51	3.51	3.51	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	18.21	18.21	18.32	-	3.02	-	-	40,000	0.25	0.02	3.53	3.53	3.53	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_i (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito (m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_j s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$			
	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta\sigma'_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	26.311	1
2	15.05	8.451	1
3	25.08	4.572	1
4	35.12	2.790	1
5	45.15	1.801	1
6	55.18	1.210	1
7	65.22	0.842	1
8	75.25	0.604	1
9	85.28	0.445	1
10	95.32	0.336	1
11	102.72	0.276	2
12	107.50	0.245	2
13	112.28	0.218	2
14	117.06	0.195	2
15	121.84	0.175	2
16	126.61	0.158	2
17	131.39	0.142	2
18	136.17	0.129	2
19	140.95	0.117	2
20	145.72	0.107	2
21	170.09	0.069	3
22	214.05	0.036	3
23	258.00	0.021	3
24	301.96	0.013	3
25	345.92	0.009	3

PLINTO A BICCHIERE TIPO A

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + w_{2,1} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{2j} Q_{kj})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + w_{1,1} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{1j} Q_{kj})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_1 (\psi_{2j} Q_{kj})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN 2,115.4

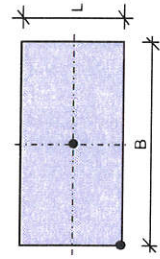
$N_s = N$ o strati del terreno = 3

B = larghezza fondazione = m 4.00

L = lunghezza fondazione = m 4.00

q = pressione risultante= N / (B L) = kN/mq 132.2

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : Spigolo



Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

B' = m 4.00

L' = m 4.00

K_z = 1.00

K_x = 1.00

K_y = 1.00

N _s	Strato	Tipo terreno	s _i (m)	z _i (m)	z _{i+1} (m)	Δz _i (m)	Δz _i (ausiliaria)	N _{ss} = s _i /Δz _i	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)		
									Cedim. Totali		Cedim. Immediati		Totale		Immediata
									E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	v	w _i = Σw _{i,j}	w _D = Σw _{D,j}	w _{Dj} (j = 1,7)
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	30,000	0.30	0.35	-	1
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	4,000	0.30	1.31	0.97	2
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	40,000	0.25	0.11	0.11	3
4	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	5
6	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	6
7	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	7
ΣN _{ss} =									25.0		Σw _i =		1.77		1.43
Z _{max} = m									19.30						1.00
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-
															-

VERIFICHE CEDIMENTI

w_{T,d} = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_T Cr_T = cm

w_{T,lim} = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm

w_{T,d} ≤ w_{T,lim} ?

#VALORE!

5.00

w_{I,d} = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w_I Cr_I = cm

w_{I,lim} = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm

w_{I,d} ≤ w_{I,lim} ?

#VALORE!

1.43

w_{D,d} = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w_D Cr_D = cm

w_{D,lim} = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm

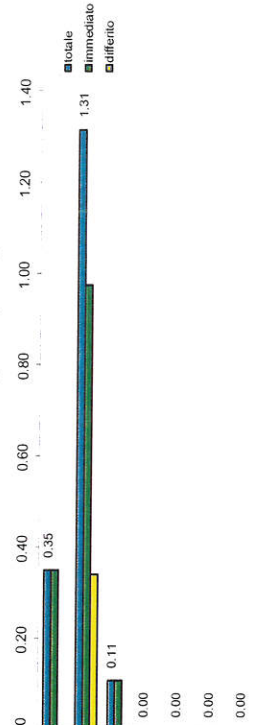
w_{D,d} ≤ w_{D,lim} ?

ok

-

ok

Cedimenti in cm, Totali, Immediati, Differiti, dei singoli strati (da 1 a 7)



RELAZIONI IMPIEGATE PER IL CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI, IMMEDIATI

Tensioni indotte dal carico q nella mezzzeria di ciascun sottostrato i:

$$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \operatorname{invtg}[(L' \cdot B') / (zR_3)] + [(L' \cdot B' \cdot z_i) / R_3] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$$

$$\Delta\sigma_{xi} = K_x (q/2\pi) \{ \operatorname{invtg}[(L' \cdot B') / (zR_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_1^2 R_3)] \}$$

$$\Delta\sigma_{yi} = K_y (q/2\pi) \{ \operatorname{invtg}[(L' \cdot B') / (zR_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_2^2 R_3)] \}$$

$$R_1 = (L'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

$$R_2 = (B'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

$$R_3 = (L'^2 + B'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

Corrispondente cedimento di ciascun sottostrato i:

$$w_i = [\Delta\sigma_{zi} - v_i (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \Delta_{zi} / E_i$$

CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$$w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = w_5 = w_6 = w_7 =$$

$$w_1 \quad w_{1,2} \cdot w_1 \quad w_{1,3} \cdot w_{1,2} \quad w_{1,4} \cdot w_{1,3} \quad w_{1,5} \cdot w_{1,4} \quad w_{1,6} \cdot w_{1,5} \quad w_{1,7} \cdot w_{1,6}$$

$$0.35 \quad 1.31 \quad 0.11 \quad - \quad - \quad - \quad -$$

Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da..., a...)

$$w_1 \quad w_{1,2} \quad w_{1,3} \quad w_{1,4} \quad w_{1,5} \quad w_{1,6} \quad w_{1,7}$$

$$0.35 \quad 1.66 \quad 1.77 \quad - \quad - \quad - \quad -$$

Strato	z (m)	Δ_{zi} (m)	$z_i = z - \Delta_{zi}/2$	R_1	R_2	R_3	$\Delta\sigma_{zi}$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{xi}$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{yi}$ (kN/mq)	E_i (kN/mq)	v_i	w_i (cm)	Σw_i (cm)	Str. 1	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
1	0.53	0.53	0.26	4.01	4.01	5.66	33.05	30.13	30.13	30,000	0.30	0.03	0.03	Σw_i (cm)	Σw_i (cm)	Σw_i (cm)	Σw_i (cm)	Σw_i (cm)	Σw_i (cm)	Σw_i (cm)
2	1	1.05	0.79	4.08	4.08	5.71	32.87	24.49	24.49	30,000	0.30	0.03	0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
3	1	1.58	0.53	4.21	4.21	5.81	32.29	19.40	19.40	30,000	0.30	0.04	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
4	1	2.10	0.53	4.40	4.40	5.95	31.18	15.08	15.08	30,000	0.30	0.04	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
5	1	2.63	0.53	4.65	4.65	6.13	29.60	11.56	11.56	30,000	0.30	0.04	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
6	1	3.15	0.53	4.93	4.93	6.35	27.67	8.81	8.81	30,000	0.30	0.04	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
7	1	3.68	0.53	5.26	5.26	6.61	25.57	6.70	6.70	30,000	0.30	0.04	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
8	1	4.20	0.53	5.61	5.61	6.89	23.42	5.10	5.10	30,000	0.30	0.04	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
9	1	4.73	0.53	5.99	5.99	7.21	21.33	3.91	3.91	30,000	0.30	0.03	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
10	1	5.25	0.53	6.39	6.39	7.54	19.36	3.02	3.02	30,000	0.30	0.03	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
11	2	5.50	0.25	5.38	6.70	7.80	18.00	2.50	2.50	3,000	0.25	0.29	0.64	-	0.64	0.64	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	6.90	7.98	17.17	2.22	2.22	3,000	0.25	0.13	0.78	-	0.78	0.78	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	7.11	8.16	16.38	1.98	1.98	3,000	0.25	0.13	0.90	-	0.90	0.90	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	7.32	8.34	15.63	1.77	1.77	3,000	0.25	0.12	1.03	-	1.03	1.03	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	7.53	8.52	14.92	1.58	1.58	3,000	0.25	0.11	1.14	-	1.14	1.14	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	7.74	8.71	14.24	1.42	1.42	3,000	0.25	0.11	1.26	-	1.26	1.26	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	7.95	8.90	13.60	1.27	1.27	3,000	0.25	0.11	1.37	-	1.37	1.37	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	8.17	9.10	12.99	1.14	1.14	3,000	0.25	0.10	1.47	-	1.47	1.47	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	8.39	9.29	12.42	1.03	1.03	3,000	0.25	0.10	1.57	-	1.57	1.57	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	8.61	9.49	11.87	0.93	0.93	3,000	0.25	0.10	1.66	-	1.66	1.66	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	9.76	10.55	9.52	0.57	0.57	40,000	0.25	0.01	1.67	-	1.67	1.67	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	11.89	12.55	6.63	0.26	0.26	40,000	0.25	0.04	1.71	-	1.71	1.71	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	14.08	14.64	4.83	0.13	0.13	40,000	0.25	0.03	1.73	-	1.73	1.73	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	16.30	16.78	3.65	0.07	0.07	40,000	0.25	0.02	1.75	-	1.75	1.75	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	18.54	18.96	2.85	0.04	0.04	40,000	0.25	0.02	1.77	-	1.77	1.77	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_i (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito(m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_i s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta\sigma'_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	6.587	1
2	15.05	2.184	1
3	25.08	1.287	1
4	35.12	0.888	1
5	45.15	0.656	1
6	55.18	0.501	1
7	65.22	0.392	1
8	75.25	0.311	1
9	85.28	0.250	1
10	95.32	0.203	1
11	102.72	0.175	2
12	107.50	0.160	2
13	112.28	0.146	2
14	117.06	0.134	2
15	121.84	0.122	2
16	126.61	0.112	2
17	131.39	0.103	2
18	136.17	0.095	2
19	140.95	0.088	2
20	145.72	0.081	2
21	170.09	0.056	3
22	214.05	0.031	3
23	258.00	0.019	3
24	301.96	0.012	3
25	345.92	0.008	3

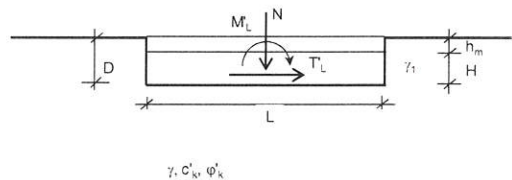
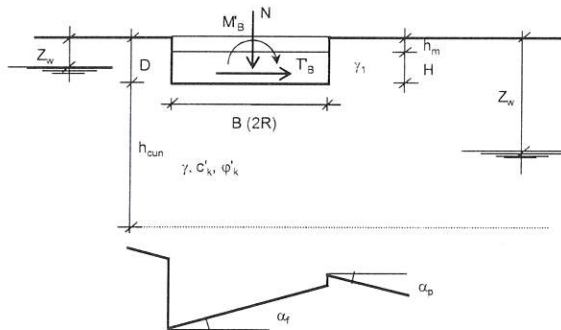
PLINTO A BICCHIERE TIPO B X/01 - Y/03

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.50
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.50
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.00
H = altezza fondazione = m	0.70
alpha_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
alpha_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_r e piano di camp. g_c, g_q, g_r
alpha_0 = alpha_f + alpha_p = °

Terreno: valori caratteristici

gamma_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D+H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

gamma_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	gamma_1 (kN/m³)	h_1 (m)
Strato a: gamma_1,a, h_1,a	18.00	2.00
Strato b: gamma_1,b, h_1,b	-	-
Strato c: gamma_1,c, h_1,c	-	-
gamma_1 = (gamma_1,a h_1,a + gamma_1,b h_1,b + gamma_1,c h_1,c) / (h_1,a + h_1,b + h_1,c) = kN/m³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_cun del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+ phi/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_cun; D+h_cun = m

gamma = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)	gamma (kN/m³)	h (m)
Strato a: gamma_a, h_a	19.50	3.50
Strato b: gamma_b, h_b	-	-
Strato c: gamma_c, h_c	-	-
gamma = (gamma_a h_a + gamma_b h_b + gamma_c h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/m³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE	c'_k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c'_{k,a}, h_a	-	3.50
Strato b: c'_{k,b}, h_b	-	-
Strato c: c'_{k,c}, h_c	-	-
c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/mq	-	

Comb. SISMICHE

c'_k (kN/mq)	h (m)
-	3.50
-	-
-	-

phi'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE	phi'_k (°)	h (m)
Strato a: phi'_{k,a}, h_a	30.00	3.50
Strato b: phi'_{k,b}, h_b	-	-
Strato c: phi'_{k,c}, h_c	-	-

Comb. SISMICHE

phi'_k (°)	h (m)
28.00	3.50
-	-
-	-

Se phi'_k ottenuti da prova triax., trasformarli per calcolo in def. plana, ?

Scelta effettuata:

phi'_{k,a,ad} = [no: phi'_{k,a}; si: 1,0 phi'_{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) phi'_{k,a} se sez. R; 1,1 phi'_{k,a} se sez. N] = 30.00
phi'_{k,b,ad} = [no: phi'_{k,b}; si: 1,0 phi'_{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) phi'_{k,b} se sez. R; 1,1 phi'_{k,b} se sez. N] = -
phi'_{k,c,ad} = [no: phi'_{k,c}; si: 1,0 phi'_{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) phi'_{k,c} se sez. R; 1,1 phi'_{k,c} se sez. N] = -
phi'_k = [invtg (tg phi'_{k,a,ad} h_a + tg phi'_{k,b,ad} h_b + tg phi'_{k,c,ad} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] 180/pi = ° 30.00

Scelta effettuata:

no
28.00
-
-
28.00

Falda

gamma_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_cun = m 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_cun)] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità	Scor.
			γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)					port. γ_R	γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità	Scor.	
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)					port. γ_R	γ_R	
Approccio 1 oppure 2?	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2								
Approccio scelto:	2									
	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,798.00	260.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= kNm	66.50	265.40
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= kN	4.50	18.00
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kNm	180.65	722.58
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kN	25.40	101.40

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto
Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_r = \text{kN/m}^3 = 18.00$
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_r = \text{kN/m}^3 = 19.50$
 $c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} = -$
 $\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_k / \gamma_c = 0.577$
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\text{invtg}(\text{tg}\phi'_d)] = ^\circ 30.00$

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_{ci}, g_r
 $\alpha_o < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ? ☒ sì ☐ no

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ad} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d = 0.50$

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.50$

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 = 0.50$

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) = 0.33$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ad} (1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu) = \text{kN/mq} 10,000.0$

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E/2(1 + \nu) = \text{kN/mq} 3,750.0$

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = G_{adottato} = kN/mq 3,750.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 79.88$

I_r = Indice di rigidità = $G / (c'_d + \sigma \text{tg}\phi'_d) = \text{kN/mq} 81.32$

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq} 69.63$

$I_r < I_{r,crit}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg}\phi'_d)] = 18.40$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \text{tg}\phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_r = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) ; 1 \} = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 36.00

Su γ_d . 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w-D) + \gamma_d(h_{cun}(Z_w-D))\} / h_{cun}$

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun} + \gamma_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun}$

$\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d)(Z_w-D)/h_{cun}$

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun}$

in c. dr. $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$

in c. dr. γ_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax} 1.30

var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_Q =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_Q =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_Q T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 32.85

$T'_{L,d}$ ($T'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_Q T'_L(G_k) + \gamma_Q T'_L(Q_k)$ = kN 185.12

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T'_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 188.01

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 484.55

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 86.45

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 464.60

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 66.50

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 484.55

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 86.45

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 464.60

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 66.50

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d =$ eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C] = m 0.120 0.024 0.146 0.024 0.173 0.027 0.128 0.017

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 1,318.72

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 234.85

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 1,264.52

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 180.65

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 1,318.72

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 234.85

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 1,264.52

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 180.65

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

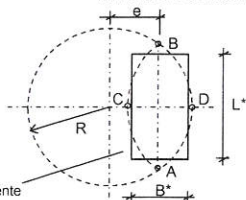
$e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L=0$; se C: $e_L=0$] = m 0.327 0.065 0.397 0.065 0.471 0.074 0.348 0.045

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m 4.26 4.45 4.21 4.45 4.15 4.45 4.24 4.47

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m 3.85 4.37 3.71 4.37 3.56 4.35 3.80 4.41

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d =$ eccentricità in direzione B

(ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD =$ asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R-e)$ = m - - - - -

$L_{eff} = AB =$ l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2}$ = m - - - - -

$A_{eff} =$ area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}]$ = mq - - - - -

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

$$Da B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff}); B^* = A^* B_{eff} / L_{eff}; B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} B_{eff})^{1/2} = m$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m **No, disat.!** **No, disat.!** **No, disat.!** **No, disat.!** **No, disat.!** **No, disat.!** **No, disat.!** **No, disat.!**

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$$

Fattori di capacità portante

$$EC7, \text{ Vesic: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi \tan \phi_d)] =$$

$$EC7, \text{ Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) / \tan \phi_d] =$$

$$EC7, N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \tan \phi_d] =$$

$$\text{Vesic: } N_f = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \tan \phi_d] =$$

Scelta per N_f :

Scelta effettuata per N_f :

$$N_f = N_f \text{ adottato} =$$

Fattori di forma

$$EC7: s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_c = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1) / (N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \tan \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$$

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$$s_q = s_q \text{ adottato} =$$

$$s_r = s_r \text{ adottato} =$$

$$s_c = s_c \text{ adottato} =$$

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0: \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$$

$$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_C \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$$

$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_u / \gamma_c = \text{kN/mq}$$

$$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d$$

$$\text{sez. Q-R-N-C: } 1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d) \geq 0$$

$$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^{0.5}] =$$

$$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$$

$$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^{(m+1)}] =$$

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

$$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \tan \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B';$$

$$\text{se } D/B > 1: 1 + 2 \tan \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$$

$$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_q \tan \phi_d)] =$$

$$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$$

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \tan \phi_d)^2] =$$

$$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi_d)] =$$

$$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$$

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata:

$$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_d)^2] =$$

$$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi_d)] =$$

$$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$$

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

$$1.00$$

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_r ?**

Scelta effettuata:

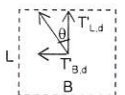
$$r_r = r_r \text{ adottato} =$$

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$$

$$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$$

$$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_{dr} B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$$



$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,441.55 1,452.01 1,400.31 1,407.91 1,370.44 1,430.36 1,425.43 1,468.26

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = \text{kN/mq}$	245.91	186.91	204.36	143.77	189.36	164.75	225.24	204.43
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	626.76	631.31	608.83	612.14	595.84	621.89	619.75	638.37
$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 411.52

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,798.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.15

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 1,120.00

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,798.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d ; \text{ se N: } e_L = 0 ; \text{ se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.40

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 4.21

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L ; \text{ se N: } 1] = \text{m}$ 3.70

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 4.21

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 3.70

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$ 4.21

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$ 3.70

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq}$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$ 24.79

$r_\phi = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_\phi \phi'_d = ^\circ$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,798.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$ 1,292.34

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN}$ 1,174.86

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = \text{kN}$ 27.90

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN}$ 157.22

$H = H_{sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN}$ 159.68

$H_{sd} \leq H_{Rd} ?$ ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

☐ 1 ☒ 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_t	Capacità port. γ_R	Scor.	γ_R
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)							
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30		1.10

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti

(se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00
M ^{III} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	670.00	715.45	157.65	670.00	456.10	591.00	318.85	591.00
T ^{III} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	21.70	21.70	21.70	21.72	46.70	46.70	46.70	46.70
M ^{III} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	257.19	392.00	815.00	392.00	304.00	353.70	490.95	304.00
T ^{III} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	74.10	74.10	74.10	74.10	28.35	28.35	28.35	28.35

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN

Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_G = m

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T_{hi,B}^2 / N$ =

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f$ = kN

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T_{hi,L}^2 / N$ =

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2$ = kN

$T_L^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2$ = kN

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T_B^*) / g \text{ (opp. altro valore utente)}] =$

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T_L^*) / g \text{ (opp. altro valore utente)}] =$

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f$ = kN

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2$ = kN

$T_L^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2$ = kN

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

Tagli per effetto inerziale

$T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f$ = kN

$T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^* = T_{hi,B}^2$ = kN

$T_L^* = T_{hi,L}^2$ = kN

Momenti dovuti al trasporto di $T_{hi,B}^2$, $T_{hi,L}^2$ sul piano di posa

$M(T_{hi,B}^2) = T_{hi,B}^2 h_{G,W}$ = kNm

$M(T_{hi,L}^2) = T_{hi,L}^2 h_{G,W}$ = kNm

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

M^{III}_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M_{III,B}^* + M(T_{hi,B}^2)$ = kNm

T^{III}_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T_{hi,B}^2$ = kN

M^{III}_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M_{III,L}^* + M(T_{hi,L}^2)$ = kNm

T^{III}_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_{hi,L}^2$ = kN

carico unico risultante orizzontale: $H^* = (T_B^{*2} + T_L^{*2})^{1/2}$ = kN

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 / \gamma_s = \text{kN/m}^3$ =

Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_s = \text{kN/m}^3$ =

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c =$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{c1}, g_{c2}, g_{c3}

$\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata:

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ad} = modulo edometrico del terreno = kN/mq

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =

$\alpha = \sin \phi'_d =$

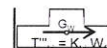
α (valore alternativo) =

$\alpha = \alpha_{adottato} =$

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^4 =$

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ad} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$



G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / (2(1 + \nu)) = \text{kN/mq}$ 3,521.0
G (valore alternativo) = kN/mq -
 G = $G_{\text{adottato}} = \text{kN/mq}$ 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{\text{cun}}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}}/2)$, no falda in $(D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,\text{sat}} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 79.88$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 82.91

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r,\text{crit}} = 0.5 \text{ Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / (\tan(\pi/4 - \phi'_d/2))] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r,\text{crit}}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \phi'_d)] = 14.72$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$; $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,\text{crit}}$; $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)]; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$; $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,\text{crit}}$; $\psi_q = \psi_r = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$; $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,\text{crit}}$; $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) \}; 1 \} = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : **1) Se $Z_w > D$** (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,\text{sat}} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} = 36.00$

Su γ_d : **1) Se $Z_w > D$:** a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(h_{\text{cun}} - (Z_w - D))) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}} + \gamma'_d h_{\text{cun}} / h_{\text{cun}} - \gamma'_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = $\text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tagli di progetto

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T'_B = \text{kN}$

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 678.44

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 723.89

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 678.44

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 464.54

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

VI) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 599.44

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

VII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VIII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$ 599.44

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.242 0.258 0.242 0.166 0.214 0.214

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 260.57

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 395.38

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 395.38

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 307.38

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 357.08

$N_d = N = \text{kN}$ 2,802.00

VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

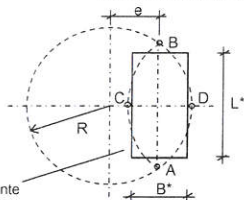
VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$ 307.38

$N_d = N = \text{kN}$						2,802.00
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = \text{m}$	0.093	0.141	0.141	0.110	0.127	0.110

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$	4.02	3.98	4.02	4.17	4.07	4.07
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = \text{m}$	4.31	4.22	4.22	4.28	4.25	4.28

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$	4.02	3.98	4.02	4.17	4.07	4.07
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$	4.31	4.22	4.22	4.28	4.25	4.28

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m ok ok ok ok ok ok

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$	4.02	3.98	4.02	4.17	4.07	4.07
$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$	4.31	4.22	4.22	4.28	4.25	4.28

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(45 + \phi'/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] =$	14.72	14.72	14.72	14.72	14.72	14.72
EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/\text{tg} \phi'_d] =$	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80
EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \text{tg} \phi'_d] =$	14.59	14.59	14.59	14.59	14.59	14.59
Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \text{tg} \phi'_d] =$	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q \text{ adottato} =$

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d \text{; sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d \text{; se sez. N: } 1] =$	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7 \text{; sez. R: } 1 - 0.3 B'/L' \text{; se sez. N: } 1] =$	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1) \text{; se sez. N: } 1] =$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \text{tg} \phi'_d \text{; se sez. N: } 1] =$	1.49	1.50	1.51	1.52	1.51	1.51
Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L' \text{; se sez. N: } 1] =$	0.63	0.62	0.62	0.61	0.62	0.62
Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c) \text{; se sez. N: } 1] =$	1.53	1.54	1.54	1.56	1.55	1.54

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q \text{ adottato} =$

$s_r = s_r \text{ adottato} =$

$s_c = s_c \text{ adottato} =$

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ \text{; se } T_{L,d} \neq 0: \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}) \text{; sez. N-C: } 0] =$	27.41	27.41	27.42	61.51	61.51	61.51
$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L') \text{; se sez. N-C: } 0] =$	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B') \text{; se sez. N-C: } 0] =$	1.48	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta) \text{; sez. N: } 2 \text{; sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$	1.49	1.49	1.49	1.50	1.51	1.51

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d =$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{1/3}] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_d - 1)] =$

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{(m+1)}] =$

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

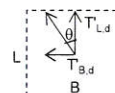
☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1 \text{; Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \text{tg} \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B \text{;}$



se $D/B > 1: 1 + 2 \tan \varphi'_d (1 - \sin \varphi'_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B' =	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_d); \text{sez. Q-R-N-C: } d_d - (1 - d_d)/(N_c \tan \varphi'_d)] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_f \tan \varphi'_d)^2] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \varphi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:	<input checked="" type="radio"/> EC7	<input type="radio"/> Vesic				
Scelta effettuata:	EC7					
$g_q = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_p)^2] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \varphi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$g_r = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;
riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

1.00

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B \gg L$. **Applicare r_r ?**

☒ si ☐ no

Scelta effettuata:
 $r_r = r_r$ adottato =

si
1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_d \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	740.52	740.47	740.43	746.69	746.64	746.62
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	367.65	364.66	367.61	387.06	378.10	378.08
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,108.17	1,105.12	1,108.04	1,133.74	1,124.74	1,124.70

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_d)/g = \beta_s S a_d/g = \beta_s S_s S_T a_d/g =$	0.017					
$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (tg \varphi'_d)^3 - 105,80 (tg \varphi'_d)^2 + 81,09 tg \varphi'_d - 19,91 =$	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197
$G = -2,8 (tg \varphi'_d)^3 + 6,66 (tg \varphi'_d)^2 - 4,61 tg \varphi'_d + 0,35 =$	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639
$A = 7,23 (tg \varphi'_d)^3 - 18,39 (tg \varphi'_d)^2 + 15,22 tg \varphi'_d - 5,39 =$	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410
$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q h_{q,0} =$	732.43	732.38	732.35	738.53	738.49	738.46
$t'_r = t_r h_{r,0} =$	358.84	355.92	358.80	377.78	369.03	369.02
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,091.27	1,088.30	1,091.14	1,116.31	1,107.52	1,107.49

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < tg \varphi'_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995
$z_q = (1 - K_{hk}/tg \varphi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$z_r = (1 - K_{hk}/tg \varphi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q z_q =$	732.14	732.09	732.06	738.24	738.20	738.18
$t'_r = t_r z_r =$	363.49	360.53	363.45	382.68	373.82	373.81
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,095.64	1,092.63	1,095.51	1,120.92	1,112.02	1,111.99

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{-k} = (1 - K_{hk}/tg \varphi'_d)^{0,45} =$	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c e_{-k} =$	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q e_{-k} =$	740.52	740.47	740.43	746.69	746.64	746.62
$t'_r = t_r e_{-k} =$	362.31	359.36	362.27	381.44	372.61	372.60
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,102.83	1,099.83	1,102.71	1,128.13	1,119.25	1,119.22

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$	1,091.27	1,088.30	1,091.14	1,116.31	1,107.52	1,107.49
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$	-	-	-	-	-	-
$u_q =$	-	-	-	-	-	-
$u_r =$	-	-	-	-	-	-
$t'_c = t_c u_c =$	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q u_q =$	-	-	-	-	-	-
$t'_r = t_r u_r =$	-	-	-	-	-	-
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,108.17	1,105.12	1,108.04	1,133.74	1,124.74	1,124.70
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } kN/mq]$	1,091.27	1,088.30	1,091.14	1,116.31	1,107.52	1,107.49
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq	161.74	166.78		165.43	157.03	162.09		160.75
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30		2.30	2.30	2.30		2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q_{lim} / γ_R = kN/mq	474.47	473.17		474.41	485.35	481.53		481.52
$q_{sd} \leq q_{Rd}$?	ok	ok		ok	ok	ok		ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

☒ si ☐ no

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_d = 0.425$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = 23.04$

r_ϕ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo δ = 1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \phi'_d = 23.04$

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
B' = larghezza efficace finale adottata = B^* = m	4.02	3.98		4.02	4.17	4.07		4.07
L' = lunghezza efficace finale adottata = L^* = m	4.31	4.22		4.22	4.28	4.25		4.28
Forza resistente								
N_d = kN	2,802.00	2,802.00		2,802.00	2,802.00	2,802.00		2,802.00
H_R = azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L'$ = kN	1,191.88	1,191.88		1,191.88	1,191.88	1,191.88		1,191.88
γ_R (per lo scorrimento) =	1.10	1.10		1.10	1.10	1.10		1.10
H_{Rd} = azione resistente di progetto = H_R / γ_R = kN	1,083.53	1,083.53		1,083.53	1,083.53	1,083.53		1,083.53
Forza di scorrimento:								
$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN	42.80	42.80		42.82	67.80	67.80		67.80
$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN	82.54	82.54		82.54	36.79	36.79		36.79
$H = H_{Sd}$ = azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN	92.98	92.98		92.99	77.14	77.14		77.14
$H_{Sd} \leq H_{Rd}$?	ok	ok		ok	ok	ok		ok

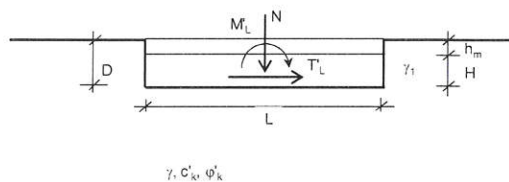
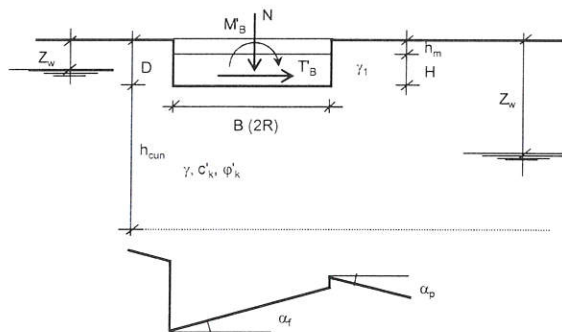
PLINTO A BICCHIERE TIPO B X/01 - Y/03

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.50
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.50
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.00
H = altezza fondazione = m	0.70
alpha_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
alpha_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_r e piano di camp. g_c, g_q, g_r

$$\alpha_{dp} = \alpha_f + \alpha_p = °$$

Terreno: valori caratteristici

gamma_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

gamma_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	gamma_1 (kN/m³)	h_1 (m)
Strato a: gamma_1,a, h_1,a	18.00	2.00
Strato b: gamma_1,b, h_1,b	-	-
Strato c: gamma_1,c, h_1,c	-	-
gamma_1 = (gamma_1,a h_1,a + gamma_1,b h_1,b + gamma_1,c h_1,c) / (h_1,a + h_1,b + h_1,c) = kN/m³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_cun del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+ phi/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_cun; D+h_cun = m 6.50

gamma = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)	gamma (kN/m³)	h (m)
Strato a: gamma_a, h_a	19.50	3.50
Strato b: gamma_b, h_b	-	-
Strato c: gamma_c, h_c	-	-
gamma = (gamma_a h_a + gamma_b h_b + gamma_c h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/m³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE	c'_k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c'_{k,a}, h_a	-	3.50
Strato b: c'_{k,b}, h_b	-	-
Strato c: c'_{k,c}, h_c	-	-
c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/mq	-	

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	c'_k (kN/mq)	h (m)
-	-	3.50
-	-	-
-	-	-

phi'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE	phi'_k (°)	h (m)
Strato a: phi'_{k,a}, h_a	30.00	3.50
Strato b: phi'_{k,b}, h_b	-	-
Strato c: phi'_{k,c}, h_c	-	-

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	phi'_k (°)	h (m)
-	28.00	3.50
-	-	-
-	-	-

Se phi'_k ottenuti da prova triax., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Scelta effettuata:	no
phi'_{k,a,ad} = [no: phi'_{k,a}; si: 1,0 phi'_{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) phi'_{k,a} se sez. R; 1,1 phi'_{k,a} se sez. N] =	30.00
phi'_{k,b,ad} = [no: phi'_{k,b}; si: 1,0 phi'_{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) phi'_{k,b} se sez. R; 1,1 phi'_{k,b} se sez. N] =	-
phi'_{k,c,ad} = [no: phi'_{k,c}; si: 1,0 phi'_{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L) phi'_{k,c} se sez. R; 1,1 phi'_{k,c} se sez. N] =	-
phi'_k = [invtg (tg phi'_{k,a,ad} h_a + tg phi'_{k,b,ad} h_b + tg phi'_{k,c,ad} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] 180/pi = °	30.00

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	no
-	28.00
-	-
-	-

Falda

gamma_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc =	10.00
D+h_cun = m	6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_cun)] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità	Scor.
			γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)					port. γ_R	γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

☐ 1 ☒ 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor.	γ_R
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)							
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,798.00	260.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= kNm	180.65	722.58
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= kN	25.40	101.40
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kNm	66.50	265.40
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kN	4.50	18.00

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_s \cdot \gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma_c \cdot \gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

$\alpha_0 < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{ad} =$ modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{ OCR}^2 =$ 0.50

$\nu =$ coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ad} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = G_{adottato} = kN/mq 3,750.0

$\sigma =$ tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 79.88

$I_r =$ Indice di rigidità = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 81.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{ Exp} [(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 69.63

$I_r < I_{r,crit}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp} [(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d / (1 + \sin \phi'_d)] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1] =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$

$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$

$q_r =$ risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 36.00

Su γ_d . 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D+h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w-D) + \gamma'_d(h_{cun}-(Z_w-D))\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun} + \gamma'_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma'_d(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + (\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w))(Z_w-D)/h_{cun}$;
in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d \cdot \gamma_w) + (\gamma_d - (\gamma_d \cdot \gamma_w))(Z_w-D)/h_{cun}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax} 1.30
var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_Q = -$

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q = -$

Valore adottato: perm. $\gamma_Q = 1.30$

Valore adottato: var. $\gamma_Q = 1.50$

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 185.12

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k)$ = kN 32.85

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 188.01

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 1,318.72

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 234.85

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 1,264.52

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 180.65

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 1,318.72

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 234.85

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 1,264.52

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 180.65

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$ 0.327 0.065 0.397 0.065 0.471 0.074 0.348 0.045

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 484.55

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 86.45

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 464.60

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 66.50

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 484.55

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,798.00

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 86.45

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,188.00

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k)$ = kNm 464.60

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,637.40

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M_L(Q_k)$ = kNm 66.50

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,027.40

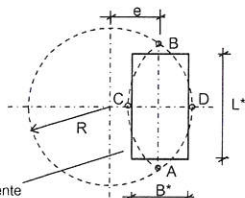
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d}/N_d \text{; se N: } e_L=0 \text{; se C: } e_L=0] = m$ 0.120 0.024 0.146 0.024 0.173 0.027 0.128 0.017

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m$ 3.85 4.37 3.71 4.37 3.56 4.35 3.80 4.41

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = m$ 4.26 4.45 4.21 4.45 4.15 4.45 4.24 4.47

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = m$ - - - - -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$ - - - - -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$ - - - - -

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$

$$Da B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff}); B^* = A^* B_{eff} / L_{eff}; B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} B_{eff})^{1/2} = m$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m

□ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$$

-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
3.85	4.37	3.71	4.37	3.56	4.35	3.80	4.41
4.26	4.45	4.21	4.45	4.15	4.45	4.24	4.47
ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

$$EC7, \text{ Vesic: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } tg^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi tg \phi_d)] =$$

$$EC7, \text{ Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) / tg \phi_d] =$$

$$EC7: N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) tg \phi_d] =$$

$$\text{Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) tg \phi_d] =$$

18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40
30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14	30.14
20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09
22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$$N_q = N_q \text{ adottato} =$$

● EC7 ○ Vesic

20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fattori di forma

$$EC7: s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1) / (N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' tg \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$$

1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
1.52	1.57	1.51	1.57	1.49	1.57	1.52	1.57
0.64	0.61	0.65	0.61	0.66	0.61	0.64	0.61
1.55	1.60	1.54	1.60	1.52	1.60	1.55	1.60

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$$s_q = s_q \text{ adottato} =$$

$$s_r = s_r \text{ adottato} =$$

$$s_c = s_c \text{ adottato} =$$

● EC7 ○ Vesic

1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

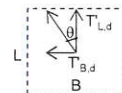
$$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0: \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$$

$$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$$

79.94	79.94	79.94	79.94	79.94	79.94	79.94	79.94
1.53	1.50	1.53	1.50	1.54	1.51	1.53	1.50
1.47	1.50	1.47	1.50	1.46	1.49	1.47	1.50
1.52	1.50	1.53	1.50	1.54	1.50	1.53	1.50



$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_u / \gamma_c = \text{kN/mq}$$

$$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d$$

$$\text{sez. Q-R-N-C: } 1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d) \geq 0$$

$$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^m] =$$

$$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_c - 1)] =$$

$$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^{(m+1)}] =$$

-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
0.93	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.92	0.93
0.93	0.92	0.91	0.89	0.89	0.91	0.92	0.93
0.89	0.88	0.86	0.84	0.84	0.86	0.87	0.89

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

● EC7 ○ Hansen ○ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

$$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B';$$

$$\text{se } D/B > 1: 1 + 2 tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$$

$$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$$

1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r tg \phi_d)^2] =$$

$$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$$

1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

● EC7 ○ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

$$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - tg \alpha_p)^2] =$$

$$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$$

1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi =

$$1.00$$

● si ○ no

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B \gg L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata:

$$r_r = r_r \text{ adottato} =$$

$$1.00$$

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$$

$$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$$

$$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_{dr} B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$$

923.84	917.41	905.43	894.94	892.95	906.79	916.38	924.77
467.36	524.80	435.87	503.57	408.94	512.60	456.31	536.60

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,391.20 1,442.21 1,341.30 1,398.51 1,301.89 1,419.39 1,372.68 1,461.36

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = \text{kN/mq}$	245.91	186.91	204.36	143.77	189.36	164.75	225.24	204.43
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	604.87	627.05	583.17	608.05	566.04	617.13	596.82	635.37
$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

Approccio scelto: 2

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,
per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 1,120.00

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,798.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.40

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 411.52

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,798.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d ; \text{ se N: } e_L = 0 ; \text{ se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.15

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.70

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L ; \text{ se N: } 1] = \text{m}$ 4.21

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 3.70

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 4.21

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$ 3.70

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$ 4.21

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c \cdot c'_d = \text{kN/mq}$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$ 24.79

$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,798.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \cdot \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$ 1,292.34

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{R,d} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN}$ 1,174.86

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = \text{kN}$ 157.22

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN}$ 27.90

$H = H_{sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'_{B,d})^2 + (T'_{L,d})^2 = \text{kN}$ 159.68

$H_{sd} \leq H_{R,d} ?$ ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10	
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10	
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

☐ 1 ☒ 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										Capacità	Scor.
perm.	perm.	var.	var.	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	port. γ_R	γ_R		
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)							2.30	1.10
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti

(se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00	2,802.00
M ^{III} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	257.19	392.00	815.00	392.00	304.00	353.70	490.95	304.00
T ^{III} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	74.10	74.10	74.10	74.10	28.35	28.35	28.35	28.35
M ^{III} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	670.00	715.45	157.65	670.00	456.10	591.00	318.85	591.00
T ^{III} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	21.70	21.70	21.70	21.72	46.70	46.70	46.70	46.70

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN

Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_G w = m

422.00

0.40

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,B} = T^{III}_B/N =

Taglio per effetto inerziale = T^{III}_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kN

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,L} = T^{III}_L/N =

Taglio per effetto inerziale = T^{III}_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

T^{III}_B = T^{III}_B + T^{III}_{hi,B} = kN

T^{III}_L = T^{III}_L + T^{III}_{hi,L} = kN

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,B} = [S_d(T^B) / g (opp. altro valore utente)] =

Coefficiente sismico inerziale K_{hi,L} = [S_d(T^L) / g (opp. altro valore utente)] =

Taglio per effetto inerziale = T^{III}_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kN

Taglio per effetto inerziale = T^{III}_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

T^{III}_B = T^{III}_B + T^{III}_{hi,B} = kN

T^{III}_L = T^{III}_L + T^{III}_{hi,L} = kN

☐ 1 ☒ 2

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

Tagli per effetto inerziale

T^{III}_{hi,B} = K_{hi,B} W_f = kN

T^{III}_{hi,L} = K_{hi,L} W_f = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

T^{III}_B = T^{III}_B + T^{III}_{hi,B} = kN

T^{III}_L = T^{III}_L + T^{III}_{hi,L} = kN

Momenti dovuti al trasporto di T^{III}_{hi,B}, T^{III}_{hi,L} sul piano di posa

M(T^{III}_{hi,B}) = T^{III}_{hi,B} h_{G,W} = kNm

M(T^{III}_{hi,L}) = T^{III}_{hi,L} h_{G,W} = kNm

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

M^{III}_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = M^{III}_B + M(T^{III}_{hi,B}) = kNm

T^{III}_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = T^{III}_B + T^{III}_{hi,B} = kN

M^{III}_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = M^{III}_L + M(T^{III}_{hi,L}) = kNm

T^{III}_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T^{III}_L + T^{III}_{hi,L} = kN

carico unico risultante orizzontale: H' = (T^{III}_B² + T^{III}_L²)^{1/2} = kN

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 / \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$

Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma / \gamma_s = \text{kN/m}^3 =$

c' = coesione efficace di progetto = c'_d = c_k / $\gamma_c = \text{kN/mq}$

tgφ_d = tgφ_k / $\gamma_{\phi} =$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = φ_d = [invtg(tgφ_d)] 180/π = °

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r

α_φ < φ_d? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata:

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =

α = sin φ_d =

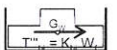
α (valore alternativo) =

α = α_{adottato} =

k₀ = coeff. di spinta a riposo = (1 - sinφ_d) OCR =

v = coeff. di poisson = k₀ / (1 + k₀) =

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = E_{ed} (1 - v - 2v²) / (1 - v) = kN/mq



G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,521.0
 G (valore alternativo) = kN/mq 3,521.0
 G = $G_{\text{adottato}} = \text{kN/mq}$ 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{\text{cun}}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}}/2)$, no falda in $(D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma'_d - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

in c. dr. γ'_{d1} , γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,\text{sat}} = \gamma_{d1}$, $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 79.88$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (\sigma'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 82.91

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r,\text{crit}} = 0.5 \text{ Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 + \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r,\text{crit}}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \phi'_d)] = 14.72$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$, $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,\text{crit}}$, $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$, $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,\text{crit}}$, $\psi_q = \psi_r = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$, $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,\text{crit}}$, $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1] = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q , γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,\text{sat}} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} = 36.00$

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d,r} = \{ \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(h_{\text{cun}} - (Z_w - D)) \} / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}} + \gamma'_d h_{\text{cun}} / h_{\text{cun}} - \gamma'_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = $\text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tagli di progetto

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T'_B = \text{kN}$

95.20

49.45

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'_L = \text{kN}$

30.14

55.14

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

99.86

74.07

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

823.44

$N_d = N = \text{kN}$

2,802.00

IV) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VI) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

499.39

$N_d = N = \text{kN}$

2,802.00

VIII) $M'_{B,d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

e = $[e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$

0.294

0.178

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

161.03

$N_d = N = \text{kN}$

2,802.00

IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

322.23

$N_d = N = \text{kN}$

2,802.00

VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = kN$
 e_L = eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L = 0$; se C: $e_L = 0$] = m

0.057

0.115

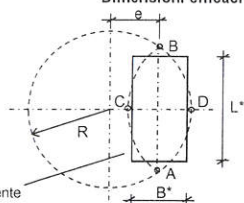
Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m
 L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m

3.91
4.39

4.14
4.27

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d$ = eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD
 $B_{eff} = CD$ = asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e) = m$
 $L_{eff} = AB$ = l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$
 A_{eff} = area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = mq$

-
-
-

-
-
-

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff} / B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff} / B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

B^* = larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

-

-

Analogamente: L^* = lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

-

-

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

B^* = larghezza efficace fondazione = m

3.91

4.14

L^* = lunghezza efficace fondazione = m

4.39

4.27

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

ok

ok

☒ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

B' = larghezza efficace finale adottata = m

3.91

4.14

L' = lunghezza efficace finale adottata = m

4.39

4.27

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \lg \phi'_d)] =$

14.72

14.72

EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) / \lg \phi'_d] =$

25.80

25.80

EC7: $N_i = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \lg \phi'_d] =$

14.59

14.59

Vesic: $N_i = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \lg \phi'_d] =$

16.72

16.72

Scelta per N_i :

Scelta effettuata per N_i :

$N_i = N_i$ adottato =

14.59

14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

1.47

1.47

EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$

0.70

0.70

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1) / (N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$

1.50

1.50

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \lg \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

1.47

1.52

Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$

0.64

0.61

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_q); \text{ se sez. N: } 1] =$

1.51

1.55

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

1.47

1.47

$s_r = s_r$ adottato =

0.70

0.70

$s_c = s_c$ adottato =

1.50

1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d} / T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$

72.43

41.89

$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

1.53

1.51

$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

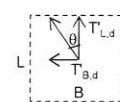
1.47

1.49

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$

1.52

1.50



c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

-

-

r_c = coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

-

-

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$

-

-

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_q + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$

ok

ok

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_q + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{1/3}] =$

0.95

0.96

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$

0.94

0.96

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_q + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{(m+1)/3}] =$

0.91

0.94

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \lg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B';$

se $D/B > 1$: $1 + 2 \tan \phi'_d (1 - \sin \phi'_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B' =	1.000	1.000
$d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.000	1.000
$d_r = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \tan \phi'_d)^2] =$	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00
$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:	<input checked="" type="radio"/> EC7 <input type="radio"/> Vesic	
Scelta effettuata:	EC7	
$g_q = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_d)^2] =$	1.00	1.00
$g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00
$g_r = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;
riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

1.00

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_f ?**

Scelta effettuata:
 $r_f = r_f$ adottato =

☒ sì ☐ no
sì
1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	736.82	748.04
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_f] = \text{kN/mq}$	355.48	385.88
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,092.30	1,133.92

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S_s S_T a_g/g =$	0.017	
$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$	0.017	0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (\tan \phi'_d)^3 - 105,80 (\tan \phi'_d)^2 + 81,09 \tan \phi'_d - 19,91 =$	- 0.197	- 0.197
$G = -2,8 (\tan \phi'_d)^3 + 6,66 (\tan \phi'_d)^2 - 4,61 \tan \phi'_d + 0,35 =$	- 0.639	- 0.639
$A = 7,23 (\tan \phi'_d)^3 - 18,39 (\tan \phi'_d)^2 + 15,22 \tan \phi'_d - 5,39 =$	- 1.410	- 1.410
$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$	1.000	1.000
$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$	0.989	0.989
$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$	0.976	0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$	-	-
$t'_q = t_q h_{q,0} =$	728.77	739.87
$t'_r = t_r h_{r,0} =$	346.96	376.63
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,075.73	1,116.50

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < \tan \phi'_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$	0.995	0.995
$z_q = (1 - K_{hk}/\tan \phi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989
$z_r = (1 - K_{hk}/\tan \phi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$	-	-
$t'_q = t_q z_q =$	728.49	739.58
$t'_r = t_r z_r =$	351.46	381.52
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,079.95	1,121.10

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{hk} = (1 - K_{hk}/\tan \phi'_d)^{0,45} =$	0.985	0.985
---	-------	-------

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c =$	-	-
$t'_q = t_q e_{hk} =$	736.82	748.04
$t'_r = t_r e_{hk} =$	350.32	380.28
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,087.14	1,128.32

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$	1,075.73	1,116.50
--	----------	----------

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$	-	-
$u_q =$	-	-
$u_r =$	-	-
$t'_c = t_c u_c =$	-	-
$t'_q = t_q u_q =$	-	-
$t'_r = t_r u_r =$	-	-
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	-	-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,092.30	1,133.92
---	----------	----------

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Scelta effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,075.73	1,116.50
--	----------	----------

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq			163.33				158.37	
γ_R (per la capacità portante) =			2.30				2.30	
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q'_{lim} / γ_R = kN/mq			467.71				485.44	
$q_{sd} \leq q_{Rd}$?			ok				ok	

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	$\gamma_{G'}$	$\gamma_{G''}$	γ_{cu}	γ_c	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	$\gamma_{G'}$	$\gamma_{G''}$	γ_{cu}	γ_c	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi}$ = 0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi$ = ° 23.04

r_ϕ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo δ = 1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \phi'_d$ = ° 23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

3.91

4.14

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

4.39

4.27

Forza resistente

N_d = kN

2,802.00

2,802.00

H_R = azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L'$ = kN

1,191.88

1,191.88

γ_R (per lo scorrimento) =

1.10

1.10

H_{Rd} = azione resistente di progetto = H_R / γ_R = kN

1,083.53

1,083.53

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN

95.20

49.45

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN

30.14

55.14

$H = H_{sd}$ = azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN

99.86

74.07

$H_{sd} \leq H_{Rd}$?

ok

ok

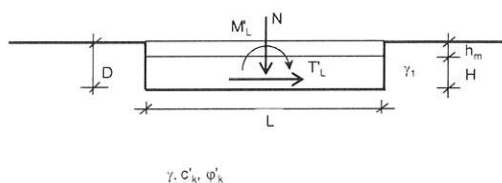
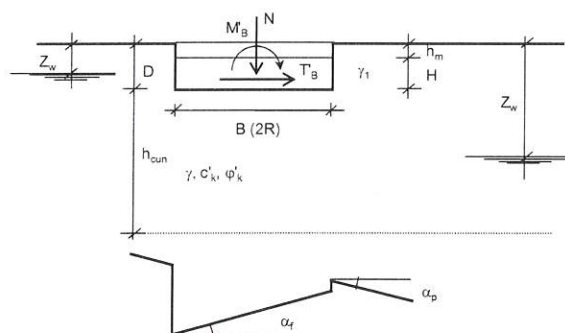
PLINTO A BICCHIERE TIPO B X/05 - Y/03

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.50
L (se sez. Q-R; convenz. 'Illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.50
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.00
H = altezza fondazione = m	0.70
α_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c , b_q , b_γ e piano di camp. g_c , g_q , g_γ

$$\alpha_{fp} = \alpha_f + \alpha_p = 0$$

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza $h_m = D-H$) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ_1 (kN/m ³)	h_1 (m)
Strato a: $\gamma_{1,a}$, $h_{1,a}$	18.00	2.00
Strato b: $\gamma_{1,b}$, $h_{1,b}$	-	-
Strato c: $\gamma_{1,c}$, $h_{1,c}$	-	-
$\gamma_1 = (\gamma_{1,a} h_{1,a} + \gamma_{1,b} h_{1,b} + \gamma_{1,c} h_{1,c}) / (h_{1,a} + h_{1,b} + h_{1,c})$ = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: $w \cdot 0,5 \cdot \tan(45^\circ + \phi/2)$ che può essere in media posta pari a w :

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m \quad 4.50$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a $D+h_{cun}$; $D+h_{cun} = m$ 6.50

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ_a , h_a	19.50	3.50
Strato b: γ_b , h_b	-	-
Strato c: γ_c , h_c	-	-
$\gamma = (\gamma_a h_a + \gamma_b h_b + \gamma_c h_c) / (h_a + h_b + h_c)$ = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE	c'_k (kN/mq)	h (m)
Strato a: $c'_{k,a}$, h_a	-	3.50
Strato b: $c'_{k,b}$, h_b	-	-
Strato c: $c'_{k,c}$, h_c	-	-
$c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c)$ = kN/mq	-	

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	c'_k (kN/mq)	h (m)
-	-	3.50
-	-	-
-	-	-

ϕ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE	ϕ'_k (°)	h (m)
Strato a: $\phi'_{k,a}$, h_a	30.00	3.50
Strato b: $\phi'_{k,b}$, h_b	-	-
Strato c: $\phi'_{k,c}$, h_c	-	-

Comb. SISMICHE

Comb. SISMICHE	ϕ'_k (°)	h (m)
-	28.00	3.50
-	-	-
-	-	-

Se ϕ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Scelta effettuata:

$\phi'_{k,a,ad} = [\text{no: } \phi'_{k,a}; \text{si: } 1,0 \phi'_{k,a} \text{ se sez. Q,C; } (1,1 - 0,1B/L) \phi'_{k,a} \text{ se sez. R; } 1,1 \phi'_{k,a} \text{ se sez. N}] =$	30.00
$\phi'_{k,b,ad} = [\text{no: } \phi'_{k,b}; \text{si: } 1,0 \phi'_{k,b} \text{ se sez. Q,C; } (1,1 - 0,1B/L) \phi'_{k,b} \text{ se sez. R; } 1,1 \phi'_{k,b} \text{ se sez. N}] =$	-
$\phi'_{k,c,ad} = [\text{no: } \phi'_{k,c}; \text{si: } 1,0 \phi'_{k,c} \text{ se sez. Q,C; } (1,1 - 0,1B/L) \phi'_{k,c} \text{ se sez. R; } 1,1 \phi'_{k,c} \text{ se sez. N}] =$	-
$\phi'_k = [\text{inv} \tan(\tan \phi'_{k,a,ad} h_a + \tan \phi'_{k,b,ad} h_b + \tan \phi'_{k,c,ad} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] \cdot 180/\pi =$	30.00

Scelta effettuata:

no	28.00
-	-
-	-
28.00	

Falda

$$\gamma_w = \text{peso specifico dell'acqua} = \text{kN/mc} = 10.00$$

$$D+h_{cun} = m \quad 6.50$$

$$Z_w = \text{quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore } Z_w > (D+h_{cun})] = m \quad 10.00$$

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

				Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
				perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_e	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1		1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2		1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1		1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3		1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

☒ 1 ☐ 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_e	γ_{cu}	γ_f				
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00			2.30	1.10

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,638.00	518.95
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= kNm	78.60	314.30
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= kN	5.20	20.70
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kNm	31.50	125.80
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kN	2.50	10.00

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto	
Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 \gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' \gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\text{tg} \phi'_d = \text{tg} \phi'_k / \gamma_c =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\text{inv} \text{tg}(\text{tg} \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_q, g_r
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{ed} =$ modulo edometrico del terreno $= \text{kN/mq} = 15,000.00$

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d = 0.50$

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.50$

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 = 0.50$

$\nu =$ coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) = 0.33$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq} = 10,000.0$

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq} = 3,750.0$

G (valore alternativo) $= \text{kN/mq} = 3,750.00$

G = G_{adottato} $= \text{kN/mq} = 3,750.0$

$\sigma =$ tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 79.88$

$I_r =$ Indice di rigidità $= G / (c'_d + \sigma \text{tg} \phi'_d) = \text{kN/mq} = 81.32$

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidità critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp} [(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq} = 69.63$

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] = 18.40$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp} [(0.6B/L - 4.4) \text{tg} \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_f = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1] = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$

$q_e =$ risultante sovraccarico alla profondità D $= \text{kN/mq} = 36.00$

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D+h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w-D) + \gamma_d(h_{cun}-(Z_w-D))\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun} + \gamma_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d)(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + (\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w))(Z_w-D)/h_{cun}$;
in c. dr. $\gamma_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
in c. dr. γ_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax} 1.30
var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_Q =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_Q =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_Q T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k) =$ kN 37.81

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_Q T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k) =$ kN 18.25

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} =$ kN 41.98

Momenti e Forze assiali di progetto

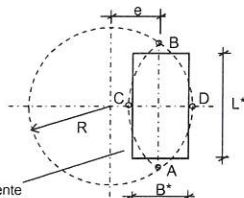
	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)								
I) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) =$ kNm	573.63							
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN	4,207.83							
II) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) =$ kNm		102.18						
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN		3,429.40						
III) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) =$ kNm			550.05					
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN			3,416.43					
IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k) =$ kNm				78.60				
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN				2,638.00				
V) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) =$ kNm					573.63			
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN					2,638.00			
VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) =$ kNm						102.18		
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN						3,416.43		
VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) =$ kNm							550.05	
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN							3,429.40	
VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k) =$ kNm								78.60
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN								4,207.83
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d =$ eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C] = m	0.136	0.030	0.161	0.030	0.217	0.030	0.160	0.019
$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C								
I) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) =$ kNm	229.65							
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN	4,207.83							
II) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) =$ kNm		40.95						
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN		3,429.40						
III) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) =$ kNm			220.20					
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN			3,416.43					
IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) =$ kNm				31.50				
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN				2,638.00				
V) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) =$ kNm					229.65			
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN					2,638.00			
VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) =$ kNm						40.95		
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN						3,416.43		
VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) =$ kNm							220.20	
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) =$ kN							3,429.40	
VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k) =$ kNm								31.50
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k) =$ kN								4,207.83
$e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L=0$; se C: $e_L=0$] = m	0.055	0.012	0.064	0.012	0.087	0.012	0.064	0.007

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m 4.23

L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m 4.39

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d$ = eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD =$ asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R-e) =$ m

$L_{eff} = AB =$ l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} =$ m

$A_{eff} =$ area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] =$ mq

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$
 $B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) $= (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$
 Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) $= (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione $= m$ 4.23 4.44 4.18 4.44 4.07 4.44 4.18 4.46
 $L^* =$ lunghezza efficace fondazione $= m$ 4.39 4.48 4.37 4.48 4.33 4.48 4.37 4.49

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) $= m$ ok ok ok ok ok ok ok ok

□ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' =$ larghezza efficace finale adottata $= B^* = m$ 4.23 4.44 4.18 4.44 4.07 4.44 4.18 4.46
 $L' =$ lunghezza efficace finale adottata $= L^* = m$ 4.39 4.48 4.37 4.48 4.33 4.48 4.37 4.49

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(45 + \phi_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi_d)] =$ 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40 18.40
 EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) \text{tg} \phi_d] =$ 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14 30.14
 EC7: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \text{tg} \phi_d] =$ 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09
 Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \text{tg} \phi_d] =$ 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40 22.40

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q : **EC7**
 $N_q = N_q$ adottato $=$ 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09 20.09

Fattori di forma

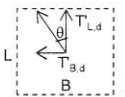
EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ sez. N: } 1] =$ 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
 EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ sez. N: } 1] =$ 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70
 EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ sez. N: } 1] =$ 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53
 Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \text{tg} \phi_d; \text{ sez. N: } 1] =$ 1.56 1.57 1.55 1.57 1.54 1.57 1.55 1.57
 Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ sez. N: } 1] =$ 0.61 0.60 0.62 0.60 0.62 0.60 0.62 0.60
 Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ sez. N: } 1] =$ 1.59 1.61 1.58 1.61 1.57 1.61 1.58 1.61

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata: **EC7**
 $s_q = s_q$ adottato $=$ 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50
 $s_r = s_r$ adottato $=$ 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70 0.70
 $s_c = s_c$ adottato $=$ 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53 1.53

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} \neq 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} = 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$ 64.23 64.23 64.23 64.23 64.23 64.23 64.23 64.23
 $m_B = [\text{sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ sez. N-C: } 0] =$ 1.51 1.50 1.51 1.50 1.52 1.50 1.51 1.50
 $m_L = [\text{sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ sez. N-C: } 0] =$ 1.49 1.50 1.49 1.50 1.48 1.50 1.49 1.50
 $m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$ 1.51 1.50 1.51 1.50 1.51 1.50 1.51 1.50



$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione $=$

$c_a =$ adesione terreno-fondazione $= r_c c'_d$
 sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d) \geq 0$ ok ok ok ok ok ok ok ok
 $i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^m] =$ 0.99 0.98 0.98 0.98 0.98 0.98 0.98 0.99
 $i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$ 0.98 0.98 0.98 0.97 0.97 0.98 0.98 0.98
 $i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^{(m+1)}] =$ 0.98 0.97 0.97 0.96 0.96 0.97 0.97 0.98

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata: **EC7**
 $d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 \text{tg} \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B'; \text{ se } D/B > 1: 1 + 2 \text{tg} \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B)]; \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di B'}] =$ 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 $d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_q \text{tg} \phi_d)] =$ 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 $d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$ 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \text{tg} \phi_d)^2] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 $b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c \text{tg} \phi_d)] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 $b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata: **EC7**
 $g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \text{tg} \alpha_d)^2] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 $g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c \text{tg} \phi_d)] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 $g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente; riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi $=$ 1.00

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_r ?**

Scelta effettuata: **si**
 $r_r = r_r$ adottato $=$ 1.00

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$
 $t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_d N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$
 $t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d r' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$
 978.77 975.45 975.32 970.01 969.88 975.39 975.39 978.82
 565.33 590.46 555.46 584.99 535.47 590.36 555.69 596.83

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,544.10 1,565.92 1,530.78 1,555.00 1,505.35 1,565.75 1,531.08 1,575.65

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = \text{kN/mq}$	226.69	172.54	187.07	132.72	150.01	171.90	187.71	210.23
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	671.35	680.83	665.56	676.09	654.50	680.76	665.68	685.06
$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 487.19

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,638.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.18

$M'_{L,d}$ (del tipo $M'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 195.04

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,638.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d ; \text{ se N: } e_L = 0 ; \text{ se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.07

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 4.13

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L ; \text{ se N: } L] = \text{m}$ 4.35

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 4.13

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 4.35

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$ 4.13

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$ 4.35

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq}$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi =$ 24.79

$r_\phi = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_\phi \phi'_d =$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 2,638.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$ 1,218.44

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN}$ 1,107.67

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T'_{B,d}$ ($T'_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = \text{kN}$ 32.11

$T'_{L,d}$ ($T'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN}$ 15.50

$H = H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'_{B,d}{}^2 + T'_{L,d}{}^2)^{1/2} = \text{kN}$ 35.66

$H_{Sd} \leq H_{Rd} ?$ ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto											
Approccio 1 oppure 2? Approccio scelto:	perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_c	γ_s	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
(se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
M'' _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= kNm	261.60	489.31	823.60	489.31	691.55	919.32	266.42	919.32
T'' _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= kN	67.45	67.45	67.45	67.45	21.80	21.80	21.80	21.80
M''' _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kNm	740.24	750.70	188.70	700.10	265.90	276.30	701.45	265.90
T''' _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= kN	29.10	29.10	29.10	29.10	27.00	27.00	27.00	27.00

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN	422.00
Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_G = m	0.40

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T''_B/N$ =	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	10.78	10.78	10.78	10.78	3.48	3.48	3.48	3.48
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T'''_L/N$ =	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = $T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	4.65	4.65	4.65	4.65	4.32	4.32	4.32	4.32
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T''_B = T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	78.23	78.23	78.23	78.23	25.28	25.28	25.28	25.28
$T'''_L = T'''_L + T'''_{hi,L}$ = kN	33.75	33.75	33.75	33.75	31.32	31.32	31.32	31.32

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T''_B)/g]$ (opp. altro valore utente) =	0.05							
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T'''_L)/g]$ (opp. altro valore utente) =	0.02							
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10
Taglio per effetto inerziale = $T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T''_B = T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	88.55	88.55	88.55	88.55	42.90	42.90	42.90	42.90
$T'''_L = T'''_L + T'''_{hi,L}$ = kN	37.54	37.54	37.54	37.54	35.44	35.44	35.44	35.44

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:	2							
Tagli per effetto inerziale								
$T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10
$T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T''_B = T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	88.55	88.55	88.55	88.55	42.90	42.90	42.90	42.90
$T'''_L = T'''_L + T'''_{hi,L}$ = kN	37.54	37.54	37.54	37.54	35.44	35.44	35.44	35.44
Momenti dovuti al trasporto di $T''_{hi,B}$, $T'''_{hi,L}$ sul piano di posa								
$M(T''_{hi,B}) = T''_{hi,B} \cdot h_{G,W}$ = kNm	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44
$M(T'''_{hi,L}) = T'''_{hi,L} \cdot h_{G,W}$ = kNm	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
M'' _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C)= $M''_B + M(T''_{hi,B})$ = kNm	270.04	497.75	832.04	497.75	699.99	927.76	274.86	927.76
T'' _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C)= $T''_B + T(T''_{hi,B})$ = kN	88.55	88.55	88.55	88.55	42.90	42.90	42.90	42.90
M''' _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= $M'''_L + M(T'''_{hi,L})$ = kNm	743.62	754.08	192.08	703.48	269.28	279.68	704.83	269.28
T''' _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C)= $T'''_L + T(T'''_{hi,L})$ = kN	37.54	37.54	37.54	37.54	35.44	35.44	35.44	35.44
carico unico risultante orizzontale: $H' = (T''_B^2 + T'''_L^2)^{1/2}$ = kN	96.18	96.18	96.18	96.18	55.65	55.65	55.65	55.65

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma' / \gamma_r$ = kN/m ³ =	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_r$ = kN/m ³ =	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto = c'_k / γ_c = kN/mq	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c$ =	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctg(\tan \phi'_d)]$ 180/° =	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ex} , g_y ,
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

● si ○ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ad} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d$ = 0.47

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato}$ = 0.47

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) / OCR^\alpha$ = 0.53

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0)$ = 0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ad} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu)$ = kN/mq 9,483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E/2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,521.0
G (valore alternativo) = kN/mq -
 G = G_{adottato} = kN/mq 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{\text{cun}}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}}/2)$, no falda in $(D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_{d1}, \gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 79.88$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \varphi'_d) = \text{kN/mq}$ 82.91

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C; 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r, \text{crit}} = 0,5 \text{ Exp}[(3,3 - 0,45B/L) / \tan(\pi/4 + \varphi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r, \text{crit}}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \varphi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \varphi'_d)] = 14.72$

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0,6B/L - 4,4) \tan \varphi'_d + 3,07 \sin \varphi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \varphi'_d)]; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_q = \psi_f = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q)(N_q - 1); 1 \} = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : **1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.**

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D): $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 36.00

Su γ_d : **1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d1, r} = \gamma_d$**

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d1, r} = \{\gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d[h_{\text{cun}} - (Z_w - D)]\} / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d1, r} = \gamma_d(Z_w - D)/h_{\text{cun}} + \gamma'_d h_{\text{cun}}/h_{\text{cun}} - \gamma'_d(Z_w - D)/h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d1, r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D)/h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d1, r} = (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w) + \{\gamma_d - (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)\}(Z_w - D)/h_{\text{cun}}$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_d$;

$\gamma_{d1, r} = (\gamma_d - \gamma_w) + \{\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)\}(Z_w - D)/h_{\text{cun}}$

2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d1, r} = \gamma'_d = (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d1, r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;

$\gamma_{d1, r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

☐ ☐ ☒ ☐ ☒ ☒ ☐ ☒

Tagli di progetto

$T'_{B, d}$ ($T_{B, d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T'_B = \text{kN}$

88.55 42.90 42.90 42.90

$T'_{L, d}$ ($T_{L, d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'_L = \text{kN}$

37.54 35.44 35.44 35.44

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

96.18 55.65 55.65 55.65

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B, d}$ (del tipo $M_{B, d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

832.04

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

IV) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

699.99

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

VI) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

927.76

2,640.00

VII) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VIII) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

927.76

2,640.00

$e = [e_B = M'_{B, d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$

0.315

0.265

0.351

0.351

$M'_{L, d}$ (del tipo $M_{L, d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

192.08

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

IV) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

269.28

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

VI) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

279.68

2,640.00

VII) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VIII) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$

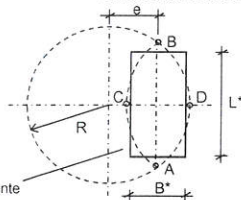
269.28

$N_d = N = kN$ 2,640.00
 $e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L = 0$; se C: $e_L = 0$] = m 0.073 0.102 0.106 0.102

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m 3.87 3.97 3.80 3.80
 $L^* =$ lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m 4.35 4.30 4.29 4.30

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d =$ eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD
 $B_{eff} = CD =$ asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e) = m$
 $L_{eff} = AB =$ l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$
 $A_{eff} =$ area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m 3.87 3.97 3.80 3.80

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m 4.35 4.30 4.29 4.30

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m ok ok ok ok

☒ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$ 3.87 3.97 3.80 3.80

$L' =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$ 4.35 4.30 4.29 4.30

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $\lg^2(45 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg}\phi'_d)$] = 14.72 14.72 14.72 14.72

EC7, Vesic: $N_c =$ [sez. Q-R-N-C: $(N_q - 1)/\text{tg}\phi'_d$] = 25.80 25.80 25.80 25.80

EC7: $N_q =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_q - 1) \text{tg}\phi'_d$] = 14.59 14.59 14.59 14.59

Vesic: $N_f =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_q + 1) \text{tg}\phi'_d$] = 16.72 16.72 16.72 16.72

Scelta per N_f :

Scelta effettuata per N_f :

$N_f = N_f$ adottato = 14.59 14.59 14.59 14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q =$ [sez. Q-C: $1 + \sin\phi'_d$; sez. R: $1 + B'/L' \sin\phi'_d$; se sez. N: 1] = 1.47 1.47 1.47 1.47

EC7: $s_r =$ [sez. Q-C: 0.7; sez. R: $1 - 0.3 B'/L'$; se sez. N: 1] = 0.70 0.70 0.70 0.70

EC7: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $(s_q N_q - 1)/(N_q - 1)$; se sez. N: 1] = 1.50 1.50 1.50 1.50

Vesic: $s_q =$ [sez. Q-R-C: $1 + B'/L' \text{tg}\phi'_d$; se sez. N: 1] = 1.47 1.49 1.47 1.47

Vesic: $s_r =$ [sez. Q-R-C: $1 - 0.4 B'/L'$; se sez. N: 1] = 0.64 0.63 0.65 0.65

Vesic: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $1 + B' N_q / (L' N_c)$; se sez. N: 1] = 1.51 1.53 1.51 1.50

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato = 1.47 1.47 1.47 1.47

$s_r = s_r$ adottato = 0.70 0.70 0.70 0.70

$s_c = s_c$ adottato = 1.50 1.50 1.50 1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta =$ [sez. Q-R: se $T_{L,d} = 0$; 90° ; se $T_{L,d} \neq 0$: $\arctg(T_{B,d}/T_{L,d})$; sez. N-C: 0] = $^\circ$ 67.03 50.44 50.44 50.44

$m_B =$ [se sez. Q-R: $(2 + B'/L') / (1 + B'/L')$; se sez. N-C: 0] = 1.53 1.52 1.53 1.53

$m_L =$ [se sez. Q-R: $(2 + L'/B') / (1 + L'/B')$; se sez. N-C: 0] = 1.47 1.48 1.47 1.47

$m =$ [sez. Q-R: $(m_B \sin^2\theta + m_L \cos^2\theta)$; sez. N: 2; sez. C: $(2 + B'/L') / (1 + B'/L')$] = 1.52 1.50 1.51 1.51

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_{c'}$ = kN/mq - - - -

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione = - - - -

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ - - - -

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cot\phi'_d) \geq 0$ ok ok ok ok

$i_q =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cot\phi'_d))^m$] = 0.95 0.97 0.97 0.97

$i_c =$ [sez. Q-R-N-C: $i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$] = 0.94 0.97 0.97 0.97

$i_f =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d/(N_d + B' L' c_a \cot\phi'_d))^{(m-1)}$] = 0.91 0.95 0.95 0.95

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

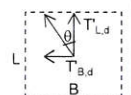
☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$d_q =$ [EC7: 1; Hansen: sez. Q-R-N-C, se $D/B \leq 1$: $1 + 2D \text{tg}\phi'_d (1 - \sin\phi'_d)^2/B'$;



se $D/B > 1$: $1 + 2 \tan^2 \phi_d (1 - \sin \phi_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B' = 1.000 1.000 1.000 1.000
 $d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_d): \text{sez. Q-R-N-C: } d_d - (1 - d_d)/(N_c \tan \phi_d)] =$ 1.000 1.000 1.000 1.000
 $d_s = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$ 1.000 1.000 1.000 1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_f \tan \phi_d)^2] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00
 $b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_a - (1 - b_a)/(N_c \tan \phi_d)] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00
 $b_f = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_a] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7

Scelta effettuata :
 $g_a = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_p)^2] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00
 $g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_a - (1 - g_a)/(N_c \tan \phi_d)] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00
 $g_f = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_a] =$ 1.00 1.00 1.00 1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_s della trinomia non può aumentare indefinitamente;
 riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi = 1.00

☒ si ☐ no

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B \gg L$. Applicare r_f ?

Scelta effettuata:

si

r_f adottato = 1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$ - - - -
 $t_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_a \psi_a N_a s_a i_a d_a b_a g_a] = \text{kN/mq}$ 735.97 754.15 754.11 754.11
 $t_f = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d B' \psi_f N_f s_f i_f d_f b_f g_f r_f] = \text{kN/mq}$ 350.92 374.76 358.45 358.45
 $q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_f] = \text{kN/mq}$ 1,086.89 1,128.91 1,112.57 1,112.57

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S_s S_T a_g/g =$ 0.017
 $K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$ 0.017 0.017 0.017 0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (tg \phi_d)^3 - 105,80 (tg \phi_d)^2 + 81,09 tg \phi_d - 19,91 =$ - 0.197 - 0.197 - 0.197 - 0.197
 $G = -2,8 (tg \phi_d)^3 + 6,66 (tg \phi_d)^2 - 4,61 tg \phi_d + 0,35 =$ - 0.639 - 0.639 - 0.639 - 0.639
 $A = 7,23 (tg \phi_d)^3 - 18,39 tg \phi_d^2 + 15,22 tg \phi_d - 5,39 =$ - 1.410 - 1.410 - 1.410 - 1.410
 $h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$ 1.000 1.000 1.000 1.000
 $h_{a,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$ 0.989 0.989 0.989 0.989
 $h_{f,0} = A K_{hk} + 1 =$ 0.976 0.976 0.976 0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$ - - - -
 $t'_a = t_a h_{a,0} =$ 727.93 745.91 745.88 745.88
 $t'_f = t_f h_{f,0} =$ 342.51 365.78 349.86 349.86
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_f] = \text{kN/mq}$ 1,070.44 1,111.69 1,095.74 1,095.74

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < tg \phi_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$ 0.995 0.995 0.995 0.995
 $z_a = (1 - K_{hk}/tg \phi_d)^{0,35} =$ 0.989 0.989 0.989 0.989
 $z_f = (1 - K_{hk}/tg \phi_d)^{0,35} =$ 0.989 0.989 0.989 0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$ - - - -
 $t'_a = t_a z_a =$ 727.65 745.62 745.59 745.58
 $t'_f = t_f z_f =$ 346.95 370.52 354.40 354.40
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_f] = \text{kN/mq}$ 1,074.60 1,116.14 1,099.99 1,099.98

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{-k} = (1 - K_{hk}/tg \phi_d)^{0,45} =$ 0.985 0.985 0.985 0.985

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c =$ - - - -
 $t'_a = t_a =$ 735.97 754.15 754.11 754.11
 $t'_f = t_f e_{-k} =$ 345.83 369.32 353.25 353.25
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_f] = \text{kN/mq}$ 1,081.80 1,123.47 1,107.36 1,107.36

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$ 1,070.44 1,111.69 1,095.74 1,095.74

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$ -

$u_a =$ -

$u_f =$ -

$t'_c = t_c u_c =$ - - - -

$t'_a = t_a u_a =$ - - - -

$t'_f = t_f u_f =$ - - - -

$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_f] = \text{kN/mq}$ - - - -

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_f] = \text{kN/mq}$ 1,086.89 1,128.91 1,112.57 1,112.57

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Scelta effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{kN/mq}]$ 1,070.44 1,111.69 1,095.74 1,095.74

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq			156.67		154.80	162.14		161.84
γ_R (per la capacità portante) =			2.30		2.30	2.30		2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q_{lim} / γ_R = kN/mq			465.41		483.34	476.41		476.41
$q_{sd} \leq q_{Rd}$?			ok		ok	ok		ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

-

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

-

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

-

$tg \phi'_d = tg \phi'_k / \gamma_{\phi} =$

0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [invtg(tg \phi'_d)] 180/\pi =$

23.04

r_{ϕ} = coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo δ =

1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_{\phi} \phi'_d =$

23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

3.87

3.97

3.80

3.80

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

4.35

4.30

4.29

4.30

Forza resistente

$N_d = kN$

2,640.00

2,640.00

2,640.00

2,640.00

$H_R =$ azione resistente = $N_d tg \delta + c_a B' L' = kN$

1,122.97

1,122.97

1,122.97

1,122.97

γ_R (per lo scorrimento) =

1.10

1.10

1.10

1.10

$H_{Rd} =$ azione resistente di progetto = $H_R / \gamma_R = kN$

1,020.88

1,020.88

1,020.88

1,020.88

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = kN$

88.55

42.90

42.90

42.90

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L = kN$

37.54

35.44

35.44

35.44

$H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} = kN$

96.18

55.65

55.65

55.65

$H_{Sd} \leq H_{Rd}$?

ok

ok

ok

ok

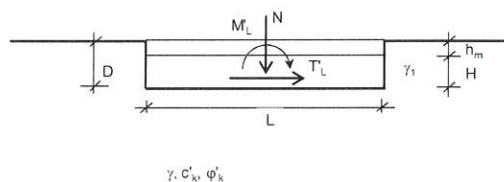
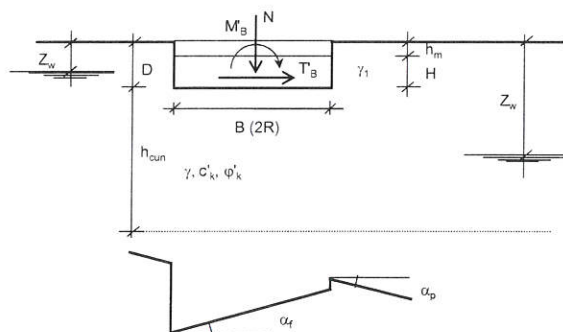
PLINTO A BICCHIERE TIPO B X/05 - Y/03

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☒ Q Quadrata (L=B)
☐ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

Q



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.50
L (se sez. Q-R; convenz. 'Illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	4.50
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.00
H = altezza fondazione = m	0.70
α_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_y e piano di camp. g_c, g_q, g_y
α_p = α_f + α_p = °

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ_1 (kN/m³)	h_1 (m)
Strato a: γ_1,a, h_1,a	18.00	2.00
Strato b: γ_1,b, h_1,b	-	-
Strato c: γ_1,c, h_1,c	-	-
γ_1 = (γ_1,a h_1,a + γ_1,b h_1,b + γ_1,c h_1,c) / (h_1,a + h_1,b + h_1,c) = kN/m³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_cun del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+ φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

4.50

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_cun; D+h_cun = m

6.50

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)	γ (kN/m³)	h (m)
Strato a: γ_a, h_a	19.50	3.50
Strato b: γ_b, h_b	-	-
Strato c: γ_c, h_c	-	-
γ = (γ_a h_a + γ_b h_b + γ_c h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/m³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE

c'_k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c'_{k,a}, h_a	3.50
Strato b: c'_{k,b}, h_b	-
Strato c: c'_{k,c}, h_c	-
c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/mq	-

Comb. SISMICHE

c'_k (kN/mq)	h (m)
-	3.50
-	-
-	-
-	-

φ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE

φ'_k (°)	h (m)
Strato a: φ'_{k,a}, h_a	3.50
Strato b: φ'_{k,b}, h_b	-
Strato c: φ'_{k,c}, h_c	-

Comb. SISMICHE

φ'_k (°)	h (m)
28.00	3.50
-	-
-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Sceita effettuata:

φ'_{k,a,bd}=[no: φ'_{k,a}; si: 1,0φ'_{k,a} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)/φ'_{k,a} se sez. R; 1,1φ'_{k,a} se sez. N)] =	30.00
φ'_{k,b,bd}=[no: φ'_{k,b}; si: 1,0φ'_{k,b} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)/φ'_{k,b} se sez. R; 1,1φ'_{k,b} se sez. N)] =	-
φ'_{k,c,bd}=[no: φ'_{k,c}; si: 1,0φ'_{k,c} se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)/φ'_{k,c} se sez. R; 1,1φ'_{k,c} se sez. N)] =	-
φ'_k = [invtg (tgφ'_{k,a,bd} h_a + tgφ'_{k,b,bd} h_b + tgφ'_{k,c,bd} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] 180/π = °	30.00

no

28.00

-

-

28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua= kN/mc =

10.00

D+h_cun = m

6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_cun)] = m

10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Gmax} (se Sfav.)	var. γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) +M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) +M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

○ 1 ● 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Gmax} (se Sfav.)	var. γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	2,638.00	518.95
M' _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	78.60	314.30
T' _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	5.20	20.70
M' _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	31.50	125.80
T' _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	2.50	10.00

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_s =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_{ci}, g_{ci}

$\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

● si ○ no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^i =$ 0.50

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E/2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,750.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_{d1}$

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 79.88

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 81.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 69.63

$I_r < I_{r,crit}$?

no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_q = \psi_f =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_c = \min \{ \psi_q - (\psi_q - 1) / (N_q - 1) \} =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 36.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w - D) + \gamma_d[h_{cun}(Z_w - D)]\} / h_{cun}$

$$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun} + \gamma_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun}$$

$$\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d)(Z_w - D) / h_{cun}$$

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax} 1.30

var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_Q = -$

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q = -$

Valore adottato: perm. $\gamma_Q = 1.30$

Valore adottato: var. $\gamma_Q = 1.50$

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_Q T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 37.81

$T'_{L,d}$ ($T'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_Q T'_L(G_k) + \gamma_Q T'_L(Q_k)$ = kN 18.25

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T'_{L,d}{}^2)^{1/2}$ = kN 41.98

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 573.63

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,207.83

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 102.18

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 3,429.40

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 550.05

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 3,416.43

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 78.60

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 2,638.00

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 573.63

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 2,638.00

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 102.18

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 3,416.43

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 550.05

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 3,429.40

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 78.60

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$ 0.136 0.030 0.161 0.030 0.217 0.030 0.160 0.019

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 229.65

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 4,207.83

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 40.95

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,429.40

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 220.20

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,416.43

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 31.50

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,638.00

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 229.65

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,638.00

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 40.95

$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 3,416.43

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 220.20

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 3,429.40

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 31.50

$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 2,638.00

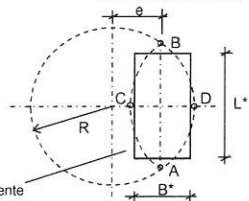
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = m$ 0.055 0.012 0.064 0.012 0.087 0.012 0.064 0.007

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m 4.23 4.44 4.18 4.44 4.07 4.44 4.18 4.46

L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m 4.39 4.48 4.37 4.48 4.33 4.48 4.37 4.49

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M_{B,d} / N_d$ = eccentricità in direzione B

(ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD$ = asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e)$ = m

$L_{eff} = AB$ = l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2}$ = m

A_{eff} = area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2})$ = mq

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^* / L^* = B_{eff} / L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^* / L^* = B_{eff} / L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff} / B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff} / B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

$$\text{Da } B^* = A^* B_{\text{eff}} / (B^* L_{\text{eff}}); B^{*2} = A^* B_{\text{eff}} / L_{\text{eff}}; B^* = (A^* B_{\text{eff}} / L_{\text{eff}})^{1/2} = (A_{\text{eff}} B_{\text{eff}} / L_{\text{eff}})^{1/2}$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{\text{eff}} B_{\text{eff}} / L_{\text{eff}})^{1/2} = m$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{\text{eff}} L_{\text{eff}} / B_{\text{eff}})^{1/2} = m$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m

□ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$$

Fattori di capacità portante

$$\text{EC7, Vesic: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(45 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] =$$

$$\text{EC7, Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) \text{tg} \phi'_d] =$$

$$\text{EC7: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \text{tg} \phi'_d] =$$

$$\text{Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \text{tg} \phi'_d] =$$

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$$N_q = N_q \text{ adottato} =$$

Fattori di forma

$$\text{EC7: } s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{EC7: } s_r = [\text{sez. Q-C: } 0,7; \text{ sez. R: } 1 - 0,3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{EC7: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q + 1); \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \text{tg} \phi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0,4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$$

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$$s_q = s_q \text{ adottato} =$$

$$s_r = s_r \text{ adottato} =$$

$$s_c = s_c \text{ adottato} =$$

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{Ld}=0; 90^\circ; \text{ se } T_{Ld} \neq 0; \arctg(T_{Bd}/T_{Ld}); \text{ sez. N-C: } 0] =$$

$$m_\theta = [\text{sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m_L = [\text{sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m = [\text{sez. Q-R: } (m_\theta \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$$

$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_u / \gamma_c = \text{kN/mq}$$

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d =$$

$$\text{sez. Q-R-N-C: } 1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$$

$$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^m] =$$

$$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_c \text{tg} \phi'_d)] =$$

$$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{(m+1)}] =$$

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

$$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \text{tg} \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B';$$

$$\text{se } D/B > 1: 1 + 2 \text{tg} \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 \arctg(D/B'); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$$

$$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_c \text{tg} \phi'_d)] =$$

$$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$$

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \text{tg} \phi'_d)^2] =$$

$$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c \text{tg} \phi'_d)] =$$

$$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$$

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

Scelta effettuata:

$$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \text{tg} \alpha_d)^2] =$$

$$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c \text{tg} \phi'_d)] =$$

$$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$$

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_r ?**

Scelta effettuata:

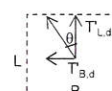
$$r_r = r_r \text{ adottato} =$$

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$$

$$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$$

$$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_{dr} B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$$



$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = kN/mq$ 1,544.10 1,565.92 1,530.78 1,555.00 1,505.35 1,565.75 1,531.08 1,575.65

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = kN/mq$	226.69	172.54	187.07	132.72	150.01	171.90	187.71	210.23
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = kN/mq$	671.35	680.83	665.56	676.09	654.50	680.76	665.68	685.06
$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = kNm$ 487.19

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN$ 2,638.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$ 0.18

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = kNm$ 195.04

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN$ 2,638.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d ; \text{ se N: } e_L = 0 ; \text{ se C: } e_L = 0] = m$ 0.07

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m$ 4.13

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L ; \text{ se N: } 1] = m$ 4.35

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = m$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = mq$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$ 4.13

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$ 4.35

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$ 4.13

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$ 4.35

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = kN/mq$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_s =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\tan^{-1}(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$ 24.79

$r_\phi = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_\phi \phi'_d = ^\circ$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN$ 2,638.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_a B' L' = kN$ 1,218.44

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = kN$ 1,107.67

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = kN$ 32.11

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = kN$ 15.50

$H = H_{sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = kN$ 35.66

$H_{sd} \leq H_{Rd} ?$ ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto											
perm.	perm.	var.	var.	γ_g	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R		
γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)								
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10		

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
(se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
M'' _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	261.60	489.31	823.60	489.31	691.55	919.32	266.42	919.32
T'' _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	67.45	67.45	67.45	67.45	21.80	21.80	21.80	21.80
M''' _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	740.24	750.70	188.70	700.10	265.90	276.30	701.45	265.90
T''' _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	29.10	29.10	29.10	29.10	27.00	27.00	27.00	27.00

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN	422.00
Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_G = m	0.40

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T''_{hi,B} / N$ =	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	10.78	10.78	10.78	10.78	3.48	3.48	3.48	3.48
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T'''_{hi,L} / N$ =	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = $T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	4.65	4.65	4.65	4.65	4.32	4.32	4.32	4.32
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T''_B = T''_{hi,B} + T''_{hi,B}$ = kN	78.23	78.23	78.23	78.23	25.28	25.28	25.28	25.28
$T'''_L = T'''_{hi,L} + T'''_{hi,L}$ = kN	33.75	33.75	33.75	33.75	31.32	31.32	31.32	31.32

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T''_B) / g \text{ (opp. altro valore utente)}]$ =	0.05							
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T'''_L) / g \text{ (opp. altro valore utente)}]$ =	0.02							
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10
Taglio per effetto inerziale = $T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T''_B = T''_{hi,B} + T''_{hi,B}$ = kN	88.55	88.55	88.55	88.55	42.90	42.90	42.90	42.90
$T'''_L = T'''_{hi,L} + T'''_{hi,L}$ = kN	37.54	37.54	37.54	37.54	35.44	35.44	35.44	35.44

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:	2							
Tagli per effetto inerziale								
$T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10
$T'''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T''_B = T''_{hi,B} + T''_{hi,B}$ = kN	88.55	88.55	88.55	88.55	42.90	42.90	42.90	42.90
$T'''_L = T'''_{hi,L} + T'''_{hi,L}$ = kN	37.54	37.54	37.54	37.54	35.44	35.44	35.44	35.44
Momenti dovuti al trasporto di $T''_{hi,B}$, $T'''_{hi,L}$ sul piano di posa								
$M(T''_{hi,B}) = T''_{hi,B} h_{G,W}$ = kNm	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44	8.44
$M(T'''_{hi,L}) = T'''_{hi,L} h_{G,W}$ = kNm	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38	3.38

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
M'' _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M''_{hi,B} + M(T''_{hi,B})$ = kNm	270.04	497.75	832.04	497.75	699.99	927.76	274.86	927.76
T'' _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T''_{hi,B} + T(T''_{hi,B})$ = kN	88.55	88.55	88.55	88.55	42.90	42.90	42.90	42.90
M''' _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M'''_{hi,L} + M(T'''_{hi,L})$ = kNm	743.62	754.08	192.08	703.48	269.28	279.68	704.83	269.28
T''' _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'''_{hi,L} + T(T'''_{hi,L})$ = kN	37.54	37.54	37.54	37.54	35.44	35.44	35.44	35.44
carico unico risultante orizzontale: $H' = (T''_B^2 + T'''_L^2)^{1/2}$ = kN	96.18	96.18	96.18	96.18	55.65	55.65	55.65	55.65

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 / \gamma_s$ = kN/m ³ =	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma' / \gamma_s$ = kN/m ³ =	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto = c'_k / γ_c = kN/mq	-
$tg\phi'_d = tg\phi'_k / \gamma_c$ =	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [invtg(tg\phi'_d)]$ 180/° = °	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci} , g_{qr} , g_y
 $\alpha_{\phi} < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d$ = 0.47

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato}$ = 0.47

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) OCR^2$ = 0.53

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0)$ = 0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu)$ = kN/mq 9,483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,521.0
G (valore alternativo) = kN/mq -
 G = $G_{\text{adottato}} = \text{kN/mq}$ 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{\text{cun}}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}}/2)$, no falda in $(D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

in c. dr. γ'_{d1} , γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,\text{sat}} = \gamma_{d1}$, $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 79.88$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 82.91

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N; B/L=2R/2R=1 se sez. C: 1.00

Indice di rigidezza critico = $I_{r,\text{crit}} = 0.5 \text{ Exp} [(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 57.40

$I_r < I_{r,\text{crit}}$? no, non c'è rott. locale o per punz., ma rottura generale per taglio

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \phi'_d)] = 14.72$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$; $\Psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,\text{crit}}$; $\Psi_r = \min \{ \text{Exp} [(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$; $\Psi_d = 1$. Se $I_r < I_{r,\text{crit}}$; $\Psi_d = \Psi_r = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,\text{crit}}$; $\Psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,\text{crit}}$; $\Psi_c = \min [\Psi_d - (1 - \Psi_d) / (N_q - 1) ; 1] = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q_r

Su q_r : **1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.**

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,\text{sat}} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} = 36.00$

Su q_r : **1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$**

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d,r} = \{ \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d[h_{\text{cun}} - (Z_w - D)] \} / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}} + \gamma'_d h_{\text{cun}} / h_{\text{cun}} - \gamma'_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,\text{sat}} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,\text{sat}} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = $\text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tagli di progetto

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B = \text{kN}$

88.55

42.90

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'_L = \text{kN}$

37.54

35.44

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

96.18

55.65

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

832.04

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

IV) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VI) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VII) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VIII) $M'_{B,d} = M_B = \text{kNm}$

927.76

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$

0.315

0.351

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

II) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

III) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

192.08

$N_d = N = \text{kN}$

2,640.00

IV) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

V) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VI) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

$N_d = N = \text{kN}$

VIII) $M'_{L,d} = M'_L = \text{kNm}$

269.28

$N_d = N = kN$
 $e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{ ; se N: } e_L = 0 \text{ ; se C: } e_L = 0] = m$

0.073

2,640.00

0.102

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m$
 $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{ ; se N: } 1] = m$

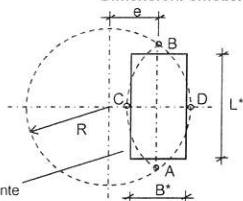
3.87

3.80

4.35

4.30

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$ (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio).

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = m$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff} / B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff} / B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

-

-

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

-

-

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$

3.87

3.80

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$

4.35

4.30

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

ok

ok

☒ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$

3.87

3.80

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$

4.35

4.30

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_d = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \lg \phi'_d)] =$

14.72

14.72

EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_d - 1) \lg \phi'_d] =$

25.80

25.80

EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_d - 1) \lg \phi'_d] =$

14.59

14.59

Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_d + 1) \lg \phi'_d] =$

16.72

16.72

Scelta per N_d :

Scelta effettuata per N_d :

$N_d = N_d \text{ adottato} =$

14.59

14.59

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi'_d \text{ ; sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi'_d \text{ ; se sez. N: } 1] =$

1.47

1.47

EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7 \text{ ; sez. R: } 1 - 0.3 B'/L' \text{ ; se sez. N: } 1] =$

0.70

0.70

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_d - 1) / (N_d - 1) \text{ ; se sez. N: } 1] =$

1.50

1.50

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \lg \phi'_d \text{ ; se sez. N: } 1] =$

1.47

1.47

Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L' \text{ ; se sez. N: } 1] =$

0.64

0.65

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_d / (L' N_c) \text{ ; se sez. N: } 1] =$

1.51

1.50

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q \text{ adottato} =$

1.47

1.47

$s_r = s_r \text{ adottato} =$

0.70

0.70

$s_c = s_c \text{ adottato} =$

1.50

1.50

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ \text{ ; se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d} / T_{L,d}) \text{ ; sez. N-C: } 0] = ^\circ$

67.03

50.44

$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L') \text{ ; se sez. N-C: } 0] =$

1.53

1.53

$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B') \text{ ; se sez. N-C: } 0] =$

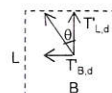
1.47

1.47

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta) \text{ ; sez. N: } 2 \text{ ; sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$

1.52

1.51



$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d =$

-

-

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d) \geq 0$

ok

ok

$i_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^m] =$

0.95

0.97

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_a - (1 - i_a) / (N_d - 1)] =$

0.94

0.97

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi'_d))^{(m+1)}] =$

0.91

0.95

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1 \text{ ; Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \lg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B']$

se $D/B > 1$: $1 + 2 \tan^2 \phi'_d (1 - \sin \phi'_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B' = 1.000 1.000
 $d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$ 1.000 1.000
 $d_r = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$ 1.000 1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_f \tan \phi'_d)^2] =$ 1.00 1.00
 $b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$ 1.00 1.00
 $b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$ 1.00 1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:**

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta effettuata:

EC7

$g_q = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_p)^2] =$ 1.00 1.00
 $g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$ 1.00 1.00
 $g_r = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$ 1.00 1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;
riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi = 1.00

☒ si ☐ no

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B \gg L$. **Applicare r_f ?**

Scelta effettuata:

si

$r_f = r_f$ adottato =

1.00

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c t_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$ - -
 $t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_d \psi_q N_q s_q t_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$ 735.97 754.11
 $t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r t_r d_r b_r g_r r_f] = \text{kN/mq}$ 350.92 358.45
 $q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,086.89 1,112.57

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S_s S_T a_g/g =$ 0.017
 $K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$ 0.017 0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (tg \phi'_d)^3 - 105,80 (tg \phi'_d)^2 + 81,09 tg \phi'_d - 19,91 =$ - 0.197 - 0.197
 $G = -2,8 (tg \phi'_d)^3 + 6,66 (tg \phi'_d)^2 - 4,61 tg \phi'_d + 0,35 =$ - 0.639 - 0.639
 $A = 7,23 (tg \phi'_d)^3 - 18,39 (tg \phi'_d)^2 + 15,22 tg \phi'_d - 5,39 =$ - 1.410 - 1.410
 $h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$ 1.000 1.000
 $h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$ 0.989 0.989
 $h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$ 0.976 0.976

1: A+B1: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$ - -
 $t'_q = t_q h_{q,0} =$ 727.93 745.88
 $t'_r = t_r h_{r,0} =$ 342.51 349.86
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$ 1,070.44 1,095.74

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < tg \phi'_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$ 0.995 0.995
 $z_q = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0,35} =$ 0.989 0.989
 $z_r = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0,35} =$ 0.989 0.989

2: A+B2: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$ - -
 $t'_q = t_q z_q =$ 727.65 745.58
 $t'_r = t_r z_r =$ 346.95 354.40
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$ 1,074.60 1,099.98

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{hk} = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0,45} =$ 0.985 0.985

3: A+B3: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c e_{hk} =$ - -
 $t'_q = t_q e_{hk} =$ 735.97 754.11
 $t'_r = t_r e_{hk} =$ 345.83 353.25
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$ 1,081.80 1,107.36

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$ 1,070.44 1,095.74

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$ - -
 $u_q =$ - -
 $u_r =$ - -
 $t'_c = t_c u_c =$ - -
 $t'_q = t_q u_q =$ - -
 $t'_r = t_r u_r =$ - -
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$ - -

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,086.89 1,112.57

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Scelta effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,070.44 1,095.74

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq			156.67					161.84
γ_R (per la capacità portante) =			2.30					2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q'_{lim} / γ_R = kN/mq			465.41					476.41
$q_{sd} \leq q_{Rd}$?			ok					ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_G	γ_C	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_G	γ_C	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione = -

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

$tg \varphi'_d = tg \varphi'_k / \gamma_\phi = 0.425$

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\varphi'_d = [\arctg(tg \varphi'_d)] 180/\pi = 23.04$

r_ϕ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo φ'_d all'angolo δ = 1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \varphi'_d = 23.04$

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$ 3.87 3.80

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$ 4.35 4.30

Forza resistente

N_d = kN 2,640.00 2,640.00

H_R = azione resistente = $N_d tg \delta + c_a B' L'$ = kN 1,122.97 1,122.97

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10 1.10

H_{Rd} = azione resistente di progetto = H_R / γ_R = kN 1,020.88 1,020.88

Forza di scorrimento:

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T'_B = kN 88.55 42.90

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T'_L = kN 37.54 35.44

$H = H_{Sd}$ = azione sollecitante di progetto = $(T'_{B,d}{}^2 + T'_{L,d}{}^2)^{1/2}$ = kN 96.18 55.65

$H_{Sd} \leq H_{Rd}$? ok ok

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO B

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{21} Q_{ki})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{21} Q_{ki})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_1 (\psi_{21} Q_{ki})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN 2.178.0

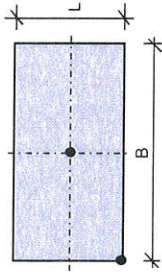
$N_s = N$ o strati del terreno = 3

B = larghezza fondazione = m 4.50

L = lunghezza fondazione = m 4.50

q = pressione risultante= $N / (B \cdot L) = \text{kN/m}^2$ 107.6

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : Centro



Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

$B' = m$ 2.25

$L' = m$ 2.25

$K_z =$ 4.00

$K_x =$ -

$K_y =$ -

N _s	Strato j	Tipo terreno	s _i (m)	z _i (m)	z _{i+1} (m)	Δ _{zi} (m)	Δ _{zi} (ausiliaria)	N _{ss} = s _i /Δ _{zi}	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)			
									Cedim. Totali		Cedim. Immediati		Totali	Immediati	Differenti	
									E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	v	w _T = Σw _{T,j}	w _I = Σw _{I,j}	w _D = Σw _{D,j}	
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	30,000	0.30	1.21	1.21	-	
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	4,000	0.30	2.00	1.50	0.50	
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	40,000	0.25	0.12	0.12	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
z _{max} = m 19.30									ΣN _{ss} = 25.0			Σw _I = 3.34			2.84	
															- 1.00	
															0.50	

N_s (j = 1,7)

Cr (Cr_T, Cr_I, Cr_D) =

VERIFICHE CEDIMENTI

$w_{T,d}$ = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = $w_T \cdot Cr_T = \text{cm}$
 $w_{T,lim} = \text{Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto} = \text{cm}$ 5.00

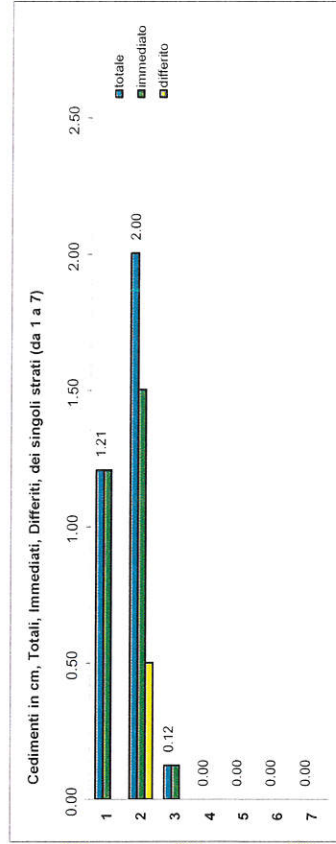
$w_{T,d} \leq w_{T,lim} ?$ #VALORE!

$w_{I,d}$ = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = $w_I \cdot Cr_I = \text{cm}$
 $w_{I,lim} = \text{Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto} = \text{cm}$ 2.84

$w_{I,d} \leq w_{I,lim} ?$ #VALORE!

$w_{D,d}$ = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = $w_D \cdot Cr_D = \text{cm}$
 $w_{D,lim} = \text{Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto} = \text{cm}$ 5.00

$w_{D,d} \leq w_{D,lim} ?$ ok



RELAZIONI IMPIEGATE PER IL CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI, IMMEDIATI

Tensioni indotte dal carico q nella mezzzeria di ciascun sottostrato i:

$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \operatorname{invtg}[(L' \cdot B') / (z \cdot R_3)] + [(L' \cdot B' \cdot z) / R_3] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$

$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \operatorname{invtg}[(L' \cdot B') / (z \cdot R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z) / (R_1^2 R_3)] \}$

$\Delta\sigma_{yi} = K_y (q/2\pi) \{ \operatorname{invtg}[(L' \cdot B') / (z \cdot R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z) / (R_2^2 R_3)] \}$

$R_1 = (L'^2 + z_i^2)^{0.5}$

$R_2 = (B'^2 + z_i^2)^{0.5}$

$R_3 = (L'^2 + B'^2 + z_i^2)^{0.5}$

Corrispondente cedimento di ciascun sottostrato i:

$w_i = [\Delta\sigma_{zi} - v_i (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \Delta z_i / E_i$

CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = w_5 = w_6 = w_7 =$
 $w_1 \quad w_{1,2} \cdot w_1 \quad w_{1,3} \cdot w_{1,2} \quad w_{1,4} \cdot w_{1,3} \quad w_{1,5} \cdot w_{1,4} \quad w_{1,6} \cdot w_{1,5} \quad w_{1,7} \cdot w_{1,6}$
1.21 2.00 0.12 - - - -

Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da... a...)

$w_1 \quad w_{1,2} \quad w_{1,3} \quad w_{1,4} \quad w_{1,5} \quad w_{1,6} \quad w_{1,7}$
1.21 3.21 3.34 - - - -

N _{ss}	Strato	z (m)	Δz _i (m)	z _i = z - Δz _i /2	R ₁	R ₂	R ₃	Δσ _{zi} (kN/mq)	Δσ _{xi} (kN/mq)	Δσ _{yi} (kN/mq)	E _i (kN/mq)	v _i	w _i (cm)	Σw _i (cm)	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
1	1	0.53	0.53	0.26	2.27	2.27	3.19	107.43	-	-	30,000	0.30	0.19	0.19	0.19	0.19	-	-	-	-
2	1	1.05	0.53	0.79	2.38	2.38	3.28	104.58	-	-	30,000	0.30	0.18	0.37	0.37	0.37	-	-	-	-
3	1	1.58	0.53	1.31	2.60	2.60	3.44	96.63	-	-	30,000	0.30	0.17	0.54	0.54	0.54	-	-	-	-
4	1	2.10	0.53	1.84	2.90	2.90	3.67	85.14	-	-	30,000	0.30	0.15	0.69	0.69	0.69	-	-	-	-
5	1	2.63	0.53	2.36	3.26	3.26	3.96	72.77	-	-	30,000	0.30	0.13	0.82	0.82	0.82	-	-	-	-
6	1	3.15	0.53	2.89	3.66	3.66	4.30	61.29	-	-	30,000	0.30	0.11	0.92	0.92	0.92	-	-	-	-
7	1	3.68	0.53	3.41	4.09	4.09	4.67	51.43	-	-	30,000	0.30	0.09	1.01	1.01	1.01	-	-	-	-
8	1	4.20	0.53	3.94	4.54	4.54	5.06	43.25	-	-	30,000	0.30	0.08	1.09	1.09	1.09	-	-	-	-
9	1	4.73	0.53	4.46	5.00	5.00	5.48	36.58	-	-	30,000	0.30	0.06	1.15	1.15	1.15	-	-	-	-
10	1	5.25	0.53	4.99	5.47	5.47	5.92	31.16	-	-	30,000	0.30	0.05	1.21	1.21	1.21	-	-	-	-
11	2	5.50	0.25	5.38	5.83	5.83	6.25	27.82	-	-	3,000	0.25	0.49	1.69	1.69	1.69	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	6.06	6.06	6.46	25.92	-	-	3,000	0.25	0.22	1.91	1.91	1.91	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	6.29	6.29	6.68	24.19	-	-	3,000	0.25	0.20	2.11	2.11	2.11	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	6.53	6.53	6.90	22.61	-	-	3,000	0.25	0.19	2.30	2.30	2.30	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	6.76	6.76	7.13	21.17	-	-	3,000	0.25	0.18	2.48	2.48	2.48	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	7.00	7.00	7.35	19.86	-	-	3,000	0.25	0.17	2.64	2.64	2.64	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	7.23	7.23	7.58	18.66	-	-	3,000	0.25	0.16	2.80	2.80	2.80	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	7.47	7.47	7.80	17.56	-	-	3,000	0.25	0.15	2.94	2.94	2.94	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	7.71	7.71	8.03	16.54	-	-	3,000	0.25	0.14	3.08	3.08	3.08	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	7.95	7.95	8.26	15.61	-	-	3,000	0.25	0.13	3.21	3.21	3.21	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	9.18	9.18	9.45	11.86	-	-	40,000	0.25	0.01	3.22	3.22	3.22	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	11.42	11.42	11.64	7.77	-	-	40,000	0.25	0.04	3.26	3.26	3.26	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	13.69	13.69	13.87	5.45	-	-	40,000	0.25	0.03	3.30	3.30	3.30	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	15.96	15.96	16.12	4.03	-	-	40,000	0.25	0.02	3.32	3.32	3.32	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	18.24	18.24	18.38	3.09	-	-	40,000	0.25	0.02	3.34	3.34	3.34	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_j (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito(m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_j s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$			
	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	21.414	1
2	15.05	6.949	1
3	25.08	3.852	1
4	35.12	2.424	1
5	45.15	1.612	1
6	55.18	1.111	1
7	65.22	0.789	1
8	75.25	0.575	1
9	85.28	0.429	1
10	95.32	0.327	1
11	102.72	0.271	2
12	107.50	0.241	2
13	112.28	0.215	2
14	117.06	0.193	2
15	121.84	0.174	2
16	126.61	0.157	2
17	131.39	0.142	2
18	136.17	0.129	2
19	140.95	0.117	2
20	145.72	0.107	2
21	170.09	0.070	3
22	214.05	0.036	3
23	258.00	0.021	3
24	301.96	0.013	3
25	345.92	0.009	3
26			

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO B

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{2i} Q_{ki})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{2i} Q_{ki})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_1 (\psi_{2i} Q_{ki})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN 2.018.0

$N_s = N \cdot \alpha$ strati del terreno = 3

B = larghezza fondazione = m 4.50

L = lunghezza fondazione = m 4.50

q = pressione risultante = N / (B L) = kN/mq 99.7

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : Spigolo

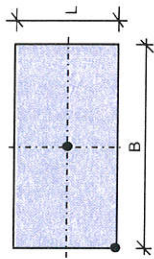
Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

$B' = m$ 4.50

$L' = m$ 4.50

$K_x =$ 1.00

$K_y =$ 1.00



N _s	Strato j	Tipo terreno	s _j (m)	z _{i-1} (m)	z _i (m)	Δz _i (m)	Δz _i (ausiliaria)	N _{as} = s _j /Δz _i	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)		
									Cedim. Totali	E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	Cedim. Immediati	w _i = Δw _{Ti,j}	w ₀ = Σw _{0,i}
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	0.30	30,000	0.30	0.27	-
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	0.25	4,000	0.30	1.11	0.29
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	-	-	40,000	0.25	0.10	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
									ΣN _{as} = 25.0	Σw _i = 1.48	1.19	1.00	0.29	-	-
									Cr (Cr _T , Cr _i , Cr ₀) =						

VERIFICHE CEDIMENTI

w_{T,d} = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_T Cr_T = cm #VALORE!

w_{T,lim} = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm #VALORE!

w_{T,d} ≤ w_{T,lim} ?

w_{i,d} = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w_i Cr_i = cm 1.19

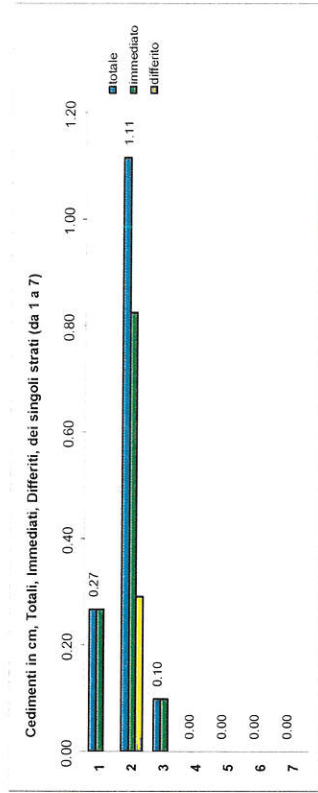
w_{i,lim} = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm 5.00

w_{i,d} ≤ w_{i,lim} ?

w_{0,d} = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w₀ Cr₀ = cm -

w_{0,lim} = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm -

w_{0,d} ≤ w_{0,lim} ?



Tensioni indotte dal carico q nella mezzzeria di ciascun sottotratto i:

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{2i} &= K_2(q/2\pi) \{ \text{intvg}[(\text{'B'')}/(zR_3)] + [(\text{'B'')}/R_3] \{ 1/R_1^2 + 1/R_2^2 \} \} \\ \Delta\sigma_{3i} &= K_3(q/2\pi) \{ \text{intvg}[(\text{'B'')}/(zR_3)] - [(\text{'B'')}/(R_1^2 R_3)] \} \\ \Delta\sigma_{4i} &= K_4(q/2\pi) \{ \text{intvg}[(\text{'B'')}/(zR_3)] - [(\text{'B'')}/(R_1^2 R_3)] \} \\ \Delta\sigma_{5i} &= K_5(q/2\pi) \{ \text{intvg}[(\text{'B'')}/(zR_3)] - [(\text{'B'')}/(R_2^2 R_3)] \} \end{aligned}$$
$$\Delta\sigma_{21} = K_2(q/2\pi) \{ \text{invtg}[(L'B')/(zR_3)] + [(L'B'z_i)/R_3] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$$

$$\Delta\sigma_{y_i} = K_y(q/2\pi) \{ \text{inv}tg[(L'B')/(z_iR_3)] - [(L'B'z_i)/(R_2^2R_3)] \}$$

$$R_2 = (B'^2 + Z_1'^2)^{0.5}$$

$$w_i = [\Delta \sigma_{zi} - v_i (\Delta \sigma_{xi} + \Delta \sigma_{yi})] \Delta z_i / E_i$$

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$$\begin{array}{ccccccc} w_1 = & w_2 = & w_3 = & w_4 = & w_5 = & w_6 = & w_7 = \\ w_1 & w_{1,2} - w_1 & w_{1,3} - w_{1,2} & w_{1,4} - w_{1,3} & w_{1,5} - w_{1,4} & w_{1,6} - w_{1,5} & w_{1,7} - w_{1,6} \end{array}$$

Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da..., a...)

W_1	$W_{1,2}$	$W_{1,3}$	$W_{1,4}$	$W_{1,5}$	$W_{1,6}$	$W_{1,7}$
0.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.15	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.25	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
0.50	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
1.00	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
2.00	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
5.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
10.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
20.00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
50.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
100.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
200.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
500.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[illegible]

Utilită	peso terreno γ_i (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito(m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_i s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma \cdot z_i$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	4.965	1
2	15.05	1.649	1
3	25.08	0.977	1
4	35.12	0.680	1
5	45.15	0.508	1
6	55.18	0.394	1
7	65.22	0.313	1
8	75.25	0.253	1
9	85.28	0.206	1
10	95.32	0.170	1
11	102.72	0.148	2
12	107.50	0.135	2
13	112.28	0.124	2
14	117.06	0.114	2
15	121.84	0.105	2
16	126.61	0.097	2
17	131.39	0.090	2
18	136.17	0.083	2
19	140.95	0.077	2
20	145.72	0.072	2
21	170.09	0.050	3
22	214.05	0.028	3
23	258.00	0.017	3
24	301.96	0.011	3
25	345.92	0.008	3

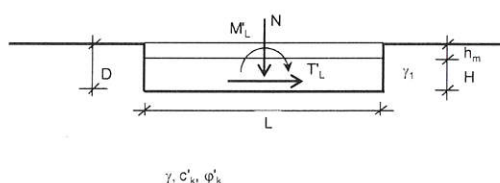
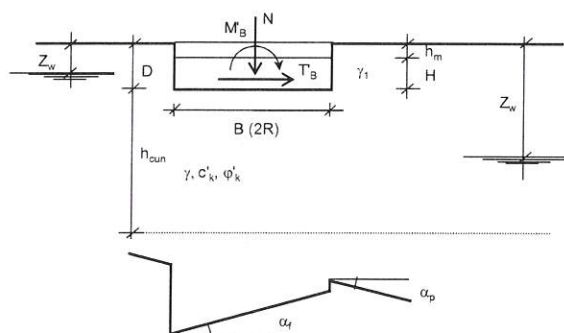
PLINTO A BICCHIERE TIPO C FILO X/11 - Y04

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☐ Q Quadrata (L=B)
☒ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

R



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'Illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	7.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
αf = inclinazione della base della fondazione = °	-
αp = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_y e piano di camp. g_c, g_q, g_y

$$\alpha_{fp} = \alpha_f + \alpha_p = °$$

-

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ ₁ = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ ₁ (kN/m ³)	h ₁ (m)
Strato a: γ _{1,a} , h _{1,a}	18.00	2.00
Strato b: γ _{1,b} , h _{1,b}	-	-
Strato c: γ _{1,c} , h _{1,c}	-	-
γ ₁ = (γ _{1,a} h _{1,a} + γ _{1,b} h _{1,b} + γ _{1,c} h _{1,c}) / (h _{1,a} + h _{1,b} + h _{1,c}) = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45° + φ/2) che può essere in media posta pari a w:

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$$

4.00

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_{cun}; D+h_{cun} = m

6.50

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h _{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ _a , h _a	19.50	4.00
Strato b: γ _b , h _b	-	-
Strato c: γ _c , h _c	-	-
γ = (γ _a h _a + γ _b h _b + γ _c h _c) / (h _a + h _b + h _c) = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE

c'_k (kN/mq) h (m)

Strato a: c'_{k,a}, h_a

- 4.00

Strato b: c'_{k,b}, h_b

- -

Strato c: c'_{k,c}, h_c

- -

$$c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/mq$$

-

Comb. SISMICHE

c'_k (kN/mq) h (m)

- 4.00

- -

- -

-

φ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})

Comb. NON SISMICHE

φ'_k (°) h (m)

Strato a: φ'_{k,a}, h_a

30.00 4.00

Strato b: φ'_{k,b}, h_b

- -

Strato c: φ'_{k,c}, h_c

- -

Comb. SISMICHE

φ'_k (°) h (m)

28.00 4.00

- -

- -

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. plana. ?

☐ si ☒ no

☐ si ☒ no

Scelta effettuata:

no

30.00

-

-

30.00

no

28.00

-

-

28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc =

10.00

D+h_{cun} = m

6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_{cun})] = m

10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità	Scor.
			γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)					port. γ_R	γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) +M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1 oppure 2?	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2							
Approccio scelto:		2							
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	4,954.00	520.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	28.35	113.40
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	5.75	23.00
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	124.00	496.00
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	9.40	37.30

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_s/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto $= c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ si ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata: si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

k_0 = coeff. di spinta a riposo $= (1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 =$ 0.50

ν = coeff. di poisson $= k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young $= E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno $= E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = G_{adottato} = kN/mq 3,750.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

I_r = Indice di rigidezza $= G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 77.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 0.57

Indice di rigidezza critico $= I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 97.25

$I_r < I_{r,crit}$? si, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}, \psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}, \psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)]; 1 \} =$ 0.90

Se $I_r \geq I_{r,crit}, \psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}, \psi_q = \psi_f =$ 0.90

Se $I_r \geq I_{r,crit}, \psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}, \psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) \}; 1 \} =$ 0.90

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D+h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w-D) + \gamma'_d[h_{cun}-(Z_w-D)]\} / h_{cun}$;

$$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun} + \gamma'_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma'_d(Z_w-D)/h_{cun};$$

$$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w-D)/h_{cun};$$

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun};$$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun}$$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax} 1.30

var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_Q =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_Q =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_Q T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 41.98

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_Q T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k)$ = kN 68.17

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 80.06

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 206.96

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,220.20

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 36.86

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,440.20

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k)$ = kNm 198.45

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,734.00

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M_B(Q_k)$ = kNm 28.35

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,954.00

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 206.96

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,954.00

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 36.86

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,734.00

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 198.45

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,440.20

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 28.35

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,220.20

$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$ 0.029 0.006 0.035 0.006 0.042 0.006 0.031 0.004

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 905.20

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,220.20

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 161.20

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,440.20

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 868.00

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,734.00

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 124.00

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,954.00

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 905.20

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,954.00

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 161.20

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,734.00

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 868.00

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,440.20

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 124.00

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,220.20

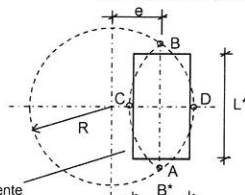
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = m$ 0.125 0.025 0.151 0.025 0.183 0.028 0.135 0.017

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m$ 3.94 3.99 3.93 3.99 3.92 3.99 3.94 3.99

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = m$ 6.75 6.95 6.70 6.95 6.63 6.94 6.73 6.97

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata

in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = m$ - - - - -

$L_{eff} = AB = \text{'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$ - - - - -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2[R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$ - - - - -

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

$$Da B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff}); B^* = A^* B_{eff} / L_{eff}; B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} B_{eff})^{1/2} = m$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$$

Fattori di capacità portante

$$EC7, \text{ Vesic: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } tg^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi tg \phi_d)] =$$

$$EC7, \text{ Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/tg \phi_d] =$$

$$EC7: N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) tg \phi_d] =$$

$$\text{Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) tg \phi_d] =$$

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q$ adottato =

Fattori di forma

$$EC7: s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' tg \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$$

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$$

$$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_C \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$$

$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c_d = c_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$$

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c_d =$$

$$\text{sez. Q-R-N-C: } 1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d) \geq 0$$

$$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^m] =$$

$$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_c - 1)] =$$

$$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^{m+1}] =$$

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

$$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B';$$

$$\text{se } D/B > 1: 1 + 2 tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B'); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$$

$$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$$

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r tg \phi_d)^2] =$$

$$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$$

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

$$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - tg \alpha_d)^2] =$$

$$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$$

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata:

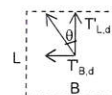
$r_r = r_r$ adottato =

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c_d \psi_c N_c s_c i_c d_q b_q g_c] = \text{kN/mq}$$

$$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$$

$$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r] = \text{kN/mq}$$



$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = kN/mq$ 1,468.50 1,469.14 1,459.79 1,459.20 1,452.71 1,464.93 1,464.54 1,473.07

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE								
C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)	
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = kN/mq$								
γ_R (per la capacità portante) =								
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = kN/mq$								
$q_{Sd} \leq q_{Rd} ?$								
271.33	232.33	217.81	178.71	190.66	207.11	242.96	259.65	
2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	
638.48	638.76	634.69	634.43	631.61	636.92	636.76	640.47	
ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = kNm$ 175.77

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN$ 4,954.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$ 0.04

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = kNm$ 768.80

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN$ 4,954.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = m$ 0.16

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m$ 3.93

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L \text{; se N: } 1] = m$ 6.69

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = m$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = mq$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$ 3.93

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$ 6.69

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$ 3.93

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$ 6.69

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_d = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = kN/mq$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$ 24.79

$r_\phi = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_\phi \phi'_d = ^\circ$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN$ 4,954.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_d B' L' = kN$ 2,288.15

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = kN$ 2,080.14

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T'_{B,d} (T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = kN$ 35.65

$T'_{L,d} (T_{L,d} \text{ se sez. Q-R; } 0 \text{ se sez. N; } 0 \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = kN$ 57.89

$H = H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = kN$ 67.99

$H_{Sd} \leq H_{Rd} ?$ ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										Capacità	Scor.
perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_f	port. γ_R	γ_R		
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)							2.30	1.10
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti

(se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	4,974.00	4,974.00	4,974.00	4,974.00	4,974.00	4,974.00	4,974.00	4,974.00
M ^{III} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	390.20	604.10	1,598.90	604.10	637.45	851.35	559.20	851.35
T ^{III} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	49.70	49.70	49.70	49.70	109.60	109.60	109.60	109.60
M ^{III} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	1,389.43	1,420.83	212.13	1,389.43	632.10	663.55	741.85	632.10
T ^{III} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	143.40	143.40	143.40	143.40	54.70	54.70	54.70	54.70

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN

Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_G = m

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T_{hi,B}^2/N$ =

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f$ = kN

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T_{hi,L}^2/N$ =

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_{hi,B}^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

$T_{hi,L}^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T_{hi,B}^2)/g]$ (opp. altro valore utente) =

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T_{hi,L}^2)/g]$ (opp. altro valore utente) =

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f$ = kN

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_{hi,B}^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

$T_{hi,L}^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

Tagli per effetto inerziale

$T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f$ = kN

$T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f$ = kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_{hi,B}^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

$T_{hi,L}^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

Momenti dovuti al trasporto di $T_{hi,B}^*$, $T_{hi,L}^*$ sul piano di posa

$M(T_{hi,B}^*) = T_{hi,B}^* h_{G,W} = kNm$

$M(T_{hi,L}^*) = T_{hi,L}^* h_{G,W} = kNm$

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

M_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M_{III,B} + M(T_{hi,B}^*)$ = kNm

T_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T_{III,B} + T_{hi,B}^*$ = kN

M_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M_{III,L} + M(T_{hi,L}^*)$ = kNm

T_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_{III,L} + T_{hi,L}^*$ = kN

carico unico risultante orizzontale: $H' = (T_{hi,B}^2 + T_{hi,L}^2)^{1/2}$ = kN

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_f = kN/m^3$ =

Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_{d2} = \gamma_2/\gamma_f = kN/m^3$ =

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

$tg\phi'_d = tg\phi'_k / \gamma_{\phi'}$ =

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [invtg(tg\phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_d, g_y

$\alpha_d < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ si ☐ no

Effettuare la verifica?

Scelta effettuata:

si

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =

$\alpha = \sin \phi'_d$ =

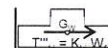
α (valore alternativo) =

$\alpha = \alpha_{adottato}$ =

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) OCR^k$ =

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0)$ =

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu)$ = kN/mq



G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,521.0
G (valore alternativo) = **kN/mq** -
G = $G_{\text{adattato}} = \text{kN/mq}$ 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{\text{cun}}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}}/2)$, no falda in (D + $h_{\text{cun}}/2$): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d, \text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

in c. dr. γ'_{d1} , γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_{d1}$, $\gamma_{d, \text{sat}} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{\text{cun}}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{\text{cun}}/2 - \gamma_w(D + h_{\text{cun}}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 84.00$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_{d, \text{d}} + \sigma \tan \phi'_{d, \text{d}}) = \text{kN/mq}$ 78.83

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 0.57

Indice di rigidezza critico = $I_{r, \text{crit}} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_{d, \text{d}}/2)] = \text{kN/mq}$ 79.12

$I_r < I_{r, \text{crit}}$? sì, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_{d, \text{d}}/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_{d, \text{d}})] = 14.72$

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_{d, \text{d}} + 3.07 \sin \phi'_{d, \text{d}} \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_{d, \text{d}}))] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_q = \psi_r = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r, \text{crit}}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r, \text{crit}}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) ; 1 \} = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)(D - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1, \text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1, \text{sat}} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} = 45.00$

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d, r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{\text{cun}})$: $\gamma_{d, r} = (\gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(h_{\text{cun}} - (Z_w - D))) / h_{\text{cun}}$

$\gamma_{d, r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}} + \gamma'_d(h_{\text{cun}} / h_{\text{cun}} - \gamma'_d(Z_w - D) / h_{\text{cun}})$

$\gamma_{d, r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{\text{cun}}$

$\gamma_{d, r} = (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d, \text{sat}} = \gamma_d$;

$\gamma_{d, r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{\text{cun}}$

2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d, r} = \gamma'_d = (\gamma_{d, \text{sat}} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d, \text{sat}} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d, r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d, r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = $\text{kN/m}^3 = 19.50$

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
-------	--------	---------	--------	-------	--------	---------	----------

Tagli di progetto

$T'_{B, d}$ ($T_{B, d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T'_B = \text{kN}$

$T'_{L, d}$ ($T_{L, d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T'_L = \text{kN}$

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H' = \text{kN}$

Moment e Forze assiali di progetto

$M'_{B, d}$ (del tipo $M_{B, d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 401.68

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

II) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 615.58

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

III) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 1,610.38

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

IV) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 615.58

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

V) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 648.93

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

VI) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 862.83

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

VII) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 570.68

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

VIII) $M'_{B, d} = M'_B = \text{kNm}$ 862.83

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

$e = [e_B = M'_{B, d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$

0.081	0.124	0.324	0.124	0.130	0.173	0.115	0.173
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

$M'_{L, d}$ (del tipo $M_{L, d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 1,394.02

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

II) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 1,425.42

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

III) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 216.72

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

IV) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 1,394.02

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

V) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 636.69

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

VI) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 668.14

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

VII) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 746.44

$N_d = N = \text{kN}$ 4,974.00

VIII) $M'_{L, d} = M'_L = \text{kNm}$ 636.69

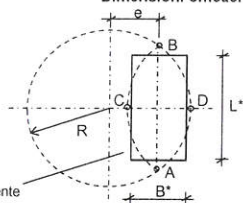
636.69

$N_d = N = \text{kN}$								4,974.00
$e_c = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_c = M'_{L,d} / N_d; \text{ se N: } e_c = 0; \text{ se C: } e_c = 0] = \text{m}$	0.280	0.287	0.044	0.280	0.128	0.134	0.150	0.128

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_a] = \text{m}$	3.84	3.75	3.35	3.75	3.74	3.65	3.77	3.65
$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_c; \text{ se N: } 1] = \text{m}$	6.44	6.43	6.91	6.44	6.74	6.73	6.70	6.74

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direzione B}$

(ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD,

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$	3.84	3.75	3.35	3.75	3.74	3.65	3.77	3.65
$L^* = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$	6.44	6.43	6.91	6.44	6.74	6.73	6.70	6.74

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_d = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \varphi'_d/2) \text{Exp}(\pi \lg \varphi'_d)] =$

EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/\lg \varphi'_d] =$

EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \lg \varphi'_d] =$

Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \lg \varphi'_d] =$

Scelta per N_d :

Scelta effettuata per N_d :

$N_d = N_d \text{ adottato} =$

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \varphi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B^*/L^* \sin \varphi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B^*/L^*; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B^*/L^* \lg \varphi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B^*/L^*; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B^* N_q / (L^* N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q \text{ adottato} =$

$s_r = s_r \text{ adottato} =$

$s_c = s_c \text{ adottato} =$

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m_B = [\text{sez. Q-R: } (2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m_L = [\text{sez. Q-R: } (2 + L^*/B^*) / (1 + L^*/B^*); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)] =$

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d =$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cot \varphi'_d) \geq 0$

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cot \varphi'_d))^m] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_d - 1)] =$

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cot \varphi'_d))^{(m+1)}] =$

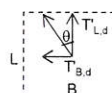
Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2D \lg \varphi'_d (1 - \sin \varphi'_d)^2 / B^*]$



se $D/B > 1: 1 + 2 \tan^2 \phi'_d (1 - \sin \phi'_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B' =	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_d)]: \text{sez. Q-R-N-C: } d_d - (1 - d_d)/(N_c \tan \phi'_d) =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_r = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_f \tan \phi'_d)^2] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Sceita:**

Sceita effettuata:	EC7							
$g_a = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_p)^2] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_a - (1 - g_a)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$g_r = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_a] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;
riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

0.92

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_r ?**

Sceita effettuata:

r_r adottato =

si

0.92

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	804.59	801.07	772.56	800.74	792.97	789.43	795.49	789.12
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$	379.80	372.98	345.51	373.14	377.49	370.33	379.55	370.46
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,184.39	1,174.05	1,118.07	1,173.88	1,170.46	1,159.76	1,175.04	1,159.58

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = \beta_s S_s S_r a_g/g =$	0.017							
$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (\tan \phi'_d)^3 - 105,80 (\tan \phi'_d)^2 + 81,09 \tan \phi'_d - 19,91 =$	0.197	-	0.197	-	0.197	-	0.197	-	0.197
$G = -2,8 (\tan \phi'_d)^3 + 6,66 (\tan \phi'_d)^2 - 4,61 \tan \phi'_d + 0,35 =$	0.639	-	0.639	-	0.639	-	0.639	-	0.639
$A = 7,23 (\tan \phi'_d)^3 - 18,39 (\tan \phi'_d)^2 + 15,22 \tan \phi'_d - 5,39 =$	1.410	-	1.410	-	1.410	-	1.410	-	1.410
$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$	0.989		0.989		0.989		0.989		0.989
$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$	0.976		0.976		0.976		0.976		0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q h_{q,0} =$	795.80	792.32	764.12	791.99	784.31	780.80	786.80	780.50
$t'_r = t_r h_{r,0} =$	370.69	364.04	337.23	364.20	368.45	361.46	370.46	361.59
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,166.50	1,156.36	1,101.35	1,156.19	1,152.75	1,142.26	1,157.25	1,142.08

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < \tan \phi'_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995
$z_q = (1 - K_{hk}/\tan \phi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$z_r = (1 - K_{hk}/\tan \phi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q z_q =$	795.49	792.01	763.82	791.68	784.00	780.50	786.49	780.19
$t'_r = t_r z_r =$	375.50	368.76	341.61	368.92	373.22	366.14	375.26	366.27
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,170.99	1,160.77	1,105.43	1,160.60	1,157.23	1,146.64	1,161.75	1,146.47

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{rk} = (1 - K_{hk}/\tan \phi)^{0,45} =$	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q e_{rk} =$	804.59	801.07	772.56	800.74	792.97	789.43	795.49	789.12
$t'_r = t_r e_{rk} =$	374.28	367.57	340.50	367.72	372.01	364.96	374.04	365.09
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,178.87	1,168.64	1,113.06	1,168.46	1,164.98	1,154.38	1,169.53	1,154.20

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim} 1, q'_{lim} 2, q'_{lim} 3) = \text{kN/mq}$	1,166.50	1,156.36	1,101.35	1,156.19	1,152.75	1,142.26	1,157.25	1,142.08
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$	-							
$u_q =$	-							
$u_r =$	-							
$t'_c = t_c u_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q u_q =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_r = t_r u_r =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,184.39	1,174.05	1,118.07	1,173.88	1,170.46	1,159.76	1,175.04	1,159.58
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Sceita adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Sceita effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim} \text{ adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{kN/mq}]$	1,166.50	1,156.36	1,101.35	1,156.19	1,152.75	1,142.26	1,157.25	1,142.08
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{Sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B \cdot L'$] = kN/mq	201.23	206.25	214.63	205.84	197.25	202.28	196.90	201.90
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q'_{lim} / γ_R = kN/mq	507.17	502.77	478.85	502.69	501.20	496.63	503.15	496.56
$q_{Sd} \leq q_{Rd}$?	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

☒ si ☐ no

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c \cdot c'_d$ = kN/mq

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi =$ 0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] \cdot 180/\pi =$ 23.04

$r_\phi =$ coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo $\delta =$ 1.00

$\delta =$ angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \cdot \phi'_d =$ 23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$B' =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* =$ m 3.84 3.75 3.35 3.75 3.74 3.65 3.77 3.65
 $L' =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* =$ m 6.44 6.43 6.91 6.44 6.74 6.73 6.70 6.74

Forza resistente

$N_d =$ kN 4,974.00 4,974.00 4,974.00 4,974.00 4,974.00 4,974.00 4,974.00 4,974.00
 $H_R =$ azione resistente = $N_d \cdot \tan \delta + c_a \cdot B' \cdot L' =$ kN 2,115.78 2,115.78 2,115.78 2,115.78 2,115.78 2,115.78 2,115.78 2,115.78
 γ_R (per lo scorrimento) = 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10
 $H_{Rd} =$ azione resistente di progetto = $H_R / \gamma_R =$ kN 1,923.43 1,923.43 1,923.43 1,923.43 1,923.43 1,923.43 1,923.43 1,923.43

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $T_B =$ kN 78.40 78.40 78.40 78.40 138.30 138.30 138.30 138.30
 $T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L =$ kN 154.88 154.88 154.88 154.88 66.18 66.18 66.18 66.18
 $H = H_{Sd} =$ azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2} =$ kN 173.59 173.59 173.59 173.59 153.32 153.32 153.32 153.32

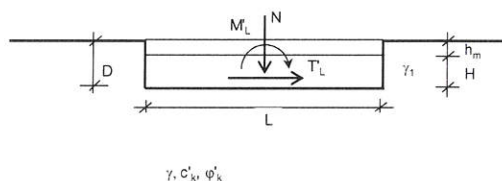
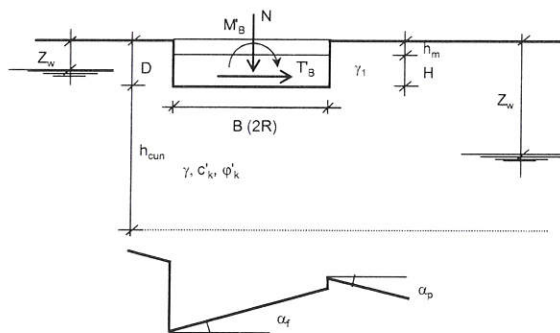
$H_{Sd} \leq H_{Rd}$? ok ok ok ok ok ok ok ok

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☐ Q Quadrata (L=B)
☒ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

R



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	7.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
α_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c , b_q , b_γ e piano di camp. g_c , g_q , g_γ
 $\alpha_{fp} = \alpha_f + \alpha_p = °$ -

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza $h_m = D+H$) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ_1 (kN/m ³)	h_1 (m)
Strato a: $\gamma_{1,a}$, $h_{1,a}$	18.00	2.00
Strato b: $\gamma_{1,b}$, $h_{1,b}$	-	-
Strato c: $\gamma_{1,c}$, $h_{1,c}$	-	-
$\gamma_1 = (\gamma_{1,a} h_{1,a} + \gamma_{1,b} h_{1,b} + \gamma_{1,c} h_{1,c}) / (h_{1,a} + h_{1,b} + h_{1,c})$ = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: $w \cdot 0,5 \cdot \tan(45 + \phi/2)$ che può essere in media posta pari a w :

$$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m \quad 4.00$$

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a $D+h_{cun}$; $D+h_{cun}$ = m 6.50

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ_a , h_a	19.50	4.00
Strato b: γ_b , h_b	-	-
Strato c: γ_c , h_c	-	-
$\gamma = (\gamma_a h_a + \gamma_b h_b + \gamma_c h_c) / (h_a + h_b + h_c)$ = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	Comb. NON SISMICHE	Comb. SISMICHE
Strato a: $c'_{k,a}$, h_a	-	4.00
Strato b: $c'_{k,b}$, h_b	-	-
Strato c: $c'_{k,c}$, h_c	-	-
$c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c)$ = kN/mq	-	-

ϕ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	Comb. NON SISMICHE	Comb. SISMICHE
Strato a: $\phi'_{k,a}$, h_a	30.00	4.00
Strato b: $\phi'_{k,b}$, h_b	-	-
Strato c: $\phi'_{k,c}$, h_c	-	-

Se ϕ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Scelta effettuata:

$\phi'_{k,a,ad}$ =[no: $\phi'_{k,a}$; si: $1,0 \cdot \phi'_{k,a}$ se sez. Q,C; $(1,1 - 0,1B/L) \cdot \phi'_{k,a}$ se sez. R; $1,1 \cdot \phi'_{k,a}$ se sez. N]=	30.00
$\phi'_{k,b,ad}$ =[no: $\phi'_{k,b}$; si: $1,0 \cdot \phi'_{k,b}$ se sez. Q,C; $(1,1 - 0,1B/L) \cdot \phi'_{k,b}$ se sez. R; $1,1 \cdot \phi'_{k,b}$ se sez. N]=	-
$\phi'_{k,c,ad}$ =[no: $\phi'_{k,c}$; si: $1,0 \cdot \phi'_{k,c}$ se sez. Q,C; $(1,1 - 0,1B/L) \cdot \phi'_{k,c}$ se sez. R; $1,1 \cdot \phi'_{k,c}$ se sez. N]=	30.00
$\phi'_k = [\text{invtg}(\text{tg} \phi'_{k,a,ad} h_a + \text{tg} \phi'_{k,b,ad} h_b + \text{tg} \phi'_{k,c,ad} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] \cdot 180/\pi = °$	30.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

$D+h_{cun}$ = m 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore $Z_w > (D+h_{cun})$] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)		
perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)							
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
	Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00
	Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm.	perm.	var.	var.	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)							
Approccio 1 oppure 2?	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2								
Approccio scelto:		2								
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	4,954.00	520.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	28.35	113.40
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	5.75	23.00
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	124.00	496.00
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	9.40	37.30

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto
Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1 / \gamma_r = \text{kN/m}^3 = 18.00$
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma / \gamma_r = \text{kN/m}^3 = 19.50$
 $c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} = -$
 $\text{tg} \phi'_d = \text{tg} \phi'_k / \gamma_c = 0.577$
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $\phi'_d = [\text{inv}(\text{tg} \phi'_d))] = 30.00$

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_r
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ? ☒ sì ☐ no

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d = 0.50$

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.50$

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^k = 0.50$

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) = 0.33$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = \text{kN/mq} = 10,000.0$

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / (2(1 + \nu)) = \text{kN/mq} = 3,750.0$

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq} = 3,750.0$

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + \gamma'_d (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d (Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w) (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) + \gamma'_d (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w) (h_{cun}/2) = \gamma_{d1} D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w (D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 84.00$

I_r = Indice di rigidità = $G / (c'_d + \sigma \text{tg} \phi'_d) = \text{kN/mq} = 77.32$

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 0.57

Indice di rigidità critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \text{tg}(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq} = 97.25$

$I_r < I_{r,crit}$? sì, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{tg}^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \text{tg} \phi'_d)] = 18.40$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_{ry} = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \text{tg} \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} = 0.90$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_q = \psi_r = 0.90$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$, $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$, $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q) / (N_q - 1) ; 1 \} = 0.90$

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1} D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1} Z_w + \gamma'_d (D - Z_w) = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w) (D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1} Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w) (D - Z_w) = \gamma_{d1} D - \gamma_w (D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

$SU \gamma_d$. 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D+h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
 b) se $Z_w \leq (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d(Z_w-D) + \gamma_d(h_{cun}-(Z_w-D))) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun} + \gamma_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d + (\gamma_d - \gamma_d)(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + (\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w))(Z_w-D)/h_{cun}$;
 in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + (\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w))(Z_w-D)/h_{cun}$
 2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
 in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax}	1.30
var. γ_{Qmax}	1.50
Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. γ_Q =	-
Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. γ_Q =	-
Valore adottato: perm. γ_Q =	1.30
Valore adottato: var. γ_Q =	1.50
$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_Q T'_B(G_k) + \gamma_Q T'_B(Q_k)$ = kN	41.98
$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_Q T'_L(G_k) + \gamma_Q T'_L(Q_k)$ = kN	68.17
carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2}$ = kN	80.06

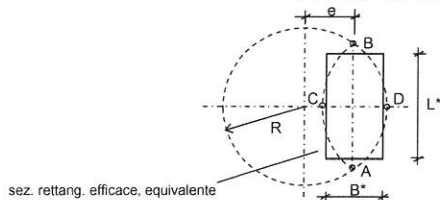
Momenti e Forze assiali di progetto

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)								
I) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm	206.96							
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN	7,220.20							
II) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm		36.86						
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN		6,440.20						
III) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm			198.45					
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN			5,734.00					
IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm				28.35				
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN				4,954.00				
V) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm					206.96			
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN					4,954.00			
VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm						36.86		
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN						5,734.00		
VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm							198.45	
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN							6,440.20	
VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Qmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm								28.35
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN								7,220.20
$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$	0.029	0.006	0.035	0.006	0.042	0.006	0.031	0.004
$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C								
I) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm	905.20							
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN	7,220.20							
II) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm		161.20						
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN		6,440.20						
III) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm			868.00					
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN			5,734.00					
IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm				124.00				
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN				4,954.00				
V) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm					905.20			
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN					4,954.00			
VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm						161.20		
$N_d = \gamma_{Qmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN						5,734.00		
VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm							868.00	
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN							6,440.20	
VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Qmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm								124.00
$N_d = \gamma_{Qmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN								7,220.20
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{ ; se N: } e_L=0 \text{ ; se C: } e_L=0 \text{]} = m$	0.125	0.025	0.151	0.025	0.183	0.028	0.135	0.017

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m	3.94	3.99	3.93	3.99	3.92	3.99	3.94	3.99
L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m	6.75	6.95	6.70	6.95	6.63	6.94	6.73	6.97

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d$ = eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD$ = asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R-e) = m$

$L_{eff} = AB$ = l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$

A_{eff} = area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

L^* = lunghezza efficace fondazione = m

ok ok ok ok ok ok ok ok

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

Vesic: $N_z = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2(N_n + 1) \tan \varphi'_d] =$

$$\text{Vesic: } s_{-} = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0,4 \text{ B/L ; se sez. N: } 1] =$$
$$m = [\text{se}z \text{ O-R: } (m \cdot \sin^2 \theta + m \cdot \cos^2 \theta) : \text{se}z \text{ N: } 2 : \text{se}z \text{ C: } (2 + B'/B'') / (1 + B'/B'')] =$$
$$i = \text{freq. Q-R-N-C} / (1 - H \text{ "N" + B"i" sector})^{(m+1)} =$$
$$b_c = [\text{seq. Q-R-N-C: } b_q = (1 - b_q)/(N_c(g\phi_d))]$$
$$g_7 = [EC7: 1; \text{vesic. sez. Q-R-N-C:} = g_a] =$$

riduz. di Bowles: $r_y = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2$ m; 1 negli altri casi=

$r_1 = r_2$ adottato =

$$t_v = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_{dr} B' \psi N_v s_v i_v d_v b_v q_v r_v] = \text{kN/mq}$$

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,468.50 1,469.14 1,459.79 1,459.20 1,452.71 1,464.93 1,464.54 1,473.07

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = \text{kN/mq}$	271.33	232.33	217.81	178.71	190.66	207.11	242.96	259.65
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	638.48	638.76	634.69	634.43	631.61	636.92	636.76	640.47
$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1): si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k) = \text{kNm}$ 175.77

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,954.00

$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.04

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 768.80

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,954.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d ; \text{ se N: } e_L = 0 ; \text{ se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.16

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.93

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} [\text{se Q-R: } L - 2e_L ; \text{ se N: } 1] = \text{m}$ 6.69

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R-e) = \text{m}$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 3.93

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 6.69

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$ 3.93

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$ 6.69

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq}$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\tan^{-1}(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$ 24.79

$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,954.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$ 2,288.15

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN}$ 2,080.14

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T'_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_B(Q_k) = \text{kN}$ 35.65

$T'_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN}$ 57.89

$H = H_{sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = \text{kN}$ 67.99

$H_{sd} \leq H_{Rd} ?$ ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze									
Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	γ_{sc}	γ_{sc}		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

2

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti

[se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	3,486.40	3,486.40	3,486.40	3,486.40	3,486.40	3,486.40	3,486.40	3,486.40
M ^{III} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	293.90	446.70	1,082.30	446.70	541.10	123.85	372.10	123.85
T ^{III} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	25.80	25.80	25.80	25.80	48.50	48.50	48.50	48.50
M ^{III} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	883.70	954.62	166.22	694.00	332.25	404.15	573.15	333.25
T ^{III} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	93.00	93.00	93.00	93.00	31.60	31.60	31.60	31.60

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN

574.00

Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_{G-W} = m

0.40

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T_{hi,B}^2 / N$ =

0.01

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,B}^2 W_f = kN$

4.25

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T_{hi,L}^2 / N$ =

0.03

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,L}^2 W_f = kN$

15.31

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

$T_L^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

108.31

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T_B^2) / g \text{ (opp. altro valore utente)}] =$

0.05

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T_L^2) / g \text{ (opp. altro valore utente)}] =$

0.02

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,B}^2 W_f = kN$

28.70

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi,L}^2 W_f = kN$

11.48

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

$T_L^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

104.48

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

2

Tagli per effetto inerziale

$T_{hi,B}^2 = K_{hi,B} W_f = kN$

$T_{hi,L}^2 = K_{hi,L} W_f = kN$

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^* = T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

$T_L^* = T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

104.48

Momenti dovuti al trasporto di $T_{hi,B}^2$, $T_{hi,L}^2$ sul piano di posa

$M(T_{hi,B}^2) = T_{hi,B}^2 h_{G-W} = kNm$

$M(T_{hi,L}^2) = T_{hi,L}^2 h_{G-W} = kNm$

4.59

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

3,486.40

M^{III}_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M_{III,B}^2 + M(T_{hi,B}^2) = kNm$

305.38

T_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T_{hi,B}^2 + T_{hi,B}^2 = kN$

54.50

M^{III}_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M_{III,L}^2 + M(T_{hi,L}^2) = kNm$

888.29

T_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_{hi,L}^2 + T_{hi,L}^2 = kN$

104.48

carico unico risultante orizzontale: $H^* = (T_B^2 + T_L^2)^{1/2} = kN$

117.84

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_s / \gamma_f = kN/m^3 =$

18.00

Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma_s / \gamma_f = kN/m^3 =$

19.50

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

-

$tg\phi'_d = tg\phi'_k / \gamma_{\phi'} =$

0.532

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [invtg(tg\phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$

28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_c, g_q, g_y

$\alpha_{\phi} < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica?

sì

Scelta effettuata:

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{ed} =$ modulo edometrico del terreno = kN/mq

15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =

1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$

0.47

α (valore alternativo) =

-

$\alpha = \alpha_{adottato} =$

0.47

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) OCR^2 =$

0.53

$\nu =$ coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$

0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2) / (1 - \nu) = kN/mq$

9,483.1

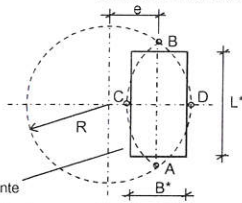
337.84

$N_d = N = kN$								3,486.40
$e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M_{L,d} / N_d$; se N: $e_L = 0$; se C: $e_L = 0$] = m	0.255	0.275	0.049	0.200	0.097	0.117	0.166	0.097

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* =$ larghezza efficace fondazione [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m	3.82	3.74	3.37	3.74	3.68	3.92	3.78	3.92
$L^* =$ lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m	6.49	6.45	6.90	6.60	6.81	6.77	6.67	6.81

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M_{B,d} / N_d$ = eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD$ = asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e) = m$

$L_{eff} = AB$ = l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$

A_{eff} = area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff} / B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff} / B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

$B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m

$L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B^* =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$	3.82	3.74	3.37	3.74	3.68	3.92	3.78	3.92
$L^* =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$	6.49	6.45	6.90	6.60	6.81	6.77	6.67	6.81

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $tg^2(45 + \phi_d/2) \exp(\pi tg \phi_d)$] =	14.72	14.72	14.72	14.72	14.72	14.72	14.72	14.72
EC7, Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $(N_d - 1)/tg \phi_d$] =	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80
EC7: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_d - 1) tg \phi_d$] =	14.59	14.59	14.59	14.59	14.59	14.59	14.59	14.59
Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $2(N_d + 1) tg \phi_d$] =	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72

Sceita per N_d :

Sceita effettuata per N_d :

$N_d = N_d$ adottato =

Fattori di forma

EC7: $s_q =$ [sez. Q-C: $1 + \sin \phi_d$; sez. R: $1 + B^*/L^* \sin \phi_d$; se sez. N: 1] =	1.28	1.27	1.23	1.27	1.25	1.27	1.27	1.27
EC7: $s_r =$ [sez. Q-C: 0.7; sez. R: $1 - 0.3 B^*/L^*$; se sez. N: 1] =	0.82	0.83	0.85	0.83	0.84	0.83	0.83	0.83
EC7: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $(s_q N_d - 1)/(N_d - 1)$; se sez. N: 1] =	1.30	1.29	1.25	1.29	1.27	1.29	1.29	1.29
Vesic: $s_q =$ [sez. Q-R-C: $1 + B^*/L^* tg \phi_d$; se sez. N: 1] =	1.31	1.31	1.26	1.30	1.29	1.31	1.30	1.31
Vesic: $s_r =$ [sez. Q-R-C: $1 - 0.4 B^*/L^*$; se sez. N: 1] =	0.76	0.77	0.80	0.77	0.78	0.77	0.77	0.77
Vesic: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $1 + B^* N_d / (L^* N_d)$; se sez. N: 1] =	1.34	1.33	1.28	1.32	1.31	1.33	1.32	1.33

Sceita per s_q, s_r, s_c :

Sceita effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta =$ [sez. Q-R: se $T_{L,d} = 0$; 90° ; se $T_{L,d} \neq 0$: $\arctg(T_{B,d}/T_{L,d})$; sez. N-C: 0] = °	27.55	27.55	27.55	27.55	60.84	60.84	60.84	60.84
$m_B =$ [se sez. Q-R: $(2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)$; se sez. N-C: 0] =	1.63	1.63	1.67	1.64	1.65	1.63	1.64	1.63
$m_L =$ [se sez. Q-R: $(2 + L^*/B^*) / (1 + L^*/B^*)$; se sez. N-C: 0] =	1.37	1.37	1.33	1.36	1.35	1.37	1.36	1.37
$m =$ [sez. Q-R: $(m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta)$; sez. N: 2; sez. C: $(2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)$] =	1.43	1.42	1.40	1.42	1.58	1.57	1.57	1.57

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cot \phi_d) \geq 0$

$i_q =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cot \phi_d))^m$] =

$i_c =$ [sez. Q-R-N-C: $i_q - (1 - i_q) / (N_d - 1)$] =

$i_r =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cot \phi_d))^{(m+1)}$] =

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

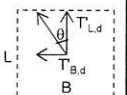
☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Sceita:

Sceita effettuata:

EC7

$d_q =$ [EC7: 1; Hansen: sez. Q-R-N-C, se $D/B \leq 1: 1 + 2D tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B^*$;



se $D/B > 1$: $1 + 2 \tan \phi'_d (1 - \sin \phi'_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B']=	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q); \text{sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_f = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_i \tan \phi'_d)^2] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:		<input checked="" type="radio"/> EC7 <input type="radio"/> Vesic							
Scelta effettuata :		EC7							
$g_q = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_d)^2] =$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$g_r = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

0.92

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_f ?**

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata:
 r_f adottato =

sì
0.92

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	803.87	801.01	774.76	797.21	796.35	808.06	804.14	807.01
$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma'_d B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_f] = \text{kN/mq}$	380.42	373.07	348.03	374.88	379.22	398.35	385.66	398.85
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,184.28	1,174.08	1,122.79	1,172.10	1,175.57	1,206.41	1,189.81	1,205.85

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S_a/g) = \beta_s S_a/g = \beta_s S_s S_T a_g/g =$	0.017							
$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (tg \phi'_d)^3 - 105,80 (tg \phi'_d)^2 + 81,09 tg \phi'_d - 19,91 =$	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197
$G = -2,8 (tg \phi'_d)^3 + 6,66 (tg \phi'_d)^2 - 4,61 tg \phi'_d + 0,35 =$	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639
$A = 7,23 (tg \phi'_d)^3 - 18,39 (tg \phi'_d)^2 + 15,22 tg \phi'_d - 5,39 =$	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410
$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$h_{r,0} = A K_{hk} + 1 =$	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976

1: A+B1 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q h_{q,0} =$	795.09	792.26	766.29	788.50	787.65	799.23	795.36	798.19
$t'_r = t_r h_{r,0} =$	371.30	364.12	339.69	365.90	370.13	388.81	376.42	389.29
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,166.39	1,156.39	1,105.98	1,154.40	1,157.78	1,188.04	1,171.78	1,187.48

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < tg \phi'_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} =$	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995
$z_q = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$z_r = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0,35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989

2: A+B2 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q z_q =$	794.78	791.95	765.99	788.20	787.35	798.92	795.05	797.88
$t'_r = t_r z_r =$	376.12	368.85	344.10	370.64	374.93	393.85	381.30	394.34
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,170.89	1,160.80	1,110.09	1,158.84	1,162.27	1,192.77	1,176.35	1,192.22

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_k = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0,45} =$	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3: A+B3 : capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q e_k =$	803.87	801.01	774.76	797.21	796.35	808.06	804.14	807.01
$t'_r = t_r e_k =$	374.89	367.65	342.98	369.44	373.71	392.57	380.07	393.06
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	1,178.76	1,168.66	1,117.74	1,166.65	1,170.06	1,200.63	1,184.21	1,200.06

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$	1,166.39	1,156.39	1,105.98	1,154.40	1,157.78	1,188.04	1,171.78	1,187.48
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$u_q =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$u_r =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_c = t_c u_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q u_q =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_r = t_r u_r =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_r] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$	1,184.28	1,174.08	1,122.79	1,172.10	1,175.57	1,206.41	1,189.81	1,205.85
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim \text{ adottata}} = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{kN/mq}]$	1,166.39	1,156.39	1,105.98	1,154.40	1,157.78	1,188.04	1,171.78	1,187.48
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq	140.44	144.64	149.78	141.36	139.07	131.38	138.31	130.59
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q_{lim} / γ_R = kN/mq	507.12	502.78	480.86	501.91	503.38	516.54	509.47	516.30
$q_{sd} \leq q_{Rd}$?	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm.	perm.	var.	var.	γ_g	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)						
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrilevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm.	perm.	var.	var.	γ_g	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)						
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

-

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

-

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

-

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi}$ = 0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi$ = ° 23.04

r_ϕ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo δ = 1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \phi'_d$ = ° 23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$ 3.82 3.74 3.37 3.74 3.68 3.92 3.78 3.92
 L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$ 6.49 6.45 6.90 6.60 6.81 6.77 6.67 6.81

Forza resistente

N_d = kN 3,486.40 3,486.40 3,486.40 3,486.40 3,486.40 3,486.40 3,486.40 3,486.40

H_R = azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L'$ = kN 1,483.00 1,483.00 1,483.00 1,483.00 1,483.00 1,483.00 1,483.00 1,483.00

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10

H_{Rd} = azione resistente di progetto = H_R / γ_R = kN 1,348.18 1,348.18 1,348.18 1,348.18 1,348.18 1,348.18 1,348.18 1,348.18

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN 54.50 54.50 54.50 54.50 77.20 77.20 77.20 77.20

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN 104.48 104.48 104.48 104.48 43.08 43.08 43.08 43.08

$H = H_{sd}$ = azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 117.84 117.84 117.84 117.84 88.41 88.41 88.41 88.41

$H_{sd} \leq H_{Rd}$? ok ok ok ok ok ok ok ok

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO C

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{21} Q_{ki})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{21} Q_{ki})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_1 (\psi_{21} Q_{ki})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN 4,118.6

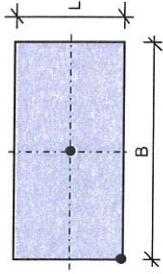
$N_s = N$.o strati del terreno = 3

B = larghezza fondazione = m 4.00

L = lunghezza fondazione = m 7.00

q = pressione risultante= $N / (B L) = \text{kN/mq}$ 147.1

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : Centro



Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

B' = m 2.00

L' = m 3.50

$K_x =$ 4.00

$K_y =$ -

$K_z =$ -

N _s	Strato j	Tipo terreno	s _j (m)	z _i (m)	z _{i+1} (m)	Δz _i (m)	Δz _i (ausiliaria)	N _{ss} = s _j /Δz _i	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)				
									Cedim. Totali		Cedim. Immediati		w _T = Σw _{T,i}	w _i = Σw _{i,j}	Differiti w _D = Σw _{D,j}		
									E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	v					
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	30,000	0.30	1.75	1.75	-	1	
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	4,000	0.30	3.43	2.57	0.86	2	
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	40,000	0.25	0.23	0.23	-	3	
4	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
5	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
6	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
7	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
									ΣN _{ss} =		25.0	Σw _i =		5.41	4.56	0.86	
									Z _{max} = m		19.30	Cr (Cr _T , Cr _i , Cr _D) =				1.00	-

VERIFICHE CEDIMENTI

w_{T,d} = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_T Cr_T = cm #VALORE!

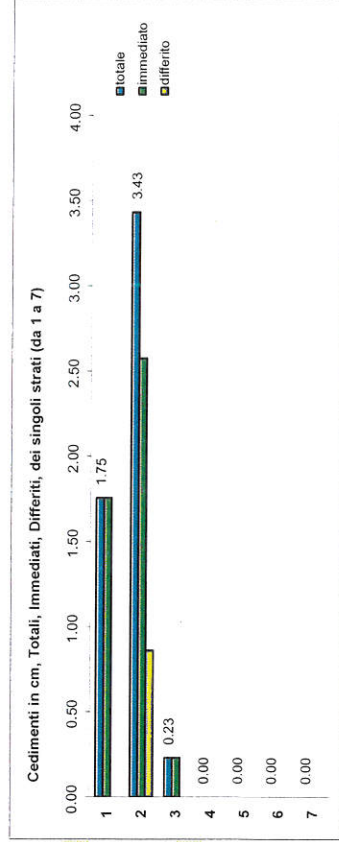
w_{T,lim} = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm 5.00
w_{T,d} ≤ w_{T,lim} ? #VALORE!

w_{i,d} = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w_i Cr_i = cm 4.56

w_{i,lim} = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm 5.00
w_{i,d} ≤ w_{i,lim} ? ok

w_{D,d} = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w_D Cr_D = cm -

w_{D,lim} = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm -
w_{D,d} ≤ w_{D,lim} ? ok



RELAZIONI IMPIEGATE PER IL CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI, IMMEDIATI

Tensioni indotte dal carico q nella mezzeria di ciascun sottostrato i:

$$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \text{inv}tg[(L' \cdot B') / (z_i R_{3i})] + [(L' \cdot B' \cdot z_i) / R_{3i}] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$$
$$\Delta\sigma_{xi} = K_x (q/2\pi) \{ \text{inv}tg[(L' \cdot B') / (z_i R_{3i})] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_1^2 \cdot R_{3i})] \}$$
$$\Delta\sigma_{yi} = K_y (q/2\pi) \{ \text{inv}tg[(L' \cdot B') / (z_i R_{3i})] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_2^2 \cdot R_{3i})] \}$$
$$R_1 = (L'^2 + z_i^2)^{0.5}$$
$$R_2 = (B'^2 + z_i^2)^{0.5}$$
$$R_3 = (L'^2 + B'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

Corrispondente cedimento di ciascun sottostrato i:

$$w_i = [\Delta\sigma_{zi} - v_i (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \Delta z_i / E_i$$

CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$w_1 =$	$w_2 =$	$w_3 =$	$w_4 =$	$w_5 =$	$w_6 =$	$w_7 =$
w_1	$w_{1,2} \cdot w_1$	$w_{1,3} \cdot w_{1,2}$	$w_{1,4} \cdot w_{1,3}$	$w_{1,5} \cdot w_{1,4}$	$w_{1,6} \cdot w_{1,5}$	$w_{1,7} \cdot w_{1,6}$
1.75	3.43	0.23	-	-	-	-
Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da... , a...)						
w_1	$w_{1,2}$	$w_{1,3}$	$w_{1,4}$	$w_{1,5}$	$w_{1,6}$	$w_{1,7}$
1.75	5.19	5.41	-	-	-	-

N _{ss}	Strato	z (m)	Δ _{zi} (m)	z _i =z - Δ _{zi} /2	R ₁	R ₂	R ₃	Δσ _{zi} (kN/mq)	Δσ _{xi} (kN/mq)	Δσ _{yi} (kN/mq)	E _i (kN/mq)	v _i	w _i (cm)	Σw _i (cm)	Str. 1	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
															Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	Σw _i (cm)	
1	1	0.53	0.53	0.26	3.51	2.02	4.04	146.94	-	-	30,000	0.30	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	-	-	-	-
2	1	1.05	0.53	0.79	3.59	2.15	4.11	143.53	-	-	30,000	0.30	0.25	0.51	0.51	0.51	0.51	-	-	-	-
3	1	1.58	0.53	1.31	3.74	2.39	4.24	134.19	-	-	30,000	0.30	0.23	0.74	0.74	0.74	0.74	-	-	-	-
4	1	2.10	0.53	1.84	3.95	2.72	4.43	120.76	-	-	30,000	0.30	0.21	0.95	0.95	0.95	0.95	-	-	-	-
5	1	2.63	0.53	2.36	4.22	3.10	4.67	106.10	-	-	30,000	0.30	0.19	1.14	1.14	1.14	1.14	-	-	-	-
6	1	3.15	0.53	2.89	4.54	3.51	4.96	92.06	-	-	30,000	0.30	0.16	1.30	1.30	1.30	1.30	-	-	-	-
7	1	3.68	0.53	3.41	4.89	3.96	5.28	79.48	-	-	30,000	0.30	0.14	1.44	1.44	1.44	1.44	-	-	-	-
8	1	4.20	0.53	3.94	5.27	4.42	5.64	68.60	-	-	30,000	0.30	0.12	1.56	1.56	1.56	1.56	-	-	-	-
9	1	4.73	0.53	4.46	5.67	4.89	6.01	59.36	-	-	30,000	0.30	0.10	1.66	1.66	1.66	1.66	-	-	-	-
10	1	5.25	0.53	4.99	6.09	5.37	6.41	51.56	-	-	30,000	0.30	0.09	1.75	1.75	1.75	1.75	-	-	-	-
11	2	5.50	0.25	5.38	6.41	5.74	6.72	46.62	-	-	3,000	0.25	0.82	2.57	2.57	2.57	2.57	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	6.63	5.97	6.92	43.75	-	-	3,000	0.25	0.36	2.93	2.93	2.93	2.93	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	6.84	6.21	7.13	41.11	-	-	3,000	0.25	0.34	3.28	3.28	3.28	3.28	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	7.05	6.44	7.33	38.67	-	-	3,000	0.25	0.32	3.60	3.60	3.60	3.60	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	7.27	6.68	7.54	36.42	-	-	3,000	0.25	0.30	3.90	3.90	3.90	3.90	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	7.49	6.92	7.76	34.35	-	-	3,000	0.25	0.29	4.19	4.19	4.19	4.19	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	7.71	7.16	7.97	32.43	-	-	3,000	0.25	0.27	4.46	4.46	4.46	4.46	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	7.94	7.40	8.19	30.66	-	-	3,000	0.25	0.26	4.72	4.72	4.72	4.72	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	8.16	7.64	8.40	29.01	-	-	3,000	0.25	0.24	4.96	4.96	4.96	4.96	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	8.39	7.88	8.63	27.49	-	-	3,000	0.25	0.23	5.19	5.19	5.19	5.19	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	9.56	9.12	9.77	21.23	-	-	40,000	0.25	0.01	5.20	5.20	5.20	5.20	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	11.73	11.38	11.90	14.16	-	-	40,000	0.25	0.08	5.28	5.28	5.28	5.28	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	13.95	13.65	14.09	10.05	-	-	40,000	0.25	0.06	5.34	5.34	5.34	5.34	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	16.18	15.93	16.31	7.47	-	-	40,000	0.25	0.04	5.38	5.38	5.38	5.38	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	18.44	18.21	18.54	5.76	-	-	40,000	0.25	0.03	5.41	5.41	5.41	5.41	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_j (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito(m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_j s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$			
	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	29.290	1
2	15.05	9.536	1
3	25.08	5.350	1
4	35.12	3.439	1
5	45.15	2.350	1
6	55.18	1.668	1
7	65.22	1.219	1
8	75.25	0.912	1
9	85.28	0.696	1
10	95.32	0.541	1
11	102.72	0.454	2
12	107.50	0.407	2
13	112.28	0.366	2
14	117.06	0.330	2
15	121.84	0.299	2
16	126.61	0.271	2
17	131.39	0.247	2
18	136.17	0.225	2
19	140.95	0.206	2
20	145.72	0.189	2
21	170.09	0.125	3
22	214.05	0.066	3
23	258.00	0.039	3
24	301.96	0.025	3
25	345.92	0.017	3

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO C

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} Q_{ki})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} Q_{ki})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} Q_{ki})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN 4.613.0

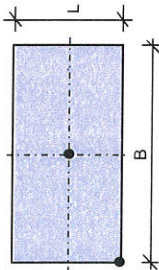
$N_s = N$ o strati del terreno = 3

B = larghezza fondazione = m 4.00

L = lunghezza fondazione = m 7.00

q = pressione risultante= N / (B L) = kN/mq 164.8

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : Spigolo



Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

- $B' = m$ 4.00
- $L' = m$ 7.00
- $K_x =$ 1.00
- $K_y =$ 1.00

N _s	Strato j	Tipo terreno	s _i (m)	z _i (m)	z _{i+1} (m)	Δz _i (m)	Δz _i (ausiliaria)	N _{ss} = s _i /Δz _i	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)			
									Cedim. Totali		Cedim. Immediati		Totali Immediati		Differiti	
									E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	v	w _{Ti}	w _i	w _D	N _s (j = 1,7)
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	30,000	0.30	0.44	0.44	-	1
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	4,000	0.30	2.01	1.48	0.53	2
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	40,000	0.25	0.20	0.20	-	3
4	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	5
6	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	6
7	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Z _{max} = m						19.30	ΣN _{ss} =	25.0					Σw _{Ti} =	2.65	2.12	0.53
Cr (Cr _T , Cr _i , Cr _D) =												-	1.00	-		

VERIFICHE CEDIMENTI

w_{T,d} = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_T Cr_T = cm

w_{T,lim} = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm 5.00

w_{T,d} ≤ w_{T,lim} ? #VALORE!

w_{i,d} = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w_i Cr_i = cm 2.12

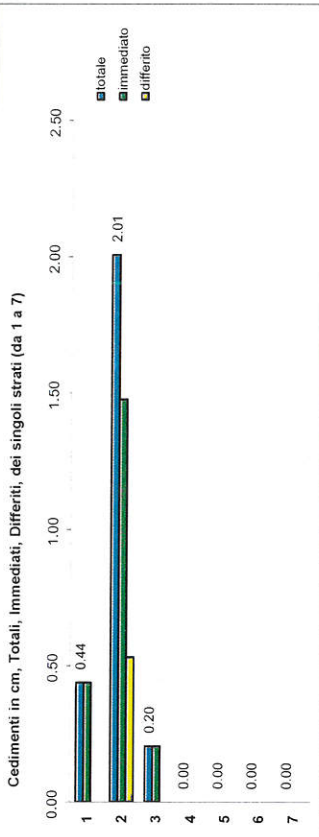
w_{i,lim} = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm 5.00

w_{i,d} ≤ w_{i,lim} ? ok

w_{D,d} = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w_D Cr_D = cm -

w_{D,lim} = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm -

w_{D,d} ≤ w_{D,lim} ? ok



Tensioni indotte dal carico q nella mezzzeria di ciascun sottostrato i:

$$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \text{intvg}[(L' \cdot B') / (z \cdot R_3)] + [(L' \cdot B' \cdot z_i) / R_3] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$$

$$\Delta\sigma_{xi} = K_x (q/2\pi) \{ \text{intvg}[(L' \cdot B') / (z \cdot R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_1^2 \cdot R_3)] \}$$

$$\Delta\sigma_{yi} = K_y (q/2\pi) \{ \text{intvg}[(L' \cdot B') / (z \cdot R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_2^2 \cdot R_3)] \}$$

$$R_1 = (L'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

$$R_2 = (B'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

$$R_3 = (L'^2 + B'^2 + z_i^2)^{0.5}$$

Corrispondente cedimento di ciascun sottostrato i:

$$w_i = [\Delta\sigma_{zi} - v_i (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \Delta_{zi} / E_i$$

CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$w_1 =$	$w_2 =$	$w_3 =$	$w_4 =$	$w_5 =$	$w_6 =$	$w_7 =$
w_1	$w_{1,2} \cdot w_1$	$w_{1,3} \cdot w_{1,2}$	$w_{1,4} \cdot w_{1,3}$	$w_{1,5} \cdot w_{1,4}$	$w_{1,6} \cdot w_{1,5}$	$w_{1,7} \cdot w_{1,6}$
0.44	2.01	0.20	-	-	-	-
Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da... a...)						
w_1	$w_{1,2}$	$w_{1,3}$	$w_{1,4}$	$w_{1,5}$	$w_{1,6}$	$w_{1,7}$
0.44	2.45	2.65	-	-	-	-

N _{ss}	Strato	z (m)	Δ_{zi} (m)	$z_i^2 = z - \Delta_{zi}/2$	R ₁	R ₂	R ₃	$\Delta\sigma_{zi}$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{xi}$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{yi}$ (kN/mq)	E _i (kN/mq)	v _i	w _i (cm)	Σw_i (cm)	Str. 1	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
1	1	0.53	0.53	0.26	7.00	4.01	8.07	41.18	38.72	37.72	30,000	0.30	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	-	-	-	-
2	1	1.05	0.53	0.79	7.04	4.08	8.10	41.05	33.88	31.02	30,000	0.30	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	-	-	-	-
3	1	1.58	0.53	1.31	7.12	4.21	8.17	40.58	29.27	24.94	30,000	0.30	0.04	0.11	0.11	0.11	0.11	-	-	-	-
4	1	2.10	0.53	1.84	7.24	4.40	8.27	39.69	25.04	19.73	30,000	0.30	0.05	0.16	0.16	0.16	0.16	-	-	-	-
5	1	2.63	0.53	2.36	7.39	4.65	8.40	38.37	21.24	15.45	30,000	0.30	0.05	0.21	0.21	0.21	0.21	-	-	-	-
6	1	3.15	0.53	2.89	7.57	4.93	8.56	36.71	17.90	12.05	30,000	0.30	0.05	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-	-	-
7	1	3.68	0.53	3.41	7.79	5.26	8.75	34.81	15.03	9.39	30,000	0.30	0.05	0.30	0.30	0.30	0.30	-	-	-	-
8	1	4.20	0.53	3.94	8.03	5.61	8.97	32.79	12.58	7.35	30,000	0.30	0.05	0.35	0.35	0.35	0.35	-	-	-	-
9	1	4.73	0.53	4.46	8.30	5.99	9.21	30.73	10.52	5.77	30,000	0.30	0.05	0.39	0.39	0.39	0.39	-	-	-	-
10	1	5.25	0.53	4.99	8.60	6.39	9.48	28.70	8.79	4.57	30,000	0.30	0.04	0.44	0.44	0.44	0.44	-	-	-	-
11	2	5.50	0.25	5.38	8.83	6.70	9.69	27.24	7.71	3.86	3,000	0.25	0.43	0.86	-	0.86	0.86	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	8.98	6.90	9.83	26.32	7.08	3.47	3,000	0.25	0.20	1.06	-	1.06	1.06	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	9.14	7.11	9.98	25.42	6.51	3.13	3,000	0.25	0.19	1.25	-	1.25	1.25	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	9.30	7.32	10.13	24.55	5.99	2.82	3,000	0.25	0.19	1.44	-	1.44	1.44	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	9.47	7.53	10.28	23.71	5.51	2.55	3,000	0.25	0.18	1.62	-	1.62	1.62	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	9.64	7.74	10.44	22.89	5.07	2.31	3,000	0.25	0.18	1.80	-	1.80	1.80	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	9.81	7.95	10.60	22.10	4.67	2.09	3,000	0.25	0.17	1.97	-	1.97	1.97	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	9.99	8.17	10.76	21.34	4.31	1.90	3,000	0.25	0.16	2.13	-	2.13	2.13	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	10.17	8.39	10.93	20.60	3.98	1.73	3,000	0.25	0.16	2.29	-	2.29	2.29	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	10.35	8.61	11.10	19.89	3.67	1.58	3,000	0.25	0.15	2.45	-	2.45	2.45	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	11.32	9.76	12.01	16.68	2.47	1.00	40,000	0.25	0.01	2.46	-	-	2.46	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	13.21	11.89	13.80	12.33	1.28	0.49	40,000	0.25	0.07	2.52	-	-	2.52	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	15.21	14.08	15.72	9.34	0.71	0.26	40,000	0.25	0.05	2.58	-	-	2.58	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	17.28	16.30	17.74	7.26	0.42	0.15	40,000	0.25	0.04	2.62	-	-	2.62	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	19.41	18.54	19.81	5.78	0.26	0.09	40,000	0.25	0.03	2.65	-	-	2.65	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_i (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito (m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_i s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta \sigma'_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	8.209	1
2	15.05	2.727	1
3	25.08	1.618	1
4	35.12	1.130	1
5	45.15	0.850	1
6	55.18	0.665	1
7	65.22	0.534	1
8	75.25	0.436	1
9	85.28	0.360	1
10	95.32	0.301	1
11	102.72	0.265	2
12	107.50	0.245	2
13	112.28	0.226	2
14	117.06	0.210	2
15	121.84	0.195	2
16	126.61	0.181	2
17	131.39	0.168	2
18	136.17	0.157	2
19	140.95	0.146	2
20	145.72	0.137	2
21	170.09	0.098	3
22	214.05	0.058	3
23	258.00	0.036	3
24	301.96	0.024	3
25	345.92	0.017	3

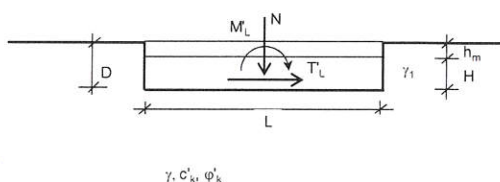
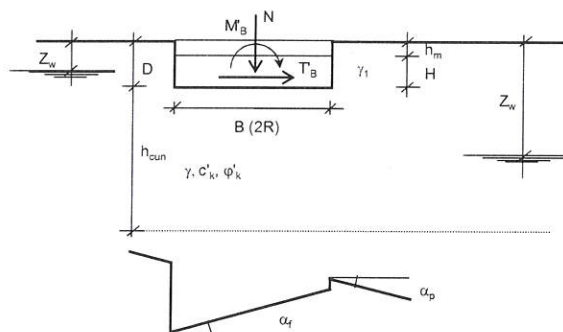
PLINTO A BICCHIERE TIPO D FILO X/11 - Y02

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☐ Q Quadrata (L=B)
☒ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

R



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	7.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
α_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c , b_q , b_v e piano di camp. g_c , g_q , g_v
 $\alpha_{fp} = \alpha_f + \alpha_p = °$

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza $h_m = D-H$) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ_1 (kN/m ³)	h_1 (m)
Strato a: $\gamma_{1,a}$, $h_{1,a}$	18.00	2.00
Strato b: $\gamma_{1,b}$, $h_{1,b}$	-	-
Strato c: $\gamma_{1,c}$, $h_{1,c}$	-	-
$\gamma_1 = (\gamma_{1,a} h_{1,a} + \gamma_{1,b} h_{1,b} + \gamma_{1,c} h_{1,c}) / (h_{1,a} + h_{1,b} + h_{1,c})$ = kN/m ³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_{cun} del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: $w = 0,5 \tan(45 + \phi/2)$ che può essere in media posta pari a w :

$h_{cun} = w = [B \text{ (se sez. Q-R-N); } 2R \text{ se sez. C}] = m$ 4.00

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a $D+h_{cun}$; $D+h_{cun} = m$ 6.50

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	γ (kN/m ³)	h (m)
Strato a: γ_a , h_a	19.50	4.00
Strato b: γ_b , h_b	-	-
Strato c: γ_c , h_c	-	-
$\gamma = (\gamma_a h_a + \gamma_b h_b + \gamma_c h_c) / (h_a + h_b + h_c)$ = kN/m ³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	Comb. NON SISMICHE	Comb. SISMICHE
	c'_k (kN/mq)	c'_k (kN/mq)
Strato a: $c'_{k,a}$, h_a	-	4.00
Strato b: $c'_{k,b}$, h_b	-	-
Strato c: $c'_{k,c}$, h_c	-	-
$c'_k = (c'_{k,a} h_a + c'_{k,b} h_b + c'_{k,c} h_c) / (h_a + h_b + h_c)$ = kN/mq	-	-

ϕ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_{cun})	Comb. NON SISMICHE	Comb. SISMICHE
	ϕ'_k (°)	ϕ'_k (°)
Strato a: $\phi'_{k,a}$, h_a	30.00	4.00
Strato b: $\phi'_{k,b}$, h_b	-	-
Strato c: $\phi'_{k,c}$, h_c	-	-

Se ϕ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Sceita effettuata:

$\phi'_{k,a,ad} = [\text{no: } \phi'_{k,a}; \text{si: } 1,0 \phi'_{k,a} \text{ se sez. Q,C; } (1,1 - 0,1B/L) \phi'_{k,a} \text{ se sez. R; } 1,1 \phi'_{k,a} \text{ se sez. N}] =$	no	30.00
$\phi'_{k,b,ad} = [\text{no: } \phi'_{k,b}; \text{si: } 1,0 \phi'_{k,b} \text{ se sez. Q,C; } (1,1 - 0,1B/L) \phi'_{k,b} \text{ se sez. R; } 1,1 \phi'_{k,b} \text{ se sez. N}] =$	-	-
$\phi'_{k,c,ad} = [\text{no: } \phi'_{k,c}; \text{si: } 1,0 \phi'_{k,c} \text{ se sez. Q,C; } (1,1 - 0,1B/L) \phi'_{k,c} \text{ se sez. R; } 1,1 \phi'_{k,c} \text{ se sez. N}] =$	-	-
$\phi'_k = [\text{invtg} (tg \phi'_{k,a,ad} h_a + tg \phi'_{k,b,ad} h_b + tg \phi'_{k,c,ad} h_c) / (h_a + h_b + h_c)] 180/\pi = °$	30.00	28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

$D+h_{cun} = m$ 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore $Z_w > (D+h_{cun}) = m$ 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

0 1 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_r	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R	
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	4,967.00	525.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	109.40	437.62
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	8.80	35.00
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	115.00	459.30
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	8.20	32.60

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_r = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_s =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctg(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_{ci}, g_{ci}

$\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ? ☒ sì ☐ no

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{sd} =$ modulo edometrico del terreno = $\text{kN/mq} = 15,000.00$

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d = 0.50$

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} = 0.50$

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 = 0.50$

$\nu =$ coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) = 0.33$

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu) = \text{kN/mq} = 10,000.0$

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E/2(1 + \nu) = \text{kN/mq} = 3,750.0$

G (valore alternativo) = $\text{kN/mq} = 3,750.00$

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq} = 3,750.0$

$\sigma =$ tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 84.00$

$I_r =$ Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq} = 77.32$

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 0.57

Indice di rigidezza critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq} = 97.25$

$I_r < I_{r,crit}$? sì, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)] = 18.40$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d / (2(1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} = 0.90$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_f = 0.90$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) ; 1 \} = 0.90$

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_d(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

$q_r =$ risultante sovraccarico alla profondità D = $\text{kN/mq} = 45.00$

Su $\gamma_d \cdot 1$ Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D+h_{cun})$; $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D+h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w-D) + \gamma'_d[h_{cun}-(Z_w-D)]\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w-D)/h_{cun} + \gamma'_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma'_d(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w-D)/h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun}$;
in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w-D)/h_{cun}$
2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Gmax} 1.30
var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_G =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_G =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_G T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 63.94

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_G T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k)$ = kN 59.56

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 87.38

Momenti e Forze assiali di progetto

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 798.65

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,244.60

II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 142.22

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,457.10

III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 765.83

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,754.50

IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 109.40

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,967.00

V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 798.65

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,967.00

VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 142.22

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,754.50

VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm 765.83

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,457.10

VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm 109.40

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,244.60

$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d =$ eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C] = m 0.110 0.022 0.133 0.022 0.161 0.025 0.119 0.015

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d=0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 838.45

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,244.60

II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 149.50

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,457.10

III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 803.95

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,754.50

IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 115.00

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,967.00

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 838.45

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 4,967.00

VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 149.50

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 5,754.50

VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm 803.95

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN 6,457.10

VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm 115.00

$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN 7,244.60

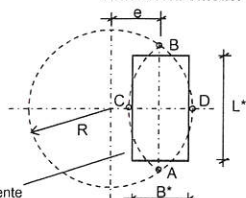
$e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L=0$; se C: $e_L=0$] = m 0.116 0.023 0.140 0.023 0.169 0.026 0.125 0.016

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m 3.78 3.96 3.73 3.96 3.68 3.95 3.76 3.97

L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m 6.77 6.95 6.72 6.95 6.66 6.95 6.75 6.97

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e=M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d}/N_d =$ eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio),

è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD =$ asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R-e) = m$ - - - - -

$L_{eff} = AB =$ l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$ - - - - -

$A_{eff} =$ area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = mq$ - - - - -

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

$$Da B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff}); B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}; B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$$

3.78	3.96	3.73	3.96	3.68	3.95	3.76	3.97
6.77	6.95	6.72	6.95	6.66	6.95	6.75	6.97

ok ok ok ok ok ok ok ok

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

$$EC7, \text{ Vesic: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } tg^2(45 + \phi_d/2) \text{ Exp}(\pi tg \phi_d)] =$$

$$EC7, \text{ Vesic: } N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1)/tg \phi_d] =$$

$$EC7, N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) tg \phi_d] =$$

$$\text{Vesic: } N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) tg \phi_d] =$$

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$$N_q = N_q \text{ adottato} =$$

20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09	20.09
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fattori di forma

$$EC7: s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_r = [\text{sez. Q-C: } 0.7; \text{ sez. R: } 1 - 0.3 B'/L'; \text{ sez. N: } 1] =$$

$$EC7: s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1)/(N_q - 1); \text{ sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' tg \phi_d; \text{ sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0.4 B'/L'; \text{ sez. N: } 1] =$$

$$\text{Vesic: } s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_q); \text{ sez. N: } 1] =$$

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$$s_q = s_q \text{ adottato} =$$

$$s_r = s_r \text{ adottato} =$$

$$s_c = s_c \text{ adottato} =$$

1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
1.30	1.30	1.29	1.30	1.29	1.30	1.29	1.30
1.32	1.33	1.32	1.33	1.32	1.33	1.32	1.33
0.78	0.77	0.78	0.77	0.78	0.77	0.78	0.77
1.34	1.35	1.34	1.35	1.34	1.35	1.34	1.35

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

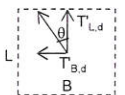
$$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} \neq 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} = 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$$

$$m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$$

$$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$$

47.03	47.03	47.03	47.03	47.03	47.03	47.03	47.03
1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51



$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$$

$$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$$

$$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d$$

$$\text{sez. Q-R-N-C: } 1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d) \geq 0$$

$$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^{(m)}] =$$

$$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$$

$$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi_d))^{(m+1)}] =$$

-	-	-	-	-	-	-	-
ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98
0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98
0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

$$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B';$$

$$\text{se } D/B > 1: 1 + 2 D tg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B'); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di B'}]$$

$$d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_q tg \phi_d)] =$$

$$d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$$

1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r tg \phi_d)^2] =$$

$$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$$

1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

$$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - tg \phi_d)^2] =$$

$$g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c tg \phi_d)] =$$

$$g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$$

1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;

riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

0.92							
------	--	--	--	--	--	--	--

☒ sì ☐ no

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata:

$$r_r = r_r \text{ adottato} =$$

0.92							
------	--	--	--	--	--	--	--

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$$

$$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$$

$$t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d r B' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$$

939.19	940.93	933.68	935.09	928.97	938.44	936.70	943.34
499.31	518.70	489.87	513.36	480.24	515.88	495.43	522.32

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_d + t_r] = kN/mq$ 1,438.50 1,459.63 1,423.55 1,448.45 1,409.21 1,454.32 1,432.13 1,465.66

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = kN/mq$	283.19	234.73	229.32	180.56	202.68	209.65	254.19	261.89
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = kN/mq$	625.44	634.62	618.93	629.76	612.70	632.31	622.67	637.24
$q_{sd} \leq q_{Rd} ?$	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1, per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area ($B' L'$); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area ($B' L'$)

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

$$V) \quad M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = kNm \quad 678.31$$

$$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN \quad 4,967.00$$

$$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m \quad 0.14$$

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

$$V) \quad M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M_L(Q_k) = kNm \quad 712.09$$

$$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN \quad 4,967.00$$

$$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d; \text{ se N: } e_L = 0; \text{ se C: } e_L = 0] = m \quad 0.14$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = m \quad 3.73$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L; \text{ se N: } 1] = m \quad 6.71$$

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = m \quad -$$

$$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = m \quad -$$

$$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2 \quad -$$

$$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m \quad -$$

$$\text{Analogamente: } L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m \quad -$$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m \quad 3.73$$

$$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m \quad 6.71$$

$$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m \quad 3.73$$

$$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m \quad 6.71$$

Terreno: valori di progetto

$$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq \quad -$$

$$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} = -$$

$$c_d = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c \cdot c'_d = kN/mq \quad -$$

$$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi} = 0.462$$

$$\text{Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto} = \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ \quad 24.79$$

$$r_{\phi} = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta = 1.00$$

$$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_{\phi} \phi'_d = ^\circ \quad 24.79$$

Si minimizza la forza resistente

$$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = kN \quad 4,967.00$$

$$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_d B' L' = kN \quad 2,294.16$$

$$\gamma_R \text{ (per lo scorrimento)} = 1.10$$

$$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = kN \quad 2,085.60$$

Si massimizza la forza di scorrimento:

$$\text{perm. } \gamma_{Gmax} \quad 1.00$$

$$\text{var. } \gamma_{Qmax} \quad 1.30$$

$$T'_{B,d} (T_{B,d} \text{ se sez. Q-R-N; } T_d \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T_B(Q_k) = kN \quad 54.30$$

$$T'_{L,d} (T_{L,d} \text{ se sez. Q-R; } 0 \text{ se sez. N; } 0 \text{ se sez. C}) = \gamma_{Gmax} T_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T_L(Q_k) = kN \quad 50.58$$

$$H = H_{sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T'^2_{B,d} + T'^2_{L,d})^{1/2} = kN \quad 74.21$$

$$H_{sd} \leq H_{Rd} ? \quad \text{ok}$$

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_{ϕ}	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1)+M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1)+M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1)+M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1)+M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?
Approccio scelto:

☐ 1 ☒ 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_c	γ_s	γ_{cu}	γ_t	γ_{sc}	γ_{sc}		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti
(se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza)

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	465.66	689.70	146.26	689.70	906.75	1,130.75	530.15	1,130.75
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	37.20	37.20	37.20	37.20	48.50	48.50	48.50	48.50
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	1,268.10	1,276.90	279.10	1,268.90	602.15	610.55	987.20	602.15
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	135.40	135.40	135.40	135.40	90.80	90.80	90.80	90.80

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN

Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = $h_{G,W}$ = m

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = T''_B/N$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	4.29	4.29	4.29	4.29	5.59	5.59	5.59	5.59
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = T''_L/N$	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	15.60	15.60	15.60	15.60	10.46	10.46	10.46	10.46
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T'_B = T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	41.49	41.49	41.49	41.49	54.09	54.09	54.09	54.09
$T'_L = T''_L + T''_{hi,L}$ = kN	151.00	151.00	151.00	151.00	101.26	101.26	101.26	101.26

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,B} = [S_d(T''_B)]/g$ (opp. altro valore utente) =	0.05							
Coefficiente sismico inerziale $K_{hi,L} = [S_d(T''_L)]/g$ (opp. altro valore utente) =	0.02							
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70
Taglio per effetto inerziale = $T''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48
Tagli variati per effetto inerziale:								
$T'_B = T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	65.90	65.90	65.90	65.90	77.20	77.20	77.20	77.20
$T'_L = T''_L + T''_{hi,L}$ = kN	146.88	146.88	146.88	146.88	102.28	102.28	102.28	102.28

☐ 1 ☒ 2

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

Tagli per effetto inerziale

$T''_{hi,B} = K_{hi,B} W_f$ = kN	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70
$T''_{hi,L} = K_{hi,L} W_f$ = kN	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48

Tagli variati per effetto inerziale:

$T'_B = T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	65.90	65.90	65.90	65.90	77.20	77.20	77.20	77.20
$T'_L = T''_L + T''_{hi,L}$ = kN	146.88	146.88	146.88	146.88	102.28	102.28	102.28	102.28

Momenti dovuti al trasporto di $T''_{hi,B}$, $T''_{hi,L}$ sul piano di posa

$M(T''_{hi,B}) = T''_{hi,B} h_{G,W}$ = kNm	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48
$M(T''_{hi,L}) = T''_{hi,L} h_{G,W}$ = kNm	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M''_B + M(T''_{hi,B})$ = kNm	477.14	701.18	157.74	701.18	918.23	1,142.23	541.63	1,142.23
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T''_B + T''_{hi,B}$ = kN	65.90	65.90	65.90	65.90	77.20	77.20	77.20	77.20
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M''_L + M(T''_{hi,L})$ = kNm	1,272.69	1,281.49	283.69	1,273.49	606.74	615.14	991.79	606.74
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T''_L + T''_{hi,L}$ = kN	146.88	146.88	146.88	146.88	102.28	102.28	102.28	102.28
carico unico risultante orizzontale: $H' = (T'^2_B + T'^2_L)^{1/2}$ = kN	160.99	160.99	160.99	160.99	128.14	128.14	128.14	128.14

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma'_t/\gamma_t$ = kN/m ³ =	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma'_t/\gamma_t$ = kN/m ³ =	19.50
c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_c$ =	0.532
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi$ = °	28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_e , g_q , g_r
 $\alpha_\phi < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ?

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata:

sì

Calcolo del modulo di taglio G

E_{ed} = modulo edometrico del terreno = kN/mq

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =

$\alpha = \sin \phi'_d$ =

α (valore alternativo) =

$\alpha = \alpha_{adottato}$ =

k_0 = coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) OCR^2$ =

ν = coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0)$ =

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed}(1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu)$ = kN/mq

9,483.1



G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E/2(1 + \nu)$ = kN/mq 3,521.0
G (valore alternativo) = kN/mq -
 G = $G_{adottato}$ = kN/mq 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + $h_{cun}/2$): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} = 84.00$

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d)$ = kN/mq 78.83

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C; 0.57

Indice di rigidezza critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{ Exp} [(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)]$ = kN/mq 79.12

$I_r < I_{r,crit}$? sì, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \phi'_d)] = 14.72$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp} [(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d)] ; 1 \} = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_r = 1.00$

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) ; 1] = 1.00$

Effetto dell'eventuale falda su q, γ_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(h_{cun} - (Z_w - D)) / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D)/h_{cun} + \gamma'_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma'_d(Z_w - D)/h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D)/h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w - D)/h_{cun}$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D)/h_{cun}$

2) Se $Z_w \leq D$ $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tagli di progetto

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN

carico unico risultante orizzontale: $H_d = H'$ = kN

65.90	65.90	65.90	65.90	77.20	77.20	77.20	77.20
146.88	146.88	146.88	146.88	102.28	102.28	102.28	102.28
160.99	160.99	160.99	160.99	128.14	128.14	128.14	128.14

Momenti e Forze assiali di progetto

$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

II) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

III) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

IV) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

V) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

VI) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

VII) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

VIII) $M'_{B,d} = M'_B$ = kNm

$N_d = N$ = kN

$e = [e_B = M'_{B,d}/N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$

477.14							
4,982.00							
	701.18						
	4,982.00						
		157.74					
		4,982.00					
			701.18				
			4,982.00				
				918.23			
				4,982.00			
					1,142.23		
					4,982.00		
						541.63	
						4,982.00	
							1,142.23
							4,982.00
0.096	0.141	0.032	0.141	0.184	0.229	0.109	0.229

$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

I) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

II) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

III) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

IV) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

V) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

VI) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

VII) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

$N_d = N$ = kN

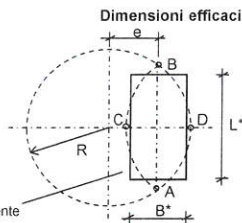
VIII) $M'_{L,d} = M'_L$ = kNm

1,272.69							
4,982.00							
	1,281.49						
	4,982.00						
		283.69					
		4,982.00					
			1,273.49				
			4,982.00				
				606.74			
				4,982.00			
					615.14		
					4,982.00		
						991.79	
						4,982.00	
							606.74

4,982.00

$N_d = N = kN$
 $e_L =$ eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_L = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_L = 0$; se C: $e_L = 0$] = m

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N
 $B^* =$ larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m
 $L^* =$ lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m



Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d =$ eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD
 $B_{eff} = CD =$ asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e) = m$
 $L_{eff} = AB =$ l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$
 $A_{eff} =$ area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = m^2$
 Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$
 Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$
 Risultata $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;
 Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$
 $B^* =$ larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$
 Analogamente: $L^* =$ lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* =$ larghezza efficace fondazione = m
 $L^* =$ lunghezza efficace fondazione = m

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' =$ larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$
 $L' =$ lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $tg^2(45 + \phi'_d/2) \exp(\pi tg \phi'_d)$] =
 EC7, Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $(N_d - 1) / tg \phi'_d$] =
 EC7, $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $2 (N_d - 1) tg \phi'_d$] =
 Vesic: $N_d =$ [sez. Q-R-N-C: $2 (N_d + 1) tg \phi'_d$] =

Scelta per N_d :

Scelta effettuata per N_d :

$N_d = N_d$ adottato =

Fattori di forma

EC7: $s_q =$ [sez. Q-C: $1 + \sin \phi'_d$; sez. R: $1 + B'/L' \sin \phi'_d$; se sez. N: 1] =
 EC7: $s_r =$ [sez. Q-C: 0,7; sez. R: $1 - 0,3 B'/L'$; se sez. N: 1] =
 EC7: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $(s_q N_d - 1) / (N_d - 1)$; se sez. N: 1] =
 Vesic: $s_q =$ [sez. Q-R-C: $1 + B'/L' tg \phi'_d$; se sez. N: 1] =
 Vesic: $s_r =$ [sez. Q-R-C: $1 - 0,4 B'/L'$; se sez. N: 1] =
 Vesic: $s_c =$ [sez. Q-R-C: $1 + B' N_d / (L' N_d)$; se sez. N: 1] =

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta =$ [sez. Q-R: se $T_{L,d} = 0$; 90°; se $T_{L,d} \neq 0$: $\arctg(T_{B,d}/T_{L,d})$; sez. N-C: 0] = °
 $m_B =$ [se sez. Q-R: $(2 + B'/L') / (1 + B'/L')$; se sez. N-C: 0] =
 $m_L =$ [se sez. Q-R: $(2 + L'/B') / (1 + L'/B')$; se sez. N-C: 0] =
 $m =$ [sez. Q-R: $(m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta)$; sez. N: 2; sez. C: $(2 + B'/L') / (1 + B'/L')$] =

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d =$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi'_d) \geq 0$

$i_q =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi'_d))^m$] =

$i_c =$ [sez. Q-R-N-C: $i_q - (1 - i_q) / (N_d - 1)$] =

$i_r =$ [sez. Q-R-N-C: $(1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cot \phi'_d))^{(m+1)}$] =

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

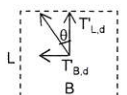
☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. **Scelta:**

Scelta effettuata:

EC7

$d_q =$ [EC7: 1; Hansen: sez. Q-R-N-C, se $D/B \leq 1$: $1 + 2 D tg \phi'_d (1 - \sin \phi'_d)^2 / B'$;



se $D/B > 1$: $1 + 2 \tan^2 \phi'_d (1 - \sin \phi'_d) \arctan(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B' =	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_c = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$d_s = [EC7: 1; \text{Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_q \tan \phi'_d)^2] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$b_\gamma = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_q] =$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:	<input checked="" type="radio"/> EC7	<input type="radio"/> Vesic
Scelta effettuata:	EC7	
$g_q = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \tan \alpha_q)^2] =$	1.00	1.00
$g_c = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \phi'_d)] =$	1.00	1.00
$g_\gamma = [EC7: 1; \text{Vesic: sez. Q-R-N-C: } = g_q] =$	1.00	1.00

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2\text{ m}$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente; riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0.25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2\text{ m}$; 1 negli altri casi =

0.92

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2\text{ m}$, B elevato, $B > L$. Applicare r_f ?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata:
 $r_f = r_f$ adottato =

0.92

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c_d \psi_c N_c s_c t_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$	805.25	801.33	800.85	801.25	797.28	793.42	807.81	793.34
$t_\gamma = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0.5 \gamma_d B' \psi_\gamma N_\gamma s_\gamma t_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma r_f] = \text{kN/mq}$	380.70	373.58	395.75	373.62	375.19	367.62	385.81	367.66
$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_\gamma] = \text{kN/mq}$	1,185.95	1,174.92	1,196.60	1,174.87	1,172.47	1,161.04	1,193.61	1,160.99

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_d)/g = \beta_s S a_d/g = \beta_s S S_T a_d/g =$	0.017							
$K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) =$	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43.29 (tg \phi'_d)^3 - 105.80 (tg \phi'_d)^2 + 81.09 tg \phi'_d - 19.91 =$	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197
$G = -2.8 (tg \phi'_d)^3 + 6.66 (tg \phi'_d)^2 - 4.61 tg \phi'_d + 0.35 =$	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639
$A = 7.23 (tg \phi'_d)^3 - 18.39 (tg \phi'_d)^2 + 15.22 tg \phi'_d - 5.39 =$	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410	1.410
$h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) =$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$h_{q,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$h_{\gamma,0} = A K_{hk} + 1 =$	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976

1: A+B1: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q h_{q,0} =$	796.46	792.58	792.10	792.50	788.58	784.75	798.98	784.67
$t'_\gamma = t_\gamma h_{\gamma,0} =$	371.57	364.63	386.26	364.67	366.20	358.81	376.56	358.84
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_\gamma] = \text{kN/mq}$	1,168.03	1,157.21	1,178.36	1,157.17	1,154.77	1,143.56	1,175.54	1,143.52

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < tg \phi'_d$? ok

$z_c = 1 - 0.31 K_{hk} =$	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995
$z_q = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0.35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
$z_\gamma = (1 - K_{hk}/tg \phi'_d)^{0.35} =$	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989

2: A+B2: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q z_q =$	796.15	792.27	791.79	792.19	788.27	784.44	798.67	784.37
$t'_\gamma = t_\gamma z_\gamma =$	376.39	369.36	391.27	369.40	370.95	363.46	381.45	363.50
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_\gamma] = \text{kN/mq}$	1,172.54	1,161.63	1,183.06	1,161.59	1,159.21	1,147.91	1,180.12	1,147.86

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{hk} = (1 - K_{hk}/tg \phi)^{0.45} =$	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3: A+B3: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q =$	805.25	801.33	800.85	801.25	797.28	793.42	807.81	793.34
$t'_\gamma = t_\gamma e_{hk} =$	375.17	368.16	390.00	368.20	369.74	362.28	380.21	362.32
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_\gamma] = \text{kN/mq}$	1,180.42	1,169.49	1,190.85	1,169.45	1,167.03	1,155.70	1,188.01	1,155.66

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$	1,168.03	1,157.21	1,178.36	1,157.17	1,154.77	1,143.56	1,175.54	1,143.52
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

5: A + Cin(Ut)

$u_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$u_q =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$u_\gamma =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_c = t_c u_c =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_q = t_q u_q =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$t'_\gamma = t_\gamma u_\gamma =$	-	-	-	-	-	-	-	-
$q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_q + t'_\gamma] = \text{kN/mq}$	-	-	-	-	-	-	-	-

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_\gamma] = \text{kN/mq}$	1,185.95	1,174.92	1,196.60	1,174.87	1,172.47	1,161.04	1,193.61	1,160.99
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

Scelta effettuata:

4

$q'_{lim} = q'_{lim \text{ adottata}} = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{kN/mq}]$	1,168.03	1,157.21	1,178.36	1,157.17	1,154.77	1,143.56	1,175.54	1,143.52
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{Sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq	201.59	206.58	183.78	206.48	203.06	208.32	199.50	208.21
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q'_{lim} / γ_R = kN/mq	507.84	503.13	512.33	503.12	502.08	497.20	511.11	497.18
$q_{Sd} \leq q_{Rd}$?	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto: 2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto									
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

-

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

-

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

-

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi =$

0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi = ^\circ$

23.04

r_ϕ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo δ =

1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \phi'_d = ^\circ$

23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$ 3.81 3.72 3.94 3.72 3.63 3.54 3.78 3.54

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$ 6.49 6.49 6.89 6.49 6.76 6.75 6.60 6.76

Forza resistente

N_d = kN 4,982.00 4,982.00 4,982.00 4,982.00 4,982.00 4,982.00 4,982.00 4,982.00

H_R = azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L'$ = kN 2,119.18 2,119.18 2,119.18 2,119.18 2,119.18 2,119.18 2,119.18 2,119.18

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10 1.10

H_{Rd} = azione resistente di progetto = H_R / γ_R = kN 1,926.53 1,926.53 1,926.53 1,926.53 1,926.53 1,926.53 1,926.53 1,926.53

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN 65.90 65.90 65.90 65.90 77.20 77.20 77.20 77.20

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN 146.88 146.88 146.88 146.88 102.28 102.28 102.28 102.28

$H = H_{Sd}$ = azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 160.99 160.99 160.99 160.99 128.14 128.14 128.14 128.14

$H_{Sd} \leq H_{Rd}$? ok ok ok ok ok ok ok ok

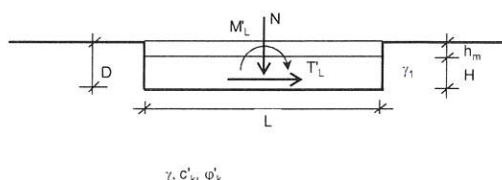
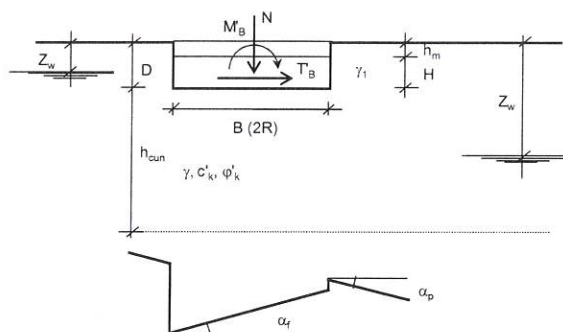
PLINTO A BICCHIERE TIPO C FILO X/11 - Y03

Sez. fondazione (impronta in pianta):

- ☐ Q Quadrata (L=B)
☒ R Rettangolare
☐ N Nastriforme
☐ C Circolare

Sezione fondazione scelta (impronta scelta):

R



Geometria

B (se sez. Q-R-N; 0 se sez. C) = m	4.00
L (se sez. Q-R; convenz. 'Illimitata' se sez. N; 0 se sez. C) = m	7.00
R (raggio se sez. C; 0 se sez. Q-R-N) = m	-
D = profondità piano di appoggio fondazione = m	2.50
H = altezza fondazione = m	0.70
α_f = inclinazione della base della fondazione = °	-
α_p = inclinazione del piano di campagna = °	-

Applicabilità fattori inclinazione base fondaz. b_c, b_q, b_r e piano di camp. g_c, g_q, g_r
α_fp = α_f + α_p = °

Terreno: valori caratteristici

γ_m = peso del materiale sopra alla fondazione (nell'altezza h_m = D-H) = kN/m³ 17.00

A seguire si possono valutare fino a tre strati sui quali si effettua la media ponderata

γ_1 = peso del terreno tra p. c. e piano posa fondazione (nell'altezza D)	γ_1 (kN/m³)	h_1 (m)
Strato a: γ_1,a, h_1,a	18.00	2.00
Strato b: γ_1,b, h_1,b	-	-
Strato c: γ_1,c, h_1,c	-	-
γ_1 = (γ_1,a h_1,a + γ_1,b h_1,b + γ_1,c h_1,c) / (h_1,a + h_1,b + h_1,c) = kN/m³	18.00	

Se w è la larghezza di una fondaz., l'altezza h_cun del cuneo di rottura che interessa il terreno è assunta pari a: w 0,5 tg(45+ φ/2) che può essere in media posta pari a w:

h_cun = w = [B (se sez. Q-R-N); 2R se sez. C] = m 4.00

In presenza di terreno stratificato considerare gli strati di terreno, con rispettive caratteristiche e altezze, a seguire, dalla profondità D e fino a D+h_cun; D+h_cun = m 6.50

γ = peso del terreno sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)	γ (kN/m³)	h (m)
Strato a: γ_a, h_a	19.50	4.00
Strato b: γ_b, h_b	-	-
Strato c: γ_c, h_c	-	-
γ = (γ_a h_a + γ_b h_b + γ_c h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/m³	19.50	

c'_k = coesione efficace sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE	c'_k (kN/mq)	h (m)
Strato a: c'_k,a, h_a	-	4.00
Strato b: c'_k,b, h_b	-	-
Strato c: c'_k,c, h_c	-	-
c'_k = (c'_k,a h_a + c'_k,b h_b + c'_k,c h_c) / (h_a + h_b + h_c) = kN/mq	-	

Comb. SISMICHE

c'_k (kN/mq)	h (m)
-	4.00
-	-
-	-

φ'_k = angolo di attrito sotto al piano posa fondazione (nell'altezza h_cun)

Comb. NON SISMICHE	φ'_k (°)	h (m)
Strato a: φ'_k,a, h_a	30.00	4.00
Strato b: φ'_k,b, h_b	-	-
Strato c: φ'_k,c, h_c	-	-

Comb. SISMICHE

φ'_k (°)	h (m)
28.00	4.00
-	-
-	-

Se φ'_k ottenuti da prova trias., trasformarli per calcolo in def. piana, ?

Sceita effettuata:

φ'_k,a,ad=[no: φ'_k,a; si: 1,0φ'_k,a se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ'_k,a se sez. R; 1,1φ'_k,a se sez. N]=	no	30.00
φ'_k,b,ad=[no: φ'_k,b; si: 1,0φ'_k,b se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ'_k,b se sez. R; 1,1φ'_k,b se sez. N]=	-	-
φ'_k,c,ad=[no: φ'_k,c; si: 1,0φ'_k,c se sez. Q,C; (1,1-0,1B/L)φ'_k,c se sez. R; 1,1φ'_k,c se sez. N]=	-	-
φ'_k = [invtg (tgφ'_k,a,ad h_a + tgφ'_k,b,ad h_b + tgφ'_k,c,ad h_c) / (h_a + h_b + h_c)] 180/π = °	30.00	28.00

Falda

γ_w = peso specifico dell'acqua = kN/mc = 10.00

D+h_cun = m 6.50

Z_w = quota falda da p. c. [per falda assente: un qualsiasi valore Z_w > (D+h_cun)] = m 10.00

Comb. NON SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

			Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
			perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

☒ 1 ☐ 2

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto											
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_s	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R		
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10		

Azioni Non sismiche sul piano di posa: sollecitazioni dai carichi caratteristici
[se sez. N (Nastri-forme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	perm. G_k	var. Q_k
N = kN	4,967.00	525.00
M _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	109.40	437.62
T _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	8.80	35.00
M _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	115.00	459.30
T _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	8.20	32.60

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Terreno: valori di progetto	
Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_1/\gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	18.00
Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma/\gamma_f = \text{kN/m}^3 =$	19.50
$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq} =$	-
$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_s =$	0.577
Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctg(\tan \phi'_d)] = ^\circ$	30.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci}, g_q, g_r
 $\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

Effettuare la verifica ?

☒ sì ☐ no

Scelta effettuata: sì

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{ed} =$ modulo edometrico del terreno = kN/mq 15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) = 1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$ 0.50

α (valore alternativo) = -

$\alpha = \alpha_{adottato} =$ 0.50

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) \text{OCR}^2 =$ 0.50

$\nu =$ coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$ 0.33

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - \nu - 2\nu^2)/(1 - \nu) = \text{kN/mq}$ 10,000.0

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E / 2(1 + \nu) = \text{kN/mq}$ 3,750.0

G (valore alternativo) = kN/mq 3,750.00

G = $G_{adottato} = \text{kN/mq}$ 3,750.0

$\sigma =$ tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + $h_{cun}/2$

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in $(D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \text{kN/mq} =$ 84.00

$I_r =$ Indice di rigidità = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d) = \text{kN/mq}$ 77.32

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 0.57

Indice di rigidità critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)] = \text{kN/mq}$ 97.25

$I_r < I_{r,crit}$? sì, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 18.40

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_f = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_f = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r / (1 + \sin \phi'_d))] ; 1 \} =$ 0.90

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_f =$ 0.90

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min [\psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) ; 1] =$ 0.90

Effetto dell'eventuale falda su q_d

Su q : 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

$q_r =$ risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

Su γ_d . 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$
b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \{\gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d[h_{cun} - (Z_w - D)]\} / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) / h_{cun} + \gamma'_d h_{cun} / h_{cun} - \gamma'_d(Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D) / h_{cun}$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$;
in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;
 $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D) / h_{cun}$
2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;
in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$;
 $\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

Tagli di progetto

perm. γ_{Qmax} 1.30
var. γ_{Qmax} 1.50

Valore alternativo (nell'approccio scelto): perm. $\gamma_Q =$ -

Valore alternativo (nell'approccio scelto): var. $\gamma_Q =$ -

Valore adottato: perm. $\gamma_Q =$ 1.30

Valore adottato: var. $\gamma_Q =$ 1.50

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = $\gamma_Q T_B(G_k) + \gamma_Q T_B(Q_k)$ = kN 63.94

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $\gamma_Q T_L(G_k) + \gamma_Q T_L(Q_k)$ = kN 59.56

carico unico risultante orizzontale: $H_d = (T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN 87.38

Momenti e Forze assiali di progetto

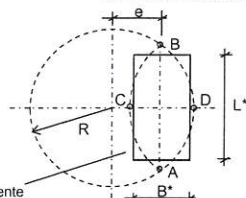
	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$M'_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)								
I) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm	798.65							
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN	7,244.60							
II) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm		142.22						
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN		6,457.10						
III) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm			765.83					
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN			5,754.50					
IV) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm				109.40				
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN				4,967.00				
V) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm					798.65			
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN					4,967.00			
VI) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmax} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm						142.22		
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN						5,754.50		
VII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_B(Q_k)$ = kNm							765.83	
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN							6,457.10	
VIII) $M'_{B,d} = \gamma_{Gmin} M'_B(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_B(Q_k)$ = kNm								109.40
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN								7,244.60
$e = [e_B = M'_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = m$	0.110	0.022	0.133	0.022	0.161	0.025	0.119	0.015
$M'_{L,d}$ (del tipo $M_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C								
I) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm	838.45							
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN	7,244.60							
II) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm		149.50						
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN		6,457.10						
III) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm			803.95					
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN			5,754.50					
IV) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm				115.00				
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN				4,967.00				
V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm					838.45			
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN					4,967.00			
VI) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm						149.50		
$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN						5,754.50		
VII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k)$ = kNm							803.95	
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k)$ = kN							6,457.10	
VIII) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmin} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmin} M'_L(Q_k)$ = kNm								115.00
$N_d = \gamma_{Gmax} N(G_k) + \gamma_{Qmax} N(Q_k)$ = kN								7,244.60
$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d \text{; se N: } e_L = 0 \text{; se C: } e_L = 0] = m$	0.116	0.023	0.140	0.023	0.169	0.026	0.125	0.016

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m

L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d$ = eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro 2R nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD$ = asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e)$ = m

$L_{eff} = AB$ = l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2}$ = m

A_{eff} = area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2[R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}]$ = mq

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e

che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^* / L^* = B_{eff} / L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^* / L^* = B_{eff} / L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff} / B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff} / B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$
 $B^* = \text{larghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$
 Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = m$
 $L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = m$

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso N-C) = m ok ok ok ok ok ok ok

☐ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = m$
 $L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = m$

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \phi_d/2) \text{Exp}(\pi \lg \phi_d)] =$
 EC7, Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_q - 1) / \lg \phi_d] =$
 EC7: $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q - 1) \lg \phi_d] =$
 Vesic: $N_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_q + 1) \lg \phi_d] =$

☒ EC7 ☐ Vesic

Scelta per N_q :

Scelta effettuata per N_q :

$N_q = N_q \text{ adottato} =$

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \phi_d; \text{ sez. R: } 1 + B'/L' \sin \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$
 EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0,7; \text{ sez. R: } 1 - 0,3 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$
 EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_q - 1) / (N_q - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$
 Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B'/L' \lg \phi_d; \text{ se sez. N: } 1] =$
 Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0,4 B'/L'; \text{ se sez. N: } 1] =$
 Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B' N_q / (L' N_c); \text{ se sez. N: } 1] =$

☒ EC7 ☐ Vesic

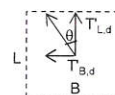
Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q \text{ adottato} =$
 $s_r = s_r \text{ adottato} =$
 $s_c = s_c \text{ adottato} =$

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$
 $m_B = [\text{se sez. Q-R: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$
 $m_L = [\text{se sez. Q-R: } (2 + L'/B') / (1 + L'/B'); \text{ se sez. N-C: } 0] =$
 $m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B'/L') / (1 + B'/L')] =$



$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione} =$

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = c'_d r_c$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d) \geq 0$ ok ok ok ok ok ok ok

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^{1/3}] =$ 0.98 0.98 0.98 0.97 0.97 0.98 0.98 0.98

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)] =$ 0.98 0.98 0.98 0.97 0.97 0.98 0.98 0.98

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B' L' c_a \cotg \phi_d))^{(m+1)}] =$ 0.97 0.97 0.96 0.96 0.96 0.96 0.97 0.97

Fattori di profondità del piano di appoggio

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

☒ EC7 ☐ Hansen ☐ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; 2R se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata:

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2 D \lg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 / B; \text{ se } D/B > 1: 1 + 2 \lg \phi_d (1 - \sin \phi_d)^2 \arctg(D/B); \text{ Vesic: come Hansen ma B invece di } B'] =$
 $d_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic (col rispettivo } d_q): \text{ sez. Q-R-N-C: } d_q - (1 - d_q) / (N_q \lg \phi_d)] =$
 $d_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: } 1] =$

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \lg \phi_d)^2] =$
 $b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q - (1 - b_q) / (N_c \lg \phi_d)] =$
 $b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_q] =$

Fattori di inclinazione piano di campagna

☒ EC7 ☐ Vesic

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). Scelta:

Scelta effettuata:

$g_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } (1 - \lg \phi_d)^2] =$
 $g_c = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q - (1 - g_q) / (N_c \lg \phi_d)] =$
 $g_r = [\text{EC7: } 1; \text{ Vesic: sez. Q-R-N-C: } g_q] =$

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_r della trinomia non può aumentare indefinitamente;
 riduz. di Bowles: $r_r = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi=

☒ si ☐ no

r_r si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. Applicare r_r ?

Scelta effettuata:

$r_r = r_r \text{ adottato} =$

Carico limite unitario resistente (espressione trinomia)

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c'_d \psi_c N_c s_c i_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$
 $t_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_q N_q s_q i_q d_q b_q g_q] = \text{kN/mq}$
 $t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d r' \psi_r N_r s_r i_r d_r b_r g_r r_r] = \text{kN/mq}$

$q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_q + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,438.50 1,459.63 1,423.55 1,448.45 1,409.21 1,454.32 1,432.13 1,465.66

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
$q_{Sd} = \text{carico unitario sollecitante di progetto} = [\text{sez. Q-R-N-C: } N_d / B' L'] = \text{kN/mq}$	283.19	234.73	229.32	180.56	202.68	209.65	254.19	261.89
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
$q_{Rd} = \text{carico limite unitario resistente di progetto} = q_{lim} / \gamma_R = \text{kN/mq}$	625.44	634.62	618.93	629.76	612.70	632.31	622.67	637.24
$q_{Sd} \leq q_{Rd}$?	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

Approccio scelto:

2

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ψ	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1,

per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si

☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ψ	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Si minimizza la forza resistente, minimizzando N e l'area (B'L'); il caso d'interesse è quello tipo V) già trattato nella capacità portante che realizza ciò, avendo N_{min} ed eccentricità massima (data da M_{max} , N_{min}), che rende minima l'area (B'L')

$M_{B,d}$ (del tipo $M_{B,d}$ se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

V) $M_{B,d} = \gamma_{Gmax} M_B(G_k) + \gamma_{Qmax} M_B(Q_k) = \text{kNm}$ 678.31

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,967.00

$e = [e_B = M_{B,d} / N_d = \text{eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C}] = \text{m}$ 0.14

$M'_{L,d}$ (del tipo $M'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); $N_d = 0$ se sez. N, C

V) $M'_{L,d} = \gamma_{Gmax} M'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} M'_L(Q_k) = \text{kNm}$ 712.09

$N_d = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,967.00

$e_L = \text{eccentricità in direz. L [se Q-R: } e_L = M'_{L,d} / N_d ; \text{ se N: } e_L = 0 ; \text{ se C: } e_L = 0] = \text{m}$ 0.14

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = [\text{se Q-R-N: } B - 2e_B] = \text{m}$ 3.73

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione [se Q-R: } L - 2e_L ; \text{ se N: } 1] = \text{m}$ 6.71

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C

$B_{eff} = CD = \text{asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R - e) = \text{m}$ -

$L_{eff} = AB = \text{l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica'} = 2(R^2 - e^2)^{1/2} = \text{m}$ -

$A_{eff} = \text{area sezione efficace 'ellittica'} = 2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = \text{mq}$ -

$B^* = \text{larghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Analogamente: $L^* = \text{lunghezza efficace fondaz. (per sez. C)} = (A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = \text{m}$ -

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

$B^* = \text{larghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 3.73

$L^* = \text{lunghezza efficace fondazione} = \text{m}$ 6.71

$B' = \text{larghezza efficace finale adottata} = B^* = \text{m}$ 3.73

$L' = \text{lunghezza efficace finale adottata} = L^* = \text{m}$ 6.71

Terreno: valori di progetto

$c' = \text{coesione efficace di progetto} = c'_d = c'_k / \gamma_c = \text{kN/mq}$ -

$r_c = \text{coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione} =$ -

$c_a = \text{adesione terreno-fondazione} = r_c c'_d = \text{kN/mq}$ -

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\psi =$ 0.462

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto $= \phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi =$ 24.79

$r_\phi = \text{coeff. riduttivo per passare dall'angolo } \phi'_d \text{ all'angolo } \delta =$ 1.00

$\delta = \text{angolo di attrito terreno-fondazione} = r_\phi \phi'_d =$ 24.79

Si minimizza la forza resistente

$N_d (=N_{d,min}) = \gamma_{Gmin} N(G_k) + \gamma_{Qmin} N(Q_k) = \text{kN}$ 4,967.00

$H_R = \text{azione resistente} = N_d \tan \delta + c_a B' L' = \text{kN}$ 2,294.16

γ_R (per lo scorrimento) = 1.10

$H_{Rd} = \text{azione resistente di progetto} = H_R / \gamma_R = \text{kN}$ 2,085.60

Si massimizza la forza di scorrimento:

perm. γ_{Gmax} 1.00

var. γ_{Qmax} 1.30

$T_{B,d} (T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T_B(G_k) + \gamma_{Qmax} T_B(Q_k) = \text{kN}$ 54.30

$T'_{L,d} (T'_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) $= \gamma_{Gmax} T'_L(G_k) + \gamma_{Qmax} T'_L(Q_k) = \text{kN}$ 50.58

$H = H_{Sd} = \text{azione sollecitante di progetto} = (T_{B,d}^2 + T'_{L,d}^2)^{1/2} = \text{kN}$ 74.21

$H_{Sd} \leq H_{Rd}$? ok

Comb. SISMICHE

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze

Azioni (A1,A2)				Materiale terreno (M1,M2)				Resist. (R1,R2,R3)	
perm. γ_{Gmax} (se Sfav.)	perm. γ_{Gmin} (se Fav.)	var. γ_{Qmax} (se Sfav.)	var. γ_{Qmin} (se Fav.)	γ_ψ	γ_c	γ_{cu}	γ_f	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R

Approccio 1	Comb. NON SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2+M2+R2	1.00	1.00	1.30	-	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. 1 SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. 2 SLU-GEO: A2(=1) + M2+R2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10
Approccio 2	Comb. NON SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1+M1+R1	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1+M1+R3	1.30	1.00	1.50	-	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
	Comb. SISMICHE	Comb. SLU-STR: A1(=1) + M1+R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Comb. SLU-GEO: A1(=1) + M1+R3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio 1 oppure 2?

Approccio scelto:

2

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto										Capacità	Scor.
perm.	perm.	var.	var.	γ_G	γ_Q	γ_{cu}	γ_s	port. γ_R			
γ_{Gmax}	γ_{Gmin}	γ_{Qmax}	γ_{Qmin}								
(se Sfav.)	(se Fav.)	(se Sfav.)	(se Fav.)								
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30		1.10	

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni risultanti

[se sez. N (Nastriforme) le sollecitazioni vanno riferite a 1 metro di lunghezza]

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
N = kN	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00	4,982.00
M ^{III} _B (M _B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = kNm	484.70	707.20	1,632.26	707.20	895.60	1,119.20	579.40	1,119.20
T ^{III} _B (T _B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = kN	36.20	36.20	36.20	36.20	88.50	88.50	88.50	88.50
M ^{III} _L (M _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kNm	1,411.00	1,420.00	271.50	713.60	640.35	648.35	965.00	640.50
T ^{III} _L (T _L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = kN	148.40	148.40	148.40	148.40	52.20	52.20	52.20	52.20

Effetto inerziale sul blocco di fondazione

Peso proprio della fondazione = W_f = kN

574.00

Baricentro della fondazione (distanza dal piano di posa) = h_{G-W} = m

0.40

1 : coeff. sismico inerz. ottenuto dai carichi trasmessi

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi-B} = T_{hi-B}^3 / N =$

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi-B}^3 = K_{hi-B} W_f =$ kN

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi-L} = T_{hi-L}^3 / N =$

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi-L}^3 = K_{hi-L} W_f =$ kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^III = T_B^III + T_{hi-B}^III =$ kN

$T_L^III = T_L^III + T_{hi-L}^III =$ kN

2 : coeff. sismico inerz. da acc. sismica di progetto della sovrastr. (o valore utente)

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi-B} = [S_d(T_B^III) / g]$ (opp. altro valore utente) =

0.05

Coefficiente sismico inerziale $K_{hi-L} = [S_d(T_L^III) / g]$ (opp. altro valore utente) =

0.02

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi-B}^III = K_{hi-B} W_f =$ kN

Taglio per effetto inerziale = $T_{hi-L}^III = K_{hi-L} W_f =$ kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^III = T_B^III + T_{hi-B}^III =$ kN

$T_L^III = T_L^III + T_{hi-L}^III =$ kN

Scelta per ottenere i tagli inerziali

Scelta effettuata:

2

Tagli per effetto inerziale

$T_{hi-B}^III = K_{hi-B} W_f =$ kN

$T_{hi-L}^III = K_{hi-L} W_f =$ kN

Tagli variati per effetto inerziale:

$T_B^III = T_B^III + T_{hi-B}^III =$ kN

$T_L^III = T_L^III + T_{hi-L}^III =$ kN

Momenti dovuti al trasporto di T_{hi-B}^III , T_{hi-L}^III sul piano di posa

$M(T_{hi-B}^III) = T_{hi-B}^III h_{G-W} =$ kNm

$M(T_{hi-L}^III) = T_{hi-L}^III h_{G-W} =$ kNm

Azioni Sismiche sul piano di posa: sollecitazioni finali

N = kN

M_B (M_B se sez. Q-R-N; M se sez. C) = $M_B^III + M(T_{hi-B}^III) =$ kNm

T_B (T_B se sez. Q-R-N; T se sez. C) = $T_B^III + T_{hi-B}^III =$ kN

M_L (M_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $M_L^III + M(T_{hi-L}^III) =$ kNm

T_L (T_L se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = $T_L^III + T_{hi-L}^III =$ kN

carico unico risultante orizzontale: $H' = (T_B^III^2 + T_L^III^2)^{1/2} =$ kN

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE SISMICA

Terreno: valori di progetto

Peso di unità di volume di progetto tra p. c. e piano posa fondaz. $\gamma_{d1} = \gamma_{f1}/\gamma_s =$ kN/m³ =

18.00

Peso di unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. $\gamma_d = \gamma_{f2}/\gamma_s =$ kN/m³ =

19.50

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c =$ kN/mq

-

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_{\phi'} =$

0.532

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi =$ °

28.00

Applicabilità fattori di inclinazione del piano di campagna g_{ci} , g_{cy}

$\alpha_p < \phi'_d$? ok

Verifica di rottura per punzonamento

☒ sì ☐ no

Effettuare la verifica ?

Scelta effettuata:

sì

Calcolo del modulo di taglio G

$E_{ed} =$ modulo edometrico del terreno = kN/mq

15,000.00

OCR = grado di sovraconsolidazione (terreno normalconsolidato: OCR=1) =

1.00

$\alpha = \sin \phi'_d =$

0.47

α (valore alternativo) =

-

$\alpha = \alpha_{adottato} =$

0.47

$k_0 =$ coeff. di spinta a riposo = $(1 - \sin \phi'_d) OCR^u =$

0.53

$v =$ coeff. di poisson = $k_0 / (1 + k_0) =$

0.35

E = modulo elastico del terreno o modulo di Young = $E_{ed} (1 - v - 2v^2) / (1 - v) =$ kN/mq

9,483.1

G = modulo di taglio o di elasticità trasversale del terreno = $E/2(1+\nu)$ = kN/mq 3,521.0
 G (valore alternativo) = kN/mq -
 G = G_{adottato} = kN/mq 3,521.0

σ = tensione verticale media (efficace in c. dr.) alla quota D + h_{cun}/2

1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun}/2)$, no falda in (D + h_{cun}/2): $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun}/2)$: $\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + \gamma_d(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d(Z_w - D) + (\gamma_d - \gamma_w)(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

$\sigma = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

2) Se $Z_w \leq D$: $\sigma = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) + \gamma'_d(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

in c. dr. γ'_{d1}, γ'_d sono i p.s. efficaci: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}, \gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\sigma = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2)$

$\sigma = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w) + (\gamma_d - \gamma_w)(h_{cun}/2) = \gamma_{d1}D + \gamma_d h_{cun}/2 - \gamma_w(D + h_{cun}/2 - Z_w)$

σ = kN/mq = 84.00

I_r = Indice di rigidezza = $G / (c'_d + \sigma \tan \phi'_d)$ = kN/mq 78.83

Rap. B/L: B, L se sez. Q-R; B/L=0 se sez. N, B/L=2R/2R=1 se sez. C: 0.57

Indice di rigidità critico = $I_{r,crit} = 0.5 \text{ Exp}[(3.3 - 0.45B/L) / \tan(\pi/4 - \phi'_d/2)]$ = kN/mq 79.12

$I_r < I_{r,crit}$? sì, c'è rott. locale o per punz.

fattore di capacità portante $N_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } \tan^2(\pi/4 + \phi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \tan \phi'_d)] =$ 14.72

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_r = 1$;

se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_r = \min \{ \text{Exp}[(0.6B/L - 4.4) \tan \phi'_d] + 3.07 \sin \phi'_d \log(2I_r) / (1 + \sin \phi'_d) \}; 1 \}$ = 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_q = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_q = \psi_r =$ 1.00

Se $I_r \geq I_{r,crit}$: $\psi_c = 1$. Se $I_r < I_{r,crit}$: $\psi_c = \min \{ \psi_q - (1 - \psi_q)/(N_q - 1) \}; 1 \} =$ 1.00

Effetto dell'eventuale falda su q_d, γ_d

Su q: 1) Se $Z_w > D$ (no falda in D): $q = \gamma_{d1}D$.

2) Se $Z_w \leq D$ (si falda in D) $q = \gamma_{d1}Z_w + \gamma'_{d1}(D - Z_w) = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)(D - Z_w)$;

in c. dr. $\gamma'_{d1} = (\gamma_{d1,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d1,sat} = \gamma_{d1}$;

$q = \gamma_{d1}Z_w + (\gamma_{d1} - \gamma_w)(D - Z_w) = \gamma_{d1}D - \gamma_w(D - Z_w)$

q_r = risultante sovraccarico alla profondità D = kN/mq = 45.00

Su γ_d : 1) Se $Z_w > D$: a) se $Z_w > (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d$

b) se $Z_w \leq (D + h_{cun})$: $\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D) + \gamma'_d(h_{cun} - (Z_w - D)) / h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma_d(Z_w - D)/h_{cun} + \gamma'_d h_{cun}/h_{cun} - \gamma'_d(Z_w - D)/h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = \gamma'_d + (\gamma_d - \gamma'_d)(Z_w - D)/h_{cun}$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)](Z_w - D)/h_{cun}$;

in c. dr. $\gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$ è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$;

$\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w) + [\gamma_d - (\gamma_d - \gamma_w)](Z_w - D)/h_{cun}$

2) Se $Z_w \leq D$: $\gamma_{d,r} = \gamma'_d = (\gamma_{d,sat} - \gamma_w)$;

in c. dr. γ'_d è il p.s. efficace: assunto in via semplificata $\gamma_{d,sat} = \gamma_d$ risulta: $\gamma_{d,r} = (\gamma_d - \gamma_w)$.

$\gamma_{d,r}$ = risultante peso unità di volume di progetto sotto piano posa fondaz. = kN/m³ = 19.50

Azioni: Tagli, Momenti e Forze assiali di progetto

C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tagli di progetto

T_{B,d} (T_{B,d} se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN

T_{L,d} (T_{L,d} se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN

carico unico risultante orizzontale: H_d = H' = kN

64.90	64.90	64.90	64.90	117.20	117.20	117.20	117.20
159.88	159.88	159.88	159.88	63.68	63.68	63.68	63.68
172.55	172.55	172.55	172.55	133.38	133.38	133.38	133.38

Moment e Forze assiali di progetto

M_{B,d} (del tipo M_{B,d} se sez. Q-R-N; M_d se sez. C)

I) M_{B,d} = M_B = kNm 496.18

N_d = N = kN 4,982.00

II) M_{B,d} = M_B = kNm 718.68

N_d = N = kN 4,982.00

III) M_{B,d} = M_B = kNm 1,643.74

N_d = N = kN 4,982.00

IV) M_{B,d} = M_B = kNm 718.68

N_d = N = kN 4,982.00

V) M_{B,d} = M_B = kNm 907.08

N_d = N = kN 4,982.00

VI) M_{B,d} = M_B = kNm 1,130.68

N_d = N = kN 4,982.00

VII) M_{B,d} = M_B = kNm 590.88

N_d = N = kN 4,982.00

VIII) M_{B,d} = M_B = kNm 1,130.68

N_d = N = kN 4,982.00

e = [e_B = M_{B,d}/N_d = eccentricità in direz. B se Q-R-N o in direz. 2R se sez. C] = m

0.100	0.144	0.330	0.144	0.182	0.227	0.119	0.227
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

M_{L,d} (del tipo M_{L,d} se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C); N_d=0 se sez. N, C

I) M_{L,d} = M_L = kNm 1,415.59

N_d = N = kN 4,982.00

II) M_{L,d} = M_L = kNm 1,424.59

N_d = N = kN 4,982.00

III) M_{L,d} = M_L = kNm 276.09

N_d = N = kN 4,982.00

IV) M_{L,d} = M_L = kNm 718.19

N_d = N = kN 4,982.00

V) M_{L,d} = M_L = kNm 644.94

N_d = N = kN 4,982.00

VI) M_{L,d} = M_L = kNm 652.94

N_d = N = kN 4,982.00

VII) M_{L,d} = M_L = kNm 969.59

N_d = N = kN 4,982.00

VIII) M_{L,d} = M_L = kNm 645.09

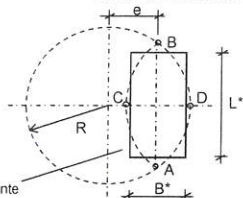
645.09

$N_d = N = kN$
 e_c = eccentricità in direz. L [se Q-R: $e_c = M'_{L,d} / N_d$; se N: $e_c = 0$; se C: $e_c = 0$] = m

Dimensioni efficaci fondazione per sez. Q-R-N

B^* = larghezza efficace fondazione = [se Q-R-N: $B - 2e_B$] = m
 L^* = lunghezza efficace fondazione [se Q-R: $L - 2e_L$; se N: 1] = m

Dimensioni efficaci fondazione per sez. C



sez. rettang. efficace, equivalente

La sez. circolare della fondaz. soggetta a un carico eccentrico di $e = M/N$, calcolata in precedenza con l'espressione: $e = e_B = M'_{B,d} / N_d$ = eccentricità in direzione B (ovvero in direzione del diametro $2R$ nel caso del cerchio), è sostituita da una sez. efficace pseudo-ellittica di assi AB, CD

$B_{eff} = CD$ = asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R - e) = m$

$L_{eff} = AB$ = l'altro asse della sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2(R^2 - e^2)^{1/2} = m$

A_{eff} = area sezione efficace 'pseudo-ellittica' = $2 [R^2 \arccos(e/R) - e(R^2 - e^2)^{1/2}] = mq$

Si sostituisce la sez. efficace 'pseudo-ellittica'

con una sez. rettangolare $A^* = B^* L^*$, anch'essa efficace ed equivalente ($A^* = A_{eff}$) e che abbia il rapporto tra i lati uguale a quello della pseudo-ellisse: $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$

Dalla $A^* = B^* L^*$; $B^* = A^* / L^*$; dalla $B^*/L^* = B_{eff}/L_{eff}$; $L^* = B^* L_{eff}/B_{eff}$

Risulta $B^* = A^* / L^* = A^* / (B^* L_{eff}/B_{eff}) = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$;

Da $B^* = A^* B_{eff} / (B^* L_{eff})$; $B^{*2} = A^* B_{eff} / L_{eff}$; $B^* = (A^* B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = (A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2}$

B^* = larghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} B_{eff} / L_{eff})^{1/2} = m$

Analogamente: L^* = lunghezza efficace fondazione (per sez. C) = $(A_{eff} L_{eff} / B_{eff})^{1/2} = m$

Dimensioni efficaci fondazione per la sez. in progetto (Q-R-N-C):

B^* = larghezza efficace fondazione = m

L^* = lunghezza efficace fondazione = m

Controllo: se sez. Q-R: $B^* \leq L^*$ (indiff. nel caso C-N) = m

□ Per sez. Q-R: Rotazione sez. (scambio di B con L) e delle relative sollecitazioni in input

B^* = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

L^* = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

A : Capacità portante sismica INERZIALE

Fattori di capacità portante

EC7, Vesic: $N_d = [\text{sez. Q-R-N-C: } \lg^2(45 + \varphi'_d/2) \text{ Exp}(\pi \lg \varphi'_d)] =$

EC7, Vesic: $N_d = [\text{sez. Q-R-N-C: } (N_d - 1) \lg \varphi'_d] =$

EC7: $N_d = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_d - 1) \lg \varphi'_d] =$

Vesic: $N_d = [\text{sez. Q-R-N-C: } 2 (N_d + 1) \lg \varphi'_d] =$

Scelta per N_d :

Scelta effettuata per N_d :

$N_d = N_d$ adottato =

Fattori di forma

EC7: $s_q = [\text{sez. Q-C: } 1 + \sin \varphi'_d; \text{ sez. R: } 1 + B^*/L^* \sin \varphi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_r = [\text{sez. Q-C: } 0,7; \text{ sez. R: } 1 - 0,3 B^*/L^*; \text{ se sez. N: } 1] =$

EC7: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } (s_q N_d - 1)/(N_d - 1); \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_q = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B^*/L^* \lg \varphi'_d; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_r = [\text{sez. Q-R-C: } 1 - 0,4 B^*/L^*; \text{ se sez. N: } 1] =$

Vesic: $s_c = [\text{sez. Q-R-C: } 1 + B^* N_d / (L^* N_d); \text{ se sez. N: } 1] =$

Scelta per s_q, s_r, s_c :

Scelta effettuata:

$s_q = s_q$ adottato =

$s_r = s_r$ adottato =

$s_c = s_c$ adottato =

Fattori di inclinazione del carico (EC7=Vesic)

$\theta = [\text{sez. Q-R: se } T_{L,d} = 0; 90^\circ; \text{ se } T_{L,d} \neq 0; \arctg(T_{B,d}/T_{L,d}); \text{ sez. N-C: } 0] =$

$m_B = [\text{sez. Q-R: } (2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m_L = [\text{sez. Q-R: } (2 + L^*/B^*) / (1 + L^*/B^*); \text{ se sez. N-C: } 0] =$

$m = [\text{sez. Q-R: } (m_B \sin^2 \theta + m_L \cos^2 \theta); \text{ sez. N: } 2; \text{ sez. C: } (2 + B^*/L^*) / (1 + B^*/L^*)] =$

$c' =$ coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c = kN/mq$

$r_c =$ coeff. riduttivo per passare dalla coesione all'adesione terreno-fondazione =

$c_a =$ adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d =$

sez. Q-R-N-C: $1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cotg \varphi'_d) \geq 0$

$i_q = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cotg \varphi'_d))^{1/2}] =$

$i_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } i_q - (1 - i_q) / (N_d - 1)] =$

$i_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - H_d / (N_d + B^* L^* c_a \cotg \varphi'_d))^{1/2}] =$

Fattori di profondità del piano di appoggio

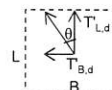
EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati).

● EC7 ○ Hansen ○ Vesic

Per $D > B$ (B se sez. Q-R-N; $2R$ se sez. C) consigliabile EC7. Scelta:

Scelta effettuata: EC7

$d_q = [\text{EC7: } 1; \text{ Hansen: sez. Q-R-N-C, se } D/B \leq 1: 1 + 2D \lg \varphi'_d (1 - \sin \varphi'_d)^2 / B^*]$



se $D/B > 1: 1 + 2 \tan^2 \alpha_d (1 - \sin^2 \alpha_d) \arctg(D/B)$; Vesic: come Hansen ma B invece di B']= 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 $d_c = [EC7: 1; Hansen, Vesic (col rispettivo α_d): sez. Q-R-N-C: $d_a - (1 - \alpha_d)/(N_c \tan \alpha_d)$]= 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 $d_r = [EC7: 1; Hansen, Vesic: sez. Q-R-N-C: 1]= 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000$$

Fattori di inclinazione base della fondazione (EC7=Vesic)

$b_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } (1 - \alpha_r \tan \alpha_d)^2] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00$
 $b_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } b_a - (1 - b_a)/(N_c \tan \alpha_d)] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00$
 $b_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } = b_a] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00$

Fattori di inclinazione piano di campagna

EC7 (non contemplati); Vesic (contemplati). **Scelta:** ☒ EC7 ☐ Vesic
Scelta effettuata: **EC7**
 $g_a = [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: (1 - \tan \alpha_p)^2] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00$
 $g_c = [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: $g_a - (1 - g_a)/(N_c \tan \alpha_p)$] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00$
 $g_r = [EC7: 1; Vesic: sez. Q-R-N-C: = g_a] = 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00$

Fattore di riduzione calcolato per fondazioni R e per $B \geq 2m$

All'aumentare di B, il termine t_d della trinomia non può aumentare indefinitamente;
riduz. di Bowles: $r_f = 1 - 0,25 \log(B/2)$ per R con $B \geq 2m$; 1 negli altri casi= 0.92

r_f si applica, sec. Bowles, per fond. rett. con $B \geq 2m$, B elevato, $B > L$. **Applicare r_f ?** ☒ sì ☐ no

Scelta effettuata: **sì**
 $r_f = r_f$ adottato = 0.92

Carico limite unitario resistente (espr. trinomia): **PORTATA SISMICA INERZIALE**

$t_c = [\text{sez. Q-R-N-C: } c_d \psi_c N_c s_c t_c d_c b_c g_c] = \text{kN/mq}$ - - - - -
 $t_a = [\text{sez. Q-R-N-C: } q_r \psi_a N_q s_q t_a d_a b_a g_a] = \text{kN/mq}$ 803.88 799.98 773.41 792.97 793.95 789.99 802.97 789.92
 $t_r = [\text{sez. Q-R-N-C: } 0,5 \gamma_d B' \psi_r N_r s_r t_r d_r b_r g_r r_f] = \text{kN/mq}$ 377.25 370.26 344.75 373.63 373.16 365.62 382.13 365.65
 $q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,181.13 1,170.24 1,118.16 1,166.61 1,167.10 1,155.61 1,185.10 1,155.57

B: Capacità portante sismica CINEMATICA

Calcolo del coefficiente sismico cinematico orizzontale K_{hk}

$K_{hk} = \beta_s (a_{max})/g = \beta_s (S a_g)/g = \beta_s S a_g/g = S_s S_T a_g/g = 0.017$
 $K_{hk} = (\text{per le C. attivate}) = 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017$

B1: Effetti cinematici con il metodo di Maugeri-Novità (MN)

Calcolo dei relativi coefficienti

$F = 43,29 (tg \alpha_d)^3 - 105,80 (tg \alpha_d)^2 + 81,09 tg \alpha_d - 19,91 = - 0.197 - 0.197 - 0.197 - 0.197 - 0.197 - 0.197 - 0.197 - 0.197$
 $G = -2,8 (tg \alpha_d)^3 + 6,66 (tg \alpha_d)^2 - 4,61 tg \alpha_d + 0,35 = - 0.639 - 0.639 - 0.639 - 0.639 - 0.639 - 0.639 - 0.639 - 0.639$
 $A = 7,23 (tg \alpha_d)^3 - 18,39 (tg \alpha_d)^2 + 15,22 tg \alpha_d - 5,39 = - 1.410 - 1.410 - 1.410 - 1.410 - 1.410 - 1.410 - 1.410 - 1.410$
 $h_{c,0} = (\text{valore fisso}=1) = 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000$
 $h_{a,0} = F K_{hk}^2 + G K_{hk} + 1 = 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989$
 $h_{r,0} = A K_{hk} + 1 = 0.976 0.976 0.976 0.976 0.976 0.976 0.976 0.976$

1: A+B1: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (MN)

$t'_c = t_c h_{c,0} = - - - - -$
 $t'_a = t_a h_{a,0} = 795.10 791.24 764.96 784.31 785.27 781.37 794.19 781.29$
 $t'_r = t_r h_{r,0} = 368.21 361.39 336.49 364.68 364.22 356.86 372.98 356.89$
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$ 1,163.31 1,152.63 1,101.45 1,148.99 1,149.49 1,138.22 1,167.17 1,138.18

B2: Effetti cinematici con il metodo di Paolucci-Pecker (PP)

Calcolo dei relativi coefficienti

$K_{hk} < tg \alpha_d$? ok

$z_c = 1 - 0,31 K_{hk} = 0.995 0.995 0.995 0.995 0.995 0.995 0.995 0.995$
 $z_q = (1 - K_{hk}/tg \alpha_d)^{0,35} = 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989$
 $z_r = (1 - K_{hk}/tg \alpha_d)^{0,35} = 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989 0.989$

2: A+B2: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (PP)

$t'_c = t_c z_c = - - - - -$
 $t'_a = t_a z_q = 794.79 790.94 764.66 784.01 784.97 781.06 793.89 780.99$
 $t'_r = t_r z_r = 372.99 366.07 340.85 369.41 368.94 361.48 377.81 361.51$
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$ 1,167.78 1,157.01 1,105.51 1,153.41 1,153.91 1,142.54 1,171.70 1,142.50

B3: Effetti cinematici con il metodo della Circolare o Cascone et Altri (CC)

Calcolo dei relativi coefficienti

$e_{rk} = (1 - K_{hk}/tg \alpha_d)^{0,45} = 0.985 0.985 0.985 0.985 0.985 0.985 0.985 0.985$

3: A+B3: capacità portante sismica INERZIALE + CINEMATICA (CC)

$t'_c = t_c = - - - - -$
 $t'_a = t_a = 803.88 799.98 773.41 792.97 793.95 789.99 802.97 789.92$
 $t'_r = t_r e_{rk} = 371.78 364.89 339.74 368.21 367.74 360.31 376.59 360.34$
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$ 1,175.66 1,164.87 1,113.15 1,161.18 1,161.69 1,150.31 1,179.55 1,150.26

4: Min(1, 2, 3)

$q'_{lim} = \text{Min}(q'_{lim 1}, q'_{lim 2}, q'_{lim 3}) = \text{kN/mq}$ 1,163.31 1,152.63 1,101.45 1,148.99 1,149.49 1,138.22 1,167.17 1,138.18

5: A + Cin(Ut)

$u_c = -$
 $u_q = -$
 $u_r = -$
 $t'_c = t_c u_c = - - - - -$
 $t'_a = t_a u_q = - - - - -$
 $t'_r = t_r u_r = - - - - -$
 $q'_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t'_c + t'_a + t'_r] = \text{kN/mq}$ - - - - -

6: A (effetto Cinematico annullato)

$q'_{lim} = q_{lim} = [\text{sez. Q-R-N-C: } t_c + t_a + t_r] = \text{kN/mq}$ 1,181.13 1,170.24 1,118.16 1,166.61 1,167.10 1,155.61 1,185.10 1,155.57

Scelta adottata per valutare la capacità portante INERZIALE + CINEMATICA:

☐ 1:A+B1 ☐ 2:A+B2 ☐ 3:A+B3 ☒ 4:Min(1, 2, 3) ☐ 5:A+Cin(Ut) ☐ 6:A

Scelta effettuata: **4**

$q'_{lim} = q'_{lim, adottata} = [\text{sez. Q-R-N-C: } \text{kN/mq}$ 1,163.31 1,152.63 1,101.45 1,148.99 1,149.49 1,138.22 1,167.17 1,138.18

VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

	C. I)	C. II)	C. III)	C. IV)	C. V)	C. VI)	C. VII)	C. VIII)
q_{Sd} = carico unitario sollecitante di progetto = [sez. Q-R-N-C: $N_d / B' L'$] = kN/mq	203.80	208.82	216.51	200.00	203.27	208.51	200.28	208.41
γ_R (per la capacità portante) =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
q_{Rd} = carico limite unitario resistente di progetto = q'_{lim} / γ_R = kN/mq	505.79	501.14	478.89	499.56	499.78	494.88	507.47	494.86
$q_{Sd} \leq q_{Rd}$?	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

VERIFICA A SCORRIMENTO

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm.	perm.	var.	var.	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)						
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Approccio scelto:

2

Per Approccio scelto 2, come suggerito da Circ-NTC C7.11.5.3.1, per verifica a scorr. procedere con i coeff. dell'Approccio 1?

☒ si ☐ no

Scelta effettuata (irrelevante se l'approccio scelto è 1):

si

Coefficienti finali adottati per questa verifica a scorrimento:

Coefficienti parziali Azioni, Materiali, Resistenze associati all'approccio scelto

perm.	perm.	var.	var.	γ_d	γ_c	γ_{cu}	γ_s	Capacità port. γ_R	Scor. γ_R
γ_{Gmax} (se Sfav.)	γ_{Gmin} (se Fav.)	γ_{Qmax} (se Sfav.)	γ_{Qmin} (se Fav.)						
1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.00	1.80	1.10

Terreno: valori di progetto

c' = coesione efficace di progetto = $c'_d = c'_k / \gamma_c$ = kN/mq

-

r_c = coeff. riduttivo per passare da coesione ad adesione terreno-fondazione =

-

c_a = adesione terreno-fondazione = $r_c c'_d$ = kN/mq

-

$\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi$ =

0.425

Angolo di resistenza a taglio del terreno, di progetto = $\phi'_d = [\arctan(\tan \phi'_d)] 180/\pi$ = °

23.04

r_ϕ = coeff. riduttivo per passare dall'angolo ϕ'_d all'angolo δ =

1.00

δ = angolo di attrito terreno-fondazione = $r_\phi \phi'_d$ = °

23.04

C. I) C. II) C. III) C. IV) C. V) C. VI) C. VII) C. VIII)

B' = larghezza efficace finale adottata = $B^* = m$

3.80

3.71

3.34

3.71

3.64

3.55

3.76

3.55

L' = lunghezza efficace finale adottata = $L^* = m$

6.43

6.43

6.89

6.71

6.74

6.74

6.61

6.74

Forza resistente

N_d = kN

4,982.00

4,982.00

4,982.00

4,982.00

4,982.00

4,982.00

4,982.00

4,982.00

H_R = azione resistente = $N_d \tan \delta + c_a B' L'$ = kN

2,119.18

2,119.18

2,119.18

2,119.18

2,119.18

2,119.18

2,119.18

2,119.18

γ_R (per lo scorrimento) =

1.10

1.10

1.10

1.10

1.10

1.10

1.10

1.10

H_{Rd} = azione resistente di progetto = H_R / γ_R = kN

1,926.53

1,926.53

1,926.53

1,926.53

1,926.53

1,926.53

1,926.53

1,926.53

Forza di scorrimento:

$T_{B,d}$ ($T_{B,d}$ se sez. Q-R-N; T_d se sez. C) = T_B = kN

64.90

64.90

64.90

64.90

117.20

117.20

117.20

117.20

$T_{L,d}$ ($T_{L,d}$ se sez. Q-R; 0 se sez. N; 0 se sez. C) = T_L = kN

159.88

159.88

159.88

159.88

63.68

63.68

63.68

63.68

$H = H_{Sd}$ = azione sollecitante di progetto = $(T_{B,d}^2 + T_{L,d}^2)^{1/2}$ = kN

172.55

172.55

172.55

172.55

133.38

133.38

133.38

133.38

$H_{Sd} \leq H_{Rd}$?

ok

ok

ok

ok

ok

ok

ok

ok

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO D

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{21} Q_{k1})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{21} Q_{k1})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_1 (\psi_{21} Q_{k1})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN

4.100.0

$N_s = N$ o strati del terreno =

3

B = larghezza fondazione = m

4.00

L = lunghezza fondazione = m

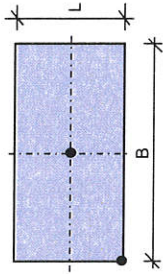
7.00

q = pressione risultante= N / (B L) = kN/mq

146.4

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento :

Centro



Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

B' = m

L' = m

K_z =

K_x =

K_y =

N _s	Strato j	Tipo terreno	s _j (m)	z _j (m)	z _{j+1} (m)	Δz _j (m)	Δz _j (ausiliaria)	N _{ss} = s _j /Δz _j	Parametri Strati terreno per calcolo:				Cedimenti (cm)			
									Cedim. Totali		Cedim. Immediati		w _T = Σw _{Tj}	w _{Dj}		
									E (kN/mq)	v	E (kN/mq)	v				
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	30,000	0.30	1.75	1		
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	3,000	0.25	4,000	0.30	2.56	2		
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	40,000	0.25	0.23	3		
4	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	4		
5	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	5		
6	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	6		
7	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	7		
					Z _{max} = m	19.30	ΣN _{ss} =		25.0		Σw _I =		5.39	4.54	0.85	
												Cr (Cr _T , Cr _I , Cr _D) =		-	1.00	-

VERIFICHE CEDIMENTI

w_{T,d} = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_T Cr_T = cm

w_{T,lim} = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm

w_{T,d} ≤ w_{T,lim} ?

#VALORE!

5.00

#VALORE!

w_{I,d} = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w_I Cr_I = cm

w_{I,lim} = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm

w_{I,d} ≤ w_{I,lim} ?

4.54

5.00

ok

w_{D,d} = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w_D Cr_D = cm

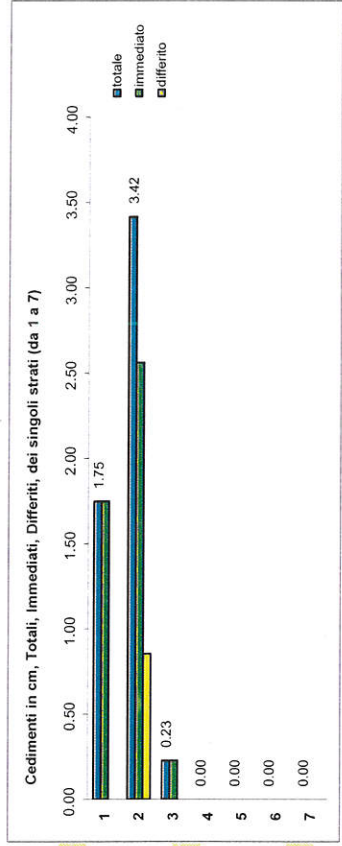
w_{D,lim} = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm

w_{D,d} ≤ w_{D,lim} ?

-

-

ok



RELAZIONI IMPIEGATE PER IL CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI, IMMEDIATI

Tensioni indotte dal carico q nella mezzzeria di ciascun sottostrato i:

$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \text{intvg}[(L' \cdot B') / (z_i R_3)] + [(L' \cdot B' \cdot z_i) / R_3] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$

$\Delta\sigma_{xi} = K_x (q/2\pi) \{ \text{intvg}[(L' \cdot B') / (z_i R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_1^2 R_3)] \}$

$\Delta\sigma_{yi} = K_y (q/2\pi) \{ \text{intvg}[(L' \cdot B') / (z_i R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_2^2 R_3)] \}$

$R_1 = (L'^2 + z_i^2)^{0.5}$

$R_2 = (B'^2 + z_i^2)^{0.5}$

$R_3 = (L'^2 + B'^2 + z_i^2)^{0.5}$

Corrispondente cedimento di ciascun sottostrato i:

$w_i = [\Delta\sigma_{zi} - v_i (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \Delta z_i / E_i$

CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = w_5 = w_6 = w_7 =$
 $w_1 \quad w_{1,2} \cdot w_1 \quad w_{1,3} \cdot w_{1,2} \quad w_{1,4} \cdot w_{1,3} \quad w_{1,5} \cdot w_{1,4} \quad w_{1,6} \cdot w_{1,5} \quad w_{1,7} \cdot w_{1,6}$
 $1.75 \quad 3.42 \quad 0.23 \quad - \quad - \quad - \quad -$

Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da... , a...)

$w_1 \quad w_{1,2} \quad w_{1,3} \quad w_{1,4} \quad w_{1,5} \quad w_{1,6} \quad w_{1,7}$
 $1.75 \quad 5.16 \quad 5.39 \quad - \quad - \quad - \quad -$

N _{str}	Strato	z (m)	Δz _i (m)	z _i =z - Δz _i /2	R ₁	R ₂	R ₃	Δσ _{zi} (kN/mq)	Δσ _{xi} (kN/mq)	Δσ _{yi} (kN/mq)	E _i (kN/mq)	v _i	w _i (cm)	Σw _i (cm)	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
1	1	0.53	0.53	0.26	3.51	2.02	4.04	146.28	-	-	30.000	0.30	0.26	0.26	0.26	0.26	-	-	-	-
2	1	1.05	0.53	0.79	3.59	2.15	4.11	142.88	-	-	30.000	0.30	0.25	0.51	0.51	0.51	-	-	-	-
3	1	1.58	0.53	1.31	3.74	2.39	4.24	133.58	-	-	30.000	0.30	0.23	0.74	0.74	0.74	-	-	-	-
4	1	2.10	0.53	1.84	3.95	2.72	4.43	120.22	-	-	30.000	0.30	0.21	0.95	0.95	0.95	-	-	-	-
5	1	2.63	0.53	2.36	4.22	3.10	4.67	105.62	-	-	30.000	0.30	0.18	1.14	1.14	1.14	-	-	-	-
6	1	3.15	0.53	2.89	4.54	3.51	4.96	91.65	-	-	30.000	0.30	0.16	1.30	1.30	1.30	-	-	-	-
7	1	3.68	0.53	3.41	4.89	3.96	5.28	79.13	-	-	30.000	0.30	0.14	1.43	1.43	1.43	-	-	-	-
8	1	4.20	0.53	3.94	5.27	4.42	5.64	68.29	-	-	30.000	0.30	0.12	1.55	1.55	1.55	-	-	-	-
9	1	4.73	0.53	4.46	5.67	4.89	6.01	59.09	-	-	30.000	0.30	0.10	1.66	1.66	1.66	-	-	-	-
10	1	5.25	0.53	4.99	6.09	5.37	6.41	51.33	-	-	30.000	0.30	0.09	1.75	1.75	1.75	-	-	-	-
11	2	5.50	0.25	5.38	6.41	5.74	6.72	46.41	-	-	3.000	0.25	0.81	2.56	2.56	2.56	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	6.63	5.97	6.92	43.55	-	-	3.000	0.25	0.36	2.92	2.92	2.92	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	6.84	6.21	7.13	40.92	-	-	3.000	0.25	0.34	3.26	3.26	3.26	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	7.05	6.44	7.33	38.50	-	-	3.000	0.25	0.32	3.58	3.58	3.58	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	7.27	6.68	7.54	36.26	-	-	3.000	0.25	0.30	3.89	3.89	3.89	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	7.49	6.92	7.76	34.19	-	-	3.000	0.25	0.28	4.17	4.17	4.17	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	7.71	7.16	7.97	32.28	-	-	3.000	0.25	0.27	4.44	4.44	4.44	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	7.94	7.40	8.19	30.52	-	-	3.000	0.25	0.25	4.69	4.69	4.69	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	8.16	7.64	8.40	28.88	-	-	3.000	0.25	0.24	4.93	4.93	4.93	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	8.39	7.88	8.63	27.36	-	-	3.000	0.25	0.23	5.16	5.16	5.16	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	9.56	9.12	9.77	21.13	-	-	40.000	0.25	0.01	5.18	5.18	5.18	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	11.73	11.38	11.90	16.09	-	-	40.000	0.25	0.08	5.26	5.26	5.26	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	13.95	13.65	14.09	10.00	-	-	40.000	0.25	0.06	5.31	5.31	5.31	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	16.18	15.93	16.31	7.44	-	-	40.000	0.25	0.04	5.36	5.36	5.36	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	18.44	18.21	18.54	5.74	-	-	40.000	0.25	0.03	5.39	5.39	5.39	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_i (kN/m ³)	spes. s_i (m)	spes. s_j inserito(m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_i s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$			
	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{z_i} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	29.158	1
2	15.05	9.493	1
3	25.08	5.325	1
4	35.12	3.423	1
5	45.15	2.339	1
6	55.18	1.661	1
7	65.22	1.213	1
8	75.25	0.908	1
9	85.28	0.693	1
10	95.32	0.539	1
11	102.72	0.452	2
12	107.50	0.405	2
13	112.28	0.364	2
14	117.06	0.329	2
15	121.84	0.298	2
16	126.61	0.270	2
17	131.39	0.246	2
18	136.17	0.224	2
19	140.95	0.205	2
20	145.72	0.188	2
21	170.09	0.124	3
22	214.05	0.066	3
23	258.00	0.039	3
24	301.96	0.025	3
25	345.92	0.017	3

VERIFICHE DI FONDAZIONE DIRETTA A PIANTA RETTANGOLARE
VERIFICHE SLE SUI CEDIMENTI

PLINTO A BICCHIERE TIPO D

SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo QUASI PERMANENTI $G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{2j} Q_{kj})$; per SLE combinazioni non sismiche, di regola solo questa per i cedimenti.
SLE: Combinazioni Non Sismiche tipo FREQUENTE $G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_1 (\psi_{1j} Q_{kj})$
SLE: Combinazioni Sismiche tipo : $E + G_1 + G_2 + \sum_1 (\psi_{2j} Q_{kj})$

N = Risultante carico verticale in Combinaz. SLE = kN **4,100.0**

$N_s = N \cdot o$ strati del terreno = **3**

B = larghezza fondazione = m **4.00**

L = lunghezza fondazione = m **7.00**

q = pressione risultante = $N / (B \cdot L) = \text{kN/m}^2$ **146.4**

Zona/Punto in cui si calcola il cedimento : **Spigolo**

Parametri in base alla zona/punto in cui si calcola il cedimento:

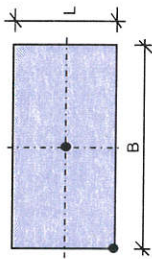
$B' = m$ **4.00**

$L' = m$ **7.00**

$K_z =$ **1.00**

$K_x =$ **1.00**

$K_y =$ **1.00**



N _s	Strato	Tipo terreno	s _i (m)	z _i (m)	z _{i+1} (m)	Δz_i (m)	Δz_{20} (ausiliaria)	N _{as} = s _i /Δz ₂₀	Parametri Strati terreno per calcolo:			Cedimenti (cm)		
									Cedim. Totali	E (kN/mq)	v	Cedim. Immediati	W _i = Σw _{i,j}	W ₀ = Σw _{0,j}
1	1	Sabbie e ghiaie	5.25	-	5.25	0.53	0.53	10.0	30,000	0.30	0.30	0.39	0.39	-
2	2	Limi sabbiosi	2.50	5.25	7.75	0.25	0.25	10.0	4,000	0.25	0.30	1.78	1.31	0.47
3	3	Sabbie e ghiaie	11.55	7.75	19.30	2.30	2.30	5.0	40,000	0.25	0.25	0.18	0.18	-
4	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
									ΣN _{as} = 25.0			Σw _i = 2.35		
									Z _{max} = m 19.30			Cr (Cr _i , Cr _l , Cr ₀) = 1.88		
												1.00		

VERIFICHE CEDIMENTI

w_{i,d} = Cedimento verticale totale dovuto al carico in progetto = w_i Cr_i = cm **#VALORE!**

w_{i,lim} = Cedimento verticale totale limite, ammesso in progetto = cm **5.00**

w_{i,d} ≤ w_{i,lim} ? **#VALORE!**

w_{0,d} = Cedimento verticale immediato dovuto al carico in progetto = w₀ Cr₀ = cm **1.88**

w_{0,lim} = Cedimento verticale immediato limite, ammesso in progetto = cm **5.00**

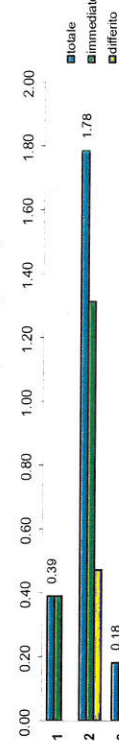
w_{0,d} ≤ w_{0,lim} ? **ok**

w_{0,d} = Cedimento verticale differito dovuto al carico in progetto = w₀ Cr₀ = cm **-**

w_{0,lim} = Cedimento verticale differito limite, ammesso in progetto = cm **-**

w_{0,d} ≤ w_{0,lim} ? **ok**

Cedimenti in cm, Totali, Immediati, Differiti, dei singoli strati (da 1 a 7)



RELAZIONI IMPIEGATE PER IL CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI, IMMEDIATI

Tensioni indotte dal carico q nella mezzetta di ciascun sottostrato i:

$\Delta\sigma_{zi} = K_z (q/2\pi) \{ \text{invtg}[(L' \cdot B') / (z_i R_3)] + [(L' \cdot B' \cdot z_i) / R_3] (1/R_1^2 + 1/R_2^2) \}$

$\Delta\sigma_{xi} = K_x (q/2\pi) \{ \text{invtg}[(L' \cdot B') / (z_i R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_1^2 R_3)] \}$

$\Delta\sigma_{yi} = K_y (q/2\pi) \{ \text{invtg}[(L' \cdot B') / (z_i R_3)] - [(L' \cdot B' \cdot z_i) / (R_2^2 R_3)] \}$

$R_1 = (L'^2 + z_i^2)^{0.5}$

$R_2 = (B'^2 + z_i^2)^{0.5}$

$R_3 = (L'^2 + B'^2 + z_i^2)^{0.5}$

Corrispondente cedimento di ciascun sottostrato i:

$w_i = [\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \Delta z_i / E_i$

CALCOLO DEI Cedimenti TOTALI

Cedimenti dei singoli strati j indicati

$w_1 =$	$w_2 =$	$w_3 =$	$w_4 =$	$w_5 =$	$w_6 =$	$w_7 =$
w_1	$w_{1,2}-w_1$	$w_{1,3}-w_{1,2}$	$w_{1,4}-w_{1,3}$	$w_{1,5}-w_{1,4}$	$w_{1,6}-w_{1,5}$	$w_{1,7}-w_{1,6}$
0.39	1.78	0.18	-	-	-	-

Cedimenti risultanti, complessivi degli strati j indicati (da... , a...)

w_1	$w_{1,2}$	$w_{1,3}$	$w_{1,4}$	$w_{1,5}$	$w_{1,6}$	$w_{1,7}$
0.39	2.17	2.35	-	-	-	-

N _{ss}	Strato	z (m)	Δz_i (m)	$z_i = z - \Delta z_i/2$	R ₁	R ₂	R ₃	$\Delta\sigma_{zi}$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{xi}$ (kN/mq)	$\Delta\sigma_{yi}$ (kN/mq)	E _i (kN/mq)	v _i	w _i (cm)	Σw_i (cm)	Str. 1	Str. 1.2	Str. 1.3	Str. 1.4	Str. 1.5	Str. 1.6	Str. 1.7
1	1	0.53	0.53	0.26	7.00	4.01	8.07	36.60	34.42	33.53	30,000	0.30	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	-	-	-	-
2	1	1.05	0.53	0.79	7.04	4.08	8.10	36.48	30.11	27.57	30,000	0.30	0.03	0.06	0.06	0.06	0.06	-	-	-	-
3	1	1.58	0.53	1.31	7.12	4.21	8.17	36.07	26.02	22.17	30,000	0.30	0.04	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-	-	-
4	1	2.10	0.53	1.84	7.24	4.40	8.27	35.27	22.25	17.54	30,000	0.30	0.04	0.14	0.14	0.14	0.14	-	-	-	-
5	1	2.63	0.53	2.36	7.39	4.65	8.40	34.10	18.87	13.73	30,000	0.30	0.04	0.18	0.18	0.18	0.18	-	-	-	-
6	1	3.15	0.53	2.89	7.57	4.93	8.56	32.63	15.91	10.71	30,000	0.30	0.04	0.23	0.23	0.23	0.23	-	-	-	-
7	1	3.68	0.53	3.41	7.79	5.26	8.75	30.94	13.35	8.35	30,000	0.30	0.04	0.27	0.27	0.27	0.27	-	-	-	-
8	1	4.20	0.53	3.94	8.03	5.61	8.97	29.15	11.18	6.53	30,000	0.30	0.04	0.31	0.31	0.31	0.31	-	-	-	-
9	1	4.73	0.53	4.46	8.30	5.99	9.21	27.32	9.35	5.13	30,000	0.30	0.04	0.35	0.35	0.35	0.35	-	-	-	-
10	1	5.25	0.53	4.99	8.60	6.39	9.48	25.51	7.81	4.06	30,000	0.30	0.04	0.39	0.39	0.39	0.39	-	-	-	-
11	2	5.50	0.25	5.38	8.83	6.70	9.69	24.21	6.85	3.43	3,000	0.25	0.38	0.77	-	0.77	0.77	-	-	-	-
12	2	5.75	0.25	5.63	8.98	6.90	9.83	23.39	6.29	3.09	3,000	0.25	0.18	0.94	-	0.94	0.94	-	-	-	-
13	2	6.00	0.25	5.88	9.14	7.11	9.98	22.60	5.79	2.78	3,000	0.25	0.17	1.11	-	1.11	1.11	-	-	-	-
14	2	6.25	0.25	6.13	9.30	7.32	10.13	21.82	5.32	2.51	3,000	0.25	0.17	1.28	-	1.28	1.28	-	-	-	-
15	2	6.50	0.25	6.38	9.47	7.53	10.28	21.07	4.90	2.27	3,000	0.25	0.16	1.44	-	1.44	1.44	-	-	-	-
16	2	6.75	0.25	6.63	9.64	7.74	10.44	20.35	4.51	2.05	3,000	0.25	0.16	1.60	-	1.60	1.60	-	-	-	-
17	2	7.00	0.25	6.88	9.81	7.95	10.60	19.64	4.15	1.86	3,000	0.25	0.15	1.75	-	1.75	1.75	-	-	-	-
18	2	7.25	0.25	7.13	9.99	8.17	10.76	18.96	3.83	1.69	3,000	0.25	0.15	1.89	-	1.89	1.89	-	-	-	-
19	2	7.50	0.25	7.38	10.17	8.39	10.93	18.31	3.53	1.54	3,000	0.25	0.14	2.04	-	2.04	2.04	-	-	-	-
20	2	7.75	0.25	7.63	10.35	8.61	11.10	17.68	3.26	1.40	3,000	0.25	0.14	2.17	-	2.17	2.17	-	-	-	-
21	3	10.05	2.30	8.90	11.32	9.76	12.01	14.82	2.20	0.89	40,000	0.25	0.01	2.18	-	-	2.18	-	-	-	-
22	3	12.35	2.30	11.20	13.21	11.89	13.80	10.96	1.14	0.43	40,000	0.25	0.06	2.24	-	-	2.24	-	-	-	-
23	3	14.65	2.30	13.50	15.21	14.08	15.72	8.30	0.63	0.23	40,000	0.25	0.05	2.29	-	-	2.29	-	-	-	-
24	3	16.95	2.30	15.80	17.28	16.30	17.74	6.45	0.37	0.13	40,000	0.25	0.04	2.33	-	-	2.33	-	-	-	-
25	3	19.25	2.30	18.10	19.41	18.54	19.81	5.13	0.23	0.08	40,000	0.25	0.03	2.35	-	-	2.35	-	-	-	-

Utilità	peso terreno γ_i (kN/m ³)	spes. s_j (m)	spes. s_j inserito (m)
Strato 1: γ_1, s_1	19.50	5.25	5.25
Strato 2: γ_2, s_2	16.50	2.50	2.50
Strato 3: γ_3, s_3	19.50	11.55	11.55
Strato 4: γ_4, s_4	-	-	-
Strato 5: γ_5, s_5	-	-	-
Strato 6: γ_6, s_6	-	-	-
Strato 7: γ_7, s_7	-	-	-
$\gamma = \sum \gamma_i s_j / \sum s_j = \text{kN/m}^3$	19.11		

N_{ss}	$\sigma'_{vo} = \gamma z_i$ (kN/mq)	$\Delta \sigma'_{zi} / \sigma'_{vo}$	Strato
1	5.02	7.296	1
2	15.05	2.424	1
3	25.08	1.438	1
4	35.12	1.004	1
5	45.15	0.755	1
6	55.18	0.591	1
7	65.22	0.474	1
8	75.25	0.387	1
9	85.28	0.320	1
10	95.32	0.268	1
11	102.72	0.236	2
12	107.50	0.218	2
13	112.28	0.201	2
14	117.06	0.186	2
15	121.84	0.173	2
16	126.61	0.161	2
17	131.39	0.149	2
18	136.17	0.139	2
19	140.95	0.130	2
20	145.72	0.121	2
21	170.09	0.087	3
22	214.05	0.051	3
23	258.00	0.032	3
24	301.96	0.021	3
25	345.92	0.015	3
26			