

COMUNE DI NAPOLI

COMMITTENTE
COMUNE DI NAPOLI
DIREZIONE CENTRALE VI

Appalto integrato per la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori di Edilizia
Sostitutiva per la realizzazione di 90 alloggi in via Croce di Piperno - Soccavo

VARIANTE N. 4

ELABORATO

- ☐ Scala-01 Relazione di calcolo
- ☐ Scala-02 Fascicolo dei calcoli
- ☐ Scala-03 Relazione geotecnica
- ☐ Scala-04 Relazione sui materiali
- ☐ Scala-05 Piano di manutenzione
- ☐ Scala-06 Grafici strutturali

SCALA ESTERNA VIA GIOVANNI CANONICO SCHERILLO

Impresa : **LAVORI GENERALI s.r.l**
via Duomo n.290/C -80138 Napoli

Progettisti:

TAV. Scala-03

REV SETTEMBRE 2021

RELAZIONE GEOTECNICA

COMUNE DI NAPOLI

**Committente: COMUNE DI NAPOLI DIREZIONE CENTRALE VI
Area Trasformazione del Territorio Servizio Edilizia
Residenziale Pubblica e Nuove Centralità**

**Opera: Scala in cemento armato in Via Giovanni Canonico Scherillo
Soccavo Napoli**

Normativa di riferimento

- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971.** Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr. 64 del 02/02/1974.** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988.** Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **D.M. LL.PP. del 14/02/1992.** Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- **D.M. 9 Gennaio 1996.** Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- **D.M. 16 Gennaio 1996.** Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- **D.M. 16 Gennaio 1996:** Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- **Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.** Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.** Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- **Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018.** Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018

Modello per il calcolo del carico limite

Il terreno di fondazione è considerato costituito da due strati: uno superiore ed uno inferiore al piano di posa della fondazione. La presenza della falda è presa in considerazione in base alla sua profondità dal piano campagna. Per la verifica a carico limite si adotta l'approccio 2 con una unica combinazione di carico A1+M1+R3, in cui i coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze sono unitari ed il coefficiente di sicurezza globale è pari a 2.3 per il carico limite verticale e pari a 1.1 per il coefficiente di sicurezza a per il carico limite orizzontale. L'effetto del sisma è portato in conto considerando una la forza statica orizzontale; poichè tale forza non è né centrata né verticale è necessario considerare fattori correttivi per l'inclinazione del carico e una riduzione delle dimensioni della fondazione, in funzione dell'eccentricità. Di seguito si riporta il calcolo per le combinazioni più gravose; in calce è riportato un riepilogo per tutte le combinazioni.

Carico limite

Il calcolo del carico limite è valutato secondo la formula di Terzaghi-Meyerof

$$Q_{lim} = q \cdot N_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot \psi_q \cdot z_q + c \cdot N_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot \psi_c \cdot z_c + \gamma \cdot N_\gamma \cdot \frac{B}{2} \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot z_\gamma$$

dove:

N_q, N_c, N_γ	Coefficienti di Terzaghi - Meyerof per la striscia indefinita
$\zeta_q, \zeta_c, \zeta_\gamma$	Coefficienti correttivi di forma, funzione del rapporto B/L
ξ_q, ξ_c, ξ_γ	Coefficienti correttivi di inclinazione del carico, dipendenti da H/V
$\alpha_q, \alpha_c, \alpha_\gamma$	Coefficienti correttivi di inclinazione del piano di posa
$\beta_q, \beta_c, \beta_\gamma$	Coefficienti correttivi di inclinazione del piano campagna
Z_q, Z_c, Z_γ	Coefficienti sismici per considerare l'effetto cinematico, considerati solo in presenza di sisma
$\psi_q, \psi_c, \psi_\gamma$	Coefficienti correttivi di punzonamento dipendenti da un indice di rigidezza del terreno.

Le espressioni dei coefficienti correttivi sono riportate di seguito.

- Coefficienti di forma

$$\zeta_q = 1 + \frac{B}{L} \tan(\phi) \quad \zeta_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \quad \zeta_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

- Coefficienti di inclinazione del carico

$$\xi_q = \left[1 - \frac{H \tan(\phi)}{V \tan(\phi) + B L c} \right]^m \quad \xi_c = \xi_q - \frac{1 - \xi_q}{N_c \tan(\phi)} \quad \xi_\gamma = \left[1 - \frac{H \tan(\phi)}{V \tan(\phi) + B L c} \right]^{m+1}$$

essendo

$$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

- Coefficienti correttivi di inclinazione del piano di posa

$$\alpha_q = (1 - \epsilon \operatorname{tg}(\phi))^2 \quad \alpha_c = \alpha_q - \frac{1 - \alpha_q}{N_c \operatorname{tg}(\phi)} \quad \alpha_\gamma = \alpha_q$$

con

$$\epsilon < \pi/4$$

- Coefficienti correttivi di inclinazione del piano campagna

$$\beta_q = (1 - \operatorname{tg}(\omega))^2 \cos(\phi) \quad \beta_c = \beta_q - \frac{q - \beta_\gamma}{N_c \operatorname{tg}(\phi)} \quad \beta_\gamma = \frac{\beta_q}{\cos(\omega)}$$

con

$$\omega < \pi/4; \omega < \phi$$

- Coefficienti di punzonamento

$$\psi_q = \left(\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \operatorname{tg}(\phi) + \frac{3.07 \sin(\phi) \log_{10}(2I_r)}{1 + \sin(\phi)} \right)$$

$$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_q \operatorname{tg}(\phi)} \quad \text{se } \phi \neq 0$$

$$\psi_c = 0.32 + 0.12 \frac{B}{L} + 0.6 \log_{10}(I_r) \quad \text{se } \phi = 0$$

$$\psi_\gamma = \psi_q$$

- Coefficienti sismici

$$z_q = z_c = 1 \quad z_g = \left(1 - \frac{kh}{\operatorname{tg}(\phi)} \right)^{0.45}$$

con

$$kh = \beta \frac{a_{max}}{g} \quad (\text{cfr. NT - 7.11.3})$$

Detto I_r l'indice di rigidezza del terreno (secondo la teoria di Vesic dipendente dal modulo tangenziale $G=0.5 \cdot E/(1+\nu)$ del terreno, dalla coesione c , dalla tensione effettiva alla profondità $B/2$ sotto il piano di posa e dall'angolo di attrito del terreno di fondazione) ed I_{rcrit} l'indice di rigidezza critico (dipendente dall'angolo di attrito del terreno e dal rapporto B/L), i coefficienti di punzonamento sono uguali alla unità quando $I_r \geq I_{rcrit}$, mentre sono minori dell'unità quando $I_r < I_{rcrit}$.

Oltre a queste correzioni un'altra deriva dall'eccentricità del carico e consiste nel ridurre le dimensioni della fondazione in modo che il carico risulti centrato rispetto alla fondazione ridotta; dette e_b ed e_l le eccentricità del carico nella direzione di B ed L , il carico limite si calcola per una fondazione di dimensioni ridotte $B' = B - 2e_b$ e $L' = L - 2e_l$.

Altra correzione deriva dalla presenza della falda inserendo i pesi del terreno immerso nel primo e terzo termine dell'espressione del carico limite, in particolare, detta H_f la profondità della falda e D la profondità del piano di posa, si assume che quando:

- $H_f \leq D$ si valuta la pressione effettiva sul piano di posa considerando che parte del terreno superiore è immerso, mentre nel terzo termine si userà il peso immerso;
 $D < H_f \leq D+B$ il peso del terreno del terzo termine si interpola tra i valori immerso e secco secondo la formula: $\gamma^* = \gamma'' + (\gamma - \gamma'') D/B$;
 $D+B < H_f$ la falda è trascurata.

I coefficienti di Terzaghi - Meyerof per la striscia ed i coefficienti correttivi sono dati dalle relazioni:

$$N_q = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} e^{\pi \tan(\phi)} N_c = (N_q - 1) \cot(\phi)$$

I valori del coefficiente N_γ sono riportati nella tabella seguente in funzione dell'angolo di attrito del terreno.

ϕ°	0	1	2	3	4	5	6	7	8
N_γ	0	0.07	0.15	0.24	0.34	0.45	0.57	0.71	0.86
ϕ°	9	10	11	12	13	14	15	16	17
N_γ	1.03	1.22	1.44	1.69	1.97	2.29	2.65	3.06	3.53
ϕ°	18	19	20	21	22	23	24	25	26
N_γ	4.07	4.68	5.39	6.2	7.13	8.2	9.44	10.88	12.54
ϕ°	27	28	29	30	31	32	33	34	35
N_γ	14.47	16.72	19.34	22.4	25.99	30.22	35.19	41.06	48.03
ϕ°	36	37	38	39	40	41	42	43	44
N_γ	56.31	66.19	78.03	92.25	109.41	130.22	155.55	186.54	224.64
ϕ°	45	46	47	48	49	50	-	-	-
N_γ	271.76	330.75	403.67	496.01	613.16	762.89	-	-	-

Simbologia carico limite fondazione rettangolare:

- B Base
L Lunghezza
eb Eccentricità secondo B
el Eccentricità secondo L
D Profondità del piano di posa
Fv Componente ortogonale dell'azione sulla fondazione
Fh Componente tangenziale dell'azione sulla fondazione
 ε Inclinazione del piano di posa
 ω Inclinazione del piano campagna
 ϕ Angolo di attrito del terreno di fondazione
c Coesione del terreno di fondazione
G Modulo tangenziale del terreno di fondazione
 γ_1 Peso specifico terreno superiore
 γ Peso specifico terreno di fondazione
 γ_{1Sat} Peso specifico terreno saturo superiore
 γ_{Sat} Peso specifico terreno saturo di fondazione
 H_f Profondità della falda
 W_0 Peso specifico acqua

Modello terreno coesivo per il calcolo dei cedimenti

Il terreno è modellato come sequenza di strati di tipo coesivo la cui deformabilità è individuata attraverso il modulo edometrico, ovvero in base alla curva edometrica dedotta da prove in sito. Il cedimento è calcolato secondo la teoria di Skempton e Bjerrum. Il cedimento complessivo si compone di un cedimento di consolidazione W_c e di un cedimento immediato W_0 . Il cedimento di consolidazione è valutato in funzione del cedimento edometrico secondo la relazione $W_c = \beta W_{ed}$ essendo β un parametro funzione del coefficiente A di Skempton, del rapporto H/B per la striscia ovvero di H/D per il quadrato o cerchio; i valori di β sono ottenuti

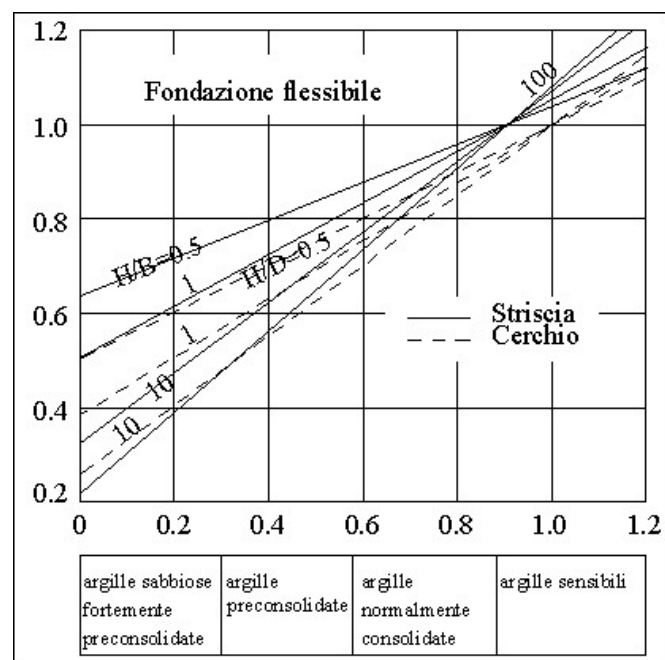
dal grafico riportato di seguito.

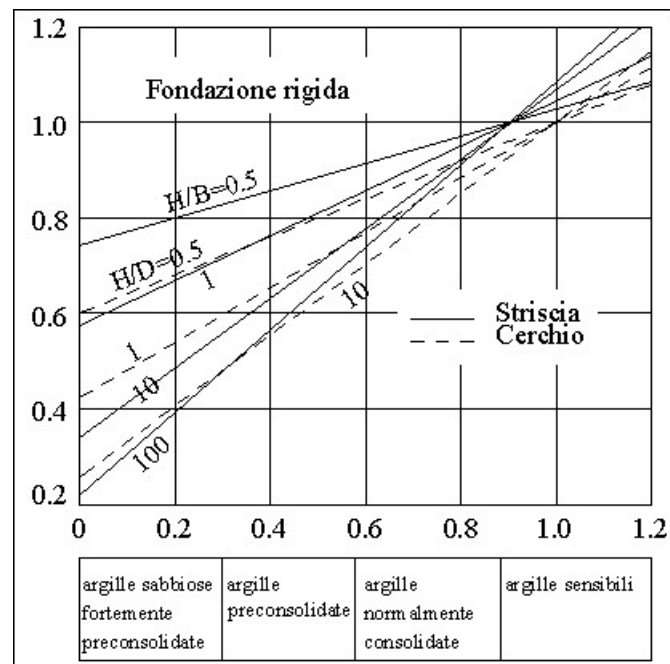
La precedente relazione per il calcolo di W_c è applicabile ad uno strato omogeneo di spessore H ; nei casi reali di terreno stratificato la precedente non è applicabile, ma assumendo valida l'ipotesi di Steinbrenner si può porre il cedimento nella forma:

$$W_c = \sum_{i=1}^n \beta(A_i, z_i + \Delta_i, B, L) Wed(z_i + \Delta_i) - \beta(A_i, z_i, B, L) Wed(z_i)$$

dove:

A_i	coefficiente di Skempton dello strato i^{mo}
z_i	quota superiore dello strato in considerazione
Δ_i	spessore dello strato
$Wed(z_i)$	cedimento di uno strato ideale di spessore z_i e modulo edometrico $E_{ed,i-1}$
$Wed(z_i + \Delta_i)$	cedimento di uno strato ideale di spessore $z_i + \Delta_i$ e modulo edometrico $E_{ed,i}$
β	è letto dai diagrammi assumendo come spessore dello strato z_i ovvero $z_i + \Delta_i$





Risultati dell'analisi

Platea 1-1

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B 9.55 m
Lunghezza L 11.07 m
Eccentricità eb 0.57 m
Eccentricità el 0.31 m
Forza Fv 68236 kg
Forza Fh 29284 kg

Parametri geotecnici

D	ε	ω	ϕ	c	G	γ_1	γ
m	°	°	°	kg/cmq	kg/cmq	t/mc	t/mc
300.00	0.00	0.00	30.00	0.00	14.28	1.70	1.90

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni B=8.41 m ed L=10.44 m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

N_q	N_c	N_{γ}
18.401	30.140	22.400
α_q	α_c	α_{γ}
1.000	1.000	1.000
β_q	β_c	β_{γ}
1.000	1.000	1.000
ξ_q	ξ_c	ξ_{γ}
0.418	0.385	0.239
ψ_q	ψ_c	ψ_{γ}
0.102	0.018	0.102
ζ_q	ζ_c	ζ_{γ}
1.465	1.491	0.678
zq	zc	zg
1.000	1.000	1.000

N'_q	N'_c	N'_γ
1.151	0.304	0.370

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Indice di rigidezza critico Ir_{crit}	81.075
Indice di rigidezza Ir	0.478
Azione verticale sollecitante V	68236 kg
Azione orizzontale sollecitante H	29284 kg
Eccentricità lungo B e_b	0.57 m
Eccentricità lungo L e_l	0.31 m
Carico limite verticale di calcolo Q_{lim}	59.01 kg/cmq
Carico limite verticale di progetto Q_d	25.66 kg/cmq
Coefficiente di sicurezza γ_v	2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim}	39396 kg
Carico limite orizzontale di progetto H_d	35815 kg
Coefficiente di sicurezza γ_h	1.100
$V=68236 \text{ kg} \leq V_d=22522355 \text{ kg}$	VERIFICATO
$H=29284 \text{ kg} \leq H_d=35815 \text{ kg}$	VERIFICATO

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

N°	H	A	NC	Eed	P-E	γ
	m			kg/cmq		t/mc
1	1.00	0.6	Si	30.00	----	1.70
2	15.00	0.7	Si	50.00	----	1.90

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Profondità fondazione D_f	300.00 m
Carico netto q_{eff}	0.00 kg/cmq
Valore medio di β	1.000
Cedimento edometrico W_{ed}	0 mm
Cedimento di consolidazione W_c	0 mm
Cedimento Immediato W_0	0 mm
Cedimento totale W_t	0 mm

Platea 1-2

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B	9.55 m
Lunghezza L	11.07 m
Eccentricità e_b	0.45 m
Eccentricità e_l	0.38 m
Forza F_v	81485 kg
Forza F_h	31016 kg

Parametri geotecnici

D	ε	ω	ϕ	c	G	γ_1	γ
m	°	°	°	kg/cmq	kg/cmq	t/mc	t/mc
300.00	0.00	0.00	30.00	0.00	14.28	1.70	1.90

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni $B=8.66 \text{ m}$ ed $L=10.32 \text{ m}$. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

N_q	N_c	N_γ
18.401	30.140	22.400
α_q	α_c	α_γ
1.000	1.000	1.000
β_q	β_c	β_γ
1.000	1.000	1.000
ξ_q	ξ_c	ξ_γ
0.477	0.447	0.296
ψ_q	ψ_c	ψ_γ
0.103	0.019	0.103
ζ_q	ζ_c	ζ_γ
1.485	1.512	0.664
z_q	z_c	z_γ
1.000	1.000	1.000
N'_q	N'_c	N'_γ
1.347	0.385	0.454

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Indice di rigidezza critico Ir_{crit}	78.925
Indice di rigidezza Ir	0.477
Azione verticale sollecitante V	81485 kg
Azione orizzontale sollecitante H	31016 kg
Eccentricità lungo B e_b	0.45 m
Eccentricità lungo L e_l	0.38 m
Carico limite verticale di calcolo Q_{lim}	69.07 kg/cmq
Carico limite verticale di progetto Q_d	30.03 kg/cmq
Coefficiente di sicurezza γ_v	2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim}	47045 kg
Carico limite orizzontale di progetto H_d	42768 kg
Coefficiente di sicurezza γ_h	1.100
$V=81485 \text{ kg} \leq V_d=26822413 \text{ kg}$	VERIFICATO
$H=31016 \text{ kg} \leq H_d=42768 \text{ kg}$	VERIFICATO

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

N°	H	A	NC	Eed	P-E	γ
	m			kg/cmq		t/mc
1	1.00	0.6	Si	30.00	----	1.70
2	15.00	0.7	Si	50.00	----	1.90

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Profondità fondazione D_f	300.00 m
Carico netto q_{eff}	0.00 kg/cmq
Valore medio di β	1.000
Cedimento edometrico W_{ed}	0 mm
Cedimento di consolidazione W_c	0 mm
Cedimento Immediato W_0	0 mm
Cedimento totale W_t	0 mm

Platea 1-(3+4)-I-1

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B	9.55 m
Lunghezza L	11.07 m
Eccentricità eb	0.42 m
Eccentricità el	0.35 m
Forza Fv	57682 kg
Forza Fh	20267 kg

Parametri geotecnici

D	ε	ω	ϕ	c	G	γ_1	γ
m	°	°	°	kg/cmq	kg/cmq	t/mc	t/mc
300.00	0.00	0.00	30.00	0.00	14.28	1.70	1.90

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni B=8.71 m ed L=10.36 m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

N_q	N_c	N_γ
18.401	30.140	22.400
α_q	α_c	α_γ
1.000	1.000	1.000
β_q	β_c	β_γ
1.000	1.000	1.000
ξ_{sq}	ξ_{sc}	$\xi_{s\gamma}$
0.513	0.485	0.333
ψ_q	ψ_c	ψ_γ
0.103	0.019	0.103
ζ_q	ζ_c	ζ_γ
1.485	1.513	0.664
zq	zc	zg
1.000	1.000	0.984
N'_q	N'_c	N'_γ
1.448	0.418	0.503

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Coeff. sismico Kh	0.020
Indice di rigidità critico Ir_{crit}	78.854
Indice di rigidità Ir	0.477
Azione verticale sollecitante V	57682 kg
Azione orizzontale sollecitante H	20267 kg
Eccentricità lungo B eb	0.42 m
Eccentricità lungo L el	0.35 m
Carico limite verticale di calcolo Q_{lim}	74.26 kg/cmq
Carico limite verticale di progetto Qd	32.29 kg/cmq
Coefficiente di sicurezza γ_v	2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim}	33303 kg
Carico limite orizzontale di progetto Hd	30275 kg
Coefficiente di sicurezza γ_h	1.100
V=57682 kg \leq Vd=29143096 kg	VERIFICATO
H=20267 kg \leq Hd=30275 kg	VERIFICATO

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

N°	H	A	NC	Eed	P-E	γ
	m			kg/cmq		t/mc
1	1.00	0.6	Si	30.00	----	1.70
2	15.00	0.7	Si	50.00	----	1.90

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Profondità fondazione Df	300.00 m
Carico netto q_{eff}	0.00 kg/cmq
Valore medio di β	1.000
Cedimento edometrico Wed	0 mm
Cedimento di consolidazione Wc	0 mm
Cedimento Immediato W0	0 mm
Cedimento totale Wt	0 mm

Platea 1-(3+4)-I-3

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B	9.55 m
Lunghezza L	11.07 m
Eccentricità eb	0.50 m
Eccentricità el	0.34 m
Forza Fv	57335 kg
Forza Fh	21324 kg

Parametri geotecnici

D	ε	ω	ϕ	c	G	γ_1	γ
m	°	°	°	kg/cm ²	kg/cm ²	t/mc	t/mc
300.00	0.00	0.00	30.00	0.00	14.28	1.70	1.90

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni B=8.55 m ed L=10.38 m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

N_q	N_c	N_γ
18.401	30.140	22.400
α_q	α_c	α_γ
1.000	1.000	1.000
β_q	β_c	β_γ
1.000	1.000	1.000
ξ_q	ξ_c	ξ_γ
0.487	0.457	0.306
ψ_q	ψ_c	ψ_γ
0.103	0.018	0.103
ζ_q	ζ_c	ζ_γ
1.475	1.503	0.671
zq	zc	zg
1.000	1.000	0.984
N'_q	N'_c	N'_γ
1.357	0.378	0.464

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Coeff. sismico Kh	0.020
Indice di rigidezza critico $I_{r_{crit}}$	79.923
Indice di rigidezza Ir	0.478
Azione verticale sollecitante V	57335 kg
Azione orizzontale sollecitante H	21324 kg
Eccentricità lungo B eb	0.50 m
Eccentricità lungo L el	0.34 m
Carico limite verticale di calcolo Q_{lim}	69.59 kg/cm ²
Carico limite verticale di progetto Qd	30.26 kg/cm ²
Coefficiente di sicurezza γ_v	2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim}	33102 kg
--	----------

Carico limite orizzontale di progetto Hd 30093 kg
 Coefficiente di sicurezza γ_h 1.100
 $V=57335 \text{ kg} \leq V_d=26854401 \text{ kg}$ **VERIFICATO**
 $H=21324 \text{ kg} \leq H_d=30093 \text{ kg}$ **VERIFICATO**

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

N°	H	A	NC	Eed	P-E	γ
	m			kg/cm ²		t/mc
1	1.00	0.6	Si	30.00	----	1.70
2	15.00	0.7	Si	50.00	----	1.90

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Profondità fondazione Df 300.00 m
 Carico netto q_{eff} 0.00 kg/cm²
 Valore medio di β 1.000
 Cedimento edometrico W_{ed} 0 mm
 Cedimento di consolidazione W_c 0 mm
 Cedimento Immediato W₀ 0 mm
 Cedimento totale W_t 0 mm

Platea 1-(3+4)-II-1

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B 9.55 m
 Lunghezza L 11.07 m
 Eccentricità eb 0.48 m
 Eccentricità el 0.36 m
 Forza F_v 57427 kg
 Forza F_h 20949 kg

Parametri geotecnici

D	ε	ω	ϕ	c	G	γ_1	γ
m	°	°	°	kg/cm ²	kg/cm ²	t/mc	t/mc
300.00	0.00	0.00	30.00	0.00	14.28	1.70	1.90

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni B=8.59 m ed L=10.34 m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

N_q	N_c	N_γ
18.401	30.140	22.400
α_q	α_c	α_γ
1.000	1.000	1.000
β_q	β_c	β_γ
1.000	1.000	1.000
ξ_{sq}	ξ_{sc}	$\xi_{s\gamma}$
0.496	0.467	0.315
ψ_{sq}	ψ_{sc}	$\psi_{s\gamma}$
0.103	0.019	0.103
ζ_{sq}	ζ_{sc}	$\zeta_{s\gamma}$
1.480	1.507	0.668
z_q	z_c	z_γ
1.000	1.000	0.984
N'_q	N'_c	N'_γ

1.390	0.394	0.478
-------	-------	-------

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Coeff. sismico K_h	0.020
Indice di rigidezza critico $I_{r_{crit}}$	79.456
Indice di rigidezza I_r	0.477
Azione verticale sollecitante V	57427 kg
Azione orizzontale sollecitante H	20949 kg
Eccentricità lungo B e_b	0.48 m
Eccentricità lungo L e_l	0.36 m
Carico limite verticale di calcolo Q_{lim}	71.28 kg/cmq
Carico limite verticale di progetto Q_d	30.99 kg/cmq
Coefficiente di sicurezza γ_v	2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim}	33156 kg
Carico limite orizzontale di progetto H_d	30141 kg
Coefficiente di sicurezza γ_h	1.100
$V=57427 \text{ kg} \leq V_d=27539971 \text{ kg}$	VERIFICATO
$H=20949 \text{ kg} \leq H_d=30141 \text{ kg}$	VERIFICATO

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

N°	H	A	NC	Eed	P-E	γ
	m			kg/cmq		t/mc
1	1.00	0.6	Si	30.00	----	1.70
2	15.00	0.7	Si	50.00	----	1.90

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Profondità fondazione D_f	300.00 m
Carico netto q_{eff}	0.00 kg/cmq
Valore medio di β	1.000
Cedimento edometrico W_{ed}	0 mm
Cedimento di consolidazione W_c	0 mm
Cedimento Immediato W_0	0 mm
Cedimento totale W_t	0 mm

Platea 1-(3+4)-II-2

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B	9.55 m
Lunghezza L	11.07 m
Eccentricità e_b	0.44 m
Eccentricità e_l	0.33 m
Forza F_v	57589 kg
Forza F_h	20630 kg

Parametri geotecnici

D	ε	ω	ϕ	c	G	γ_1	γ
m	°	°	°	kg/cmq	kg/cmq	t/mc	t/mc
300.00	0.00	0.00	30.00	0.00	14.28	1.70	1.90

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni $B=8.67 \text{ m}$ ed $L=10.40 \text{ m}$. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

N_q	N_c	N_γ
18.401	30.140	22.400
α_q	α_c	α_γ
1.000	1.000	1.000
β_q	β_c	β_γ
1.000	1.000	1.000
ξ_q	ξ_c	ξ_γ
0.504	0.475	0.323
ψ_q	ψ_c	ψ_γ
0.103	0.019	0.103
ζ_q	ζ_c	ζ_γ
1.481	1.509	0.667
z_q	z_c	z_γ
1.000	1.000	0.984
N'_q	N'_c	N'_γ
1.415	0.403	0.490

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Coeff. sismico K_h	0.020
Indice di rigidezza critico $I_{r_{crit}}$	79.316
Indice di rigidezza I_r	0.477
Azione verticale sollecitante V	57589 kg
Azione orizzontale sollecitante H	20630 kg
Eccentricità lungo B e_b	0.44 m
Eccentricità lungo L e_l	0.33 m
Carico limite verticale di calcolo Q_{lim}	72.57 kg/cmq
Carico limite verticale di progetto Q_d	31.55 kg/cmq
Coefficiente di sicurezza γ_v	2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim}	33249 kg
Carico limite orizzontale di progetto H_d	30227 kg
Coefficiente di sicurezza γ_h	1.100
$V=57589 \text{ kg} \leq V_d=28452631 \text{ kg}$	VERIFICATO
$H=20630 \text{ kg} \leq H_d=30227 \text{ kg}$	VERIFICATO

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

N°	H	A	NC	Eed	P-E	γ
	m			kg/cmq		t/mc
1	1.00	0.6	Si	30.00	----	1.70
2	15.00	0.7	Si	50.00	----	1.90

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

Profondità fondazione D_f	300.00 m
Carico netto q_{eff}	0.00 kg/cmq
Valore medio di β	1.000
Cedimento edometrico W_{ed}	0 mm
Cedimento di consolidazione W_c	0 mm
Cedimento Immediato W_0	0 mm
Cedimento totale W_t	0 mm

Riepilogo risultati del calcolo

Elm.	Combinazione	V	Vd	CsV (>2.30)	H	Hd	CsH (>1.10)	Qd	qe	W
		kg	kg		kg	kg		kg/cmq	kg/cmq	mm

Elm.	Combinazione	V	Vd	CsV (>2.30)	H	Hd	CsH (>1.10)	Qd	qe	W
1	1	68236	22522355	>100	29284	35815	1.35	25.66	0.00	0
	2	81485	26822413	>100	31016	42768	1.52	30.03	0.00	0
	(3+4)-I-1	57682	29143096	>100	20267	30275	1.64	32.29	0.00	0
	(3+4)-I-3	57335	26854401	>100	21324	30093	1.55	30.26	0.00	0
	(3+4)-II-1	57427	27539971	>100	20949	30141	1.58	30.99	0.00	0
	(3+4)-II-2	57589	28452631	>100	20630	30227	1.61	31.55	0.00	0
Minimi coeff. sic.										
1	2			>100						
1	1						1.35			

Wmax=0 mm

Wmin=0 mm

Verifica a scorrimento globale delle fondazione

Combinazione Combinazione di verifica

N Sforzo normale

Hd Azione orizzontale depurata dalle azioni assorbite da pali e plinti su pali

R Resistenza allo scorrimento $R=A*c+N*tg(\phi)$

CS R/Hd

CSd Coefficiente di sicurezza di progetto

Area delle strutture di fondazione a contatto con il terreno **A=23.3440 m²**

Combinazione	N	Hd	R	CS.	CSd	ver
	kg	kg	kg			
1	68236	29284	39396	1.35	1.10	Si
2	81485	31016	47045	1.52	1.10	Si
(3+4)-I-1	57682	20267	33303	1.64	1.10	Si
(3+4)-I-3	57335	21324	33102	1.55	1.10	Si
(3+4)-II-1	57427	20949	33156	1.58	1.10	Si
(3+4)-II-2	57589	20630	33249	1.61	1.10	Si