

<u>1</u>	<u>Relazione Generale sull'Intervento</u>	<u>2</u>
<u>2</u>	<u>Determinazione dei parametri geotecnici</u>	<u>2</u>
<u>3</u>	<u>Normativa di riferimento</u>	<u>3</u>
<u>4</u>	<u>Relazione sui materiali</u>	<u>3</u>
<u>5</u>	<u>Verifiche statiche</u>	<u>4</u>
<u>5.1</u>	<u>Formule di calcolo delle azioni</u>	<u>4</u>
<u>5.1.1</u>	<u>Spinta attiva del terreno</u>	<u>4</u>
<u>5.1.2</u>	<u>Spinta dovuta al sovraccarico</u>	<u>5</u>
<u>5.1.3</u>	<u>Controspinta dovuta alla coesione "attiva"</u>	<u>5</u>
<u>5.1.4</u>	<u>Spinta passiva del terreno</u>	<u>5</u>
<u>5.1.5</u>	<u>Controspinta dovuta alla coesione "passiva"</u>	<u>6</u>
<u>5.2</u>	<u>Schemi delle azioni</u>	<u>6</u>
<u>5.3</u>	<u>Verifica berlinese</u>	<u>7</u>
	<u>Lunghezza d'infissione e sollecitazioni di calcolo</u>	<u>7</u>
	<u>Verifica dei micropali in acciaio</u>	<u>7</u>

1 Relazione Generale sull'Intervento

Nell'ambito del progetto di riqualificazione edilizia del complesso "il Casone" in località Iolo provincia di Prato (Contratto di Quartiere "Iolo-Garduna"), è prevista la realizzazione di un parcheggio sotterraneo ad un pino. Per la realizzazione di questo parcheggio è necessaria la realizzazione di una paratia di contenimento dello scavo, in quanto lo sbancamento è realizzato fino al confine di proprietà sul quale si trovano modeste costruzioni ad un piano di altezza. L'opera di contenimento ha caratteristiche di provvisorietà in quanto il progetto del parcheggio prevede la realizzazione di un muro in c.a. in adiacenza alla paratia stessa, in grado di assorbire autonomamente la spina del terreno. La tipologia di paratia scelta è quella di berlinese di micropali a sbalzo.

2 Determinazione dei parametri geotecnici

Dal punto di vista geotecnico, a seguito di incarico al geologo Beggiato Giancarlo il quale ha realizzato una indagine geognostica che ha compreso, tra l'altro, una prova penetrometrica statica CPT e una dinamica DPSH, in prossimità dell'area interessata dalla futura costruzione. Dalla relazione suddetta si ricava che lo scavo dell'area profondo 3.05 m rispetto all'attuale piano di campagna, andrà ad interessare livelli stratigrafici costituiti da sedimenti fini consolidati con R_p variabile da 10 a 40 kg/cm².

I risultati delle prove geognostiche sono sintetizzabili nei seguenti parametri geotecnici:

La coesione non drenata C_u , per terreni coesivi, anche parzialmente; si mantiene mediamente intorno a c.a 0.7 Kg/cm² fino a -6m; scende poi su valori ridotti (\approx 0.4kg/cm²) fra -6 e -7 m per risalire a 0.7 Kg/cm² da -7 a -9m.

Per quanto riguarda la presenza d'acqua, dalle misurazioni effettuate all'interno dei fori dei sondaggi, si è evidenziato una falda che permea gli strati grossolani a quota -9 m e pertanto non interferisce con l'esecuzione della berlinese.

Nella presente relazione di calcolo, per la verifica della paratia si è assunto uno strato unico omogeneo con caratteristiche geotecniche medie:

α Inclinazione del terrapieno : $\alpha = 0.00^\circ$

- Peso specifico del terreno $\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\varphi = 28^\circ$
- Angolo di attrito terreno-berlinese $= 0.00^\circ$

Per quanto riguarda la coesione non drenata C_u è stato scelto prudenzialmente un valore 0.1 kg/cm^2 anche per tenere conto della diminuzione delle pressioni negative interstiziali che inevitabilmente hanno luogo dopo il completamento dello scavo.

3 Normativa di riferimento

Legge 5.11.1971, n 1086 – Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

D.M. LL. PP. 9.1.1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per strutture metalliche.

Legge 2.2.1974, n° 64 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (con relativa circolare n° 65 del 10.4.1998).

D. M. 16.1.1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (con relativa circolare n° 65 del 10.4.1997).

D. M. 11.3.1998 – 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (con relativa circolare n° 30483 del 24.9.1988).

4 Relazione sui materiali

Per la realizzazione della struttura di sostegno saranno utilizzati i seguenti materiali:

- Calcestruzzo classe Rck 250
 $\gamma_{adm} = 97.5 \text{ g/cm}^3$; $\gamma_o = 6.0 \text{ g/cm}^2$
- Acciaio FeB44k controllato
- Acciaio Fe510b
 Tensione di snervamento $> 5100 \text{ Kg/cm}^2$
 Tensione ammissibile 2100 kg/cm^2

5 Verifiche statiche

Di seguito si riporta la verifica della lunghezza d'infissione della berlinese, e la verifica di resistenza dell'armatura del micropalo.

Il calcolo delle profondità d'infissione della berlinese è condotto mediante l'equilibrio limite della paratia considerata come infinitamente rigida. La lunghezza di infissione è stata calcolata adottando un coefficiente di sicurezza per la spinta passiva pari a 1.5, e un incremento della lunghezza ottenuta del 30%. Per il calcolo della lunghezza di infissione si è utilizzato il programma "Paratie" di Paolo Aquila (Ed. Falaccovio) del quale si riportano successivamente i risultati ottenuti ai vari schemi di paratia studiati.

5.1 Formule di calcolo delle azioni

Di seguito si riportano le formule per il calcolo delle azioni schematizzate nel paragrafo precedente.

5.1.1 Spinta attiva del terreno

$$S_a = \frac{1}{2} \cdot k_A \cdot \gamma \cdot h^2$$

essendo

$$k_A = \frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} + \sqrt{\frac{\sin(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha - \delta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'}}^2}$$

k_A = coefficiente di spinta attiva del terreno

γ = peso specifico del terreno

h = altezza del terreno

α = angolo di attrito interno del terreno

δ = angolo di attrito terra-paratia (assunto pari a 0)

β = inclinazione del piano campagna sull'orizzontale (assunto pari a 0)

α' = inclinazione del paramento rispetto all'orizzontale (=90°)

Laddove il terreno si trova sotto falda si considera ovviamente una spinta del terreno pari a:

$$S_a = \frac{1}{2} \cdot k_A \cdot \gamma \cdot h^2$$

essendo

γ = peso specifico del terreno immerso

5.1.2 Spinta dovuta al sovraccarico

$$S_q = k_A \cdot q \cdot h$$

essendo

k_A = coefficiente di spinta attiva del terreno

q = sovraccarico

h = altezza del terreno

5.1.3 Controspinta dovuta alla coesione "attiva"

$$S_{ca} = \gamma \cdot c \cdot \sqrt{k_A} \cdot h$$

essendo

c = coesione del terreno

k_A = coefficiente di spinta attiva del terreno

h = altezza del terreno

Nel calcolo deve essere considerato che l'azione combinata tra spinta attiva del terreno+ effetto del sovraccarico+effetto della coesione non produca stati di depressione nell'interfaccia tra paratia e terreno ovviamente non verificabili realmente.

5.1.4 Spinta passiva del terreno

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot k_p \cdot \gamma \cdot h^2$$

essendo

$$k_p = \frac{\gamma \cdot \sin^2(\alpha - \phi)}{\gamma \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \phi) \cdot \sqrt{\frac{\sin(\alpha - \phi) \cdot \sin(\alpha + \phi)}{\sin(\alpha - \phi) \cdot \sin(\alpha + \phi)}}}$$

k_p = coefficiente di spinta passiva del terreno

γ = peso specifico del terreno

h = altezza del terreno

φ = angolo di attrito interno del terreno

δ = angolo di attrito terra-paratia (assunto pari a 0)

α = inclinazione del piano campagna sull'orizzontale (assunto pari a 0)

β = inclinazione del paramento rispetto all'orizzontale (=90°)

Laddove il terreno si trova sotto falda si considera ovviamente una spinta del terreno pari a:

$$Sp = \frac{1}{2} \cdot k_p \cdot \gamma \cdot h^2$$

essendo

γ = peso specifico del terreno immerso

5.1.5 Controspinta dovuta alla coesione "passiva"

$$Scp = 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_p} \cdot h$$

essendo

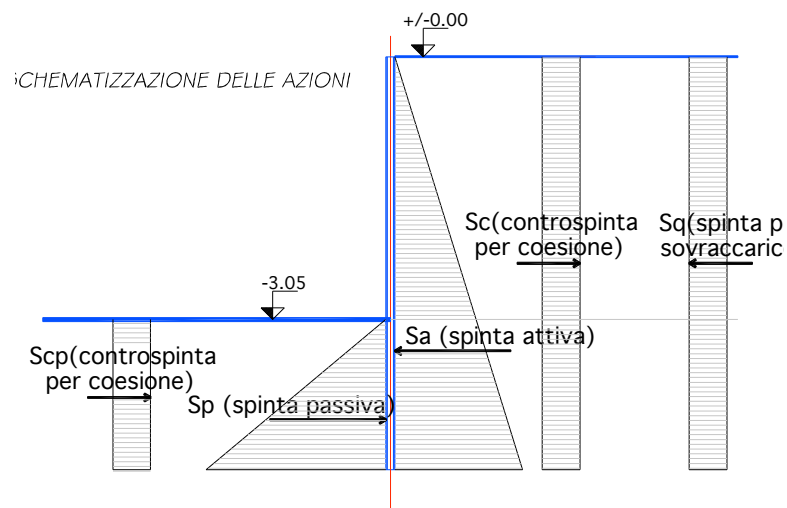
c = coesione del terreno

k_p = coefficiente di spinta attiva del terreno

h = altezza del terreno

5.2 Schemi delle azioni

Per le diverse tipologie geometriche di paratia si riportano di seguito gli schemi delle azioni sollecitanti e resistenti.



5.3 Verifica berlinese

Il dimensionamento della paratia è fatto nella condizione di paratia a sbalzo e fondo scavo a quota -3.45 m, inoltre è considerato un sovraccarico sul terrapieno a monte della paratia di 0.2 kg/cm^2 che rappresenta l'azione (diffusa) degli edifici adiacenti allo scavo.

Lunghezza d'infissione e sollecitazioni di calcolo

Il dimensionamento è effettuato incrementando la lunghezza minima di infissione del 30% ed adottando un coefficiente di sicurezza sulla spinta passiva pari a 1.5.

Dal programma "Paratie" si ottiene:

- Altezza paratia minima = 7.92 m
- Momento massimo = 8090 kgm/m

Per controllo si procede con il calcolo manuale della lunghezza minima di infissione. Chiamando x la parte infissa al disotto del fondo scavo si ottengono le seguenti grandezze:

$$S_a = \frac{(x + 3.13)^2}{2} \cdot 1.9 \cdot K_a = 3.14 + 2.00x + 0.32 x^2 \quad \text{spinta attiva del terreno a monte}$$

$$S_p = \frac{(x)^2}{2} \cdot 1.9 \cdot K_p = 1.9 x^2 \quad \text{spinta passiva a valle del terreno}$$

$$S_{cp} = 2Cu \cdot \sqrt{K_p} x = 2.12 x \quad \text{spinta passiva per la coesione}$$

Il punto di nullo delle pressioni attive per effetto della coesione si abbassa di 0.32 m.

Imponendo l'equilibrio alla rotazione alla base della paratia si ottiene la seguente equazione di terzo grado:

$0.52x^3 + 0.046x^2 - 3.15x - 3.29 = 0$ che ammette soluzione reale $x = 3.0$ m e quindi una lunghezza totale $L = (1.3 \times 3) + 3.45 = 7.35$ m

Si adotterà a favore di sicurezza una lunghezza totale della paratia di 7.95 m.

Verifica dei micropali in acciaio

Per la paratia tipo 1 sono previsti micropali in acciaio $\square 160$ mm sp. 10 mm posti ad interasse 40cm. Per ogni micropalo le sollecitazioni di calcolo valgono:

- $M = 8090/2.5 = 3236$ kgm

Caratteristiche del micropalo:

- Area $A = 47.1 \text{ cm}^2$
- Modulo di resistenza $W = 166 \text{ cm}^3$

La tensione massima sul micropalo in acciaio vale:

$$\sigma_{max} = \frac{M_x}{W_x} = 1951 \text{ kg} / \text{cm}^2.$$