



COMUNE DI LUOGOSANO

Provincia di Avellino

Miglioramento delle caratteristiche di stabilità
e di sicurezza delle località Sorriente–Molara

Progetto esecutivo

TAVOLA

A.1.4

A – ELABORATI E RELAZIONI

- Relazione di calcolo: gabbionate,
terre armate, pali

Scala di rappr.:

Il Sindaco

Il R.U.P.

Dr. Michele Di Napoli

Arch. Franco Archidiacono

I Tecnici

Ing. Angelo Grieci

Geol. Gerardo Cipriano

Progetto: Miglioramento delle caratteristiche di stabilità e di sicurezza delle località Sorriento e Molara (AV)
FONDAZIONI GABBIONATE
Ditta: COMUNE DI LUOGOSANO (AV)
Comune: COMUNE DI LUOGOSANO (AV)
Progettista: Geol. Gerardo Cipriano – Ing. Angelo Grieci
Direttore dei Lavori: Geol. Gerardo Cipriano – Ing. Angelo Grieci
Impresa:

Relazione Generale

La seguente Relazione Generale riporta i dati generali che caratterizzano le opere di sostegno del progetto in esame, la collocazione in ambito nazionale e le caratteristiche generali del sito di ubicazione.

I livelli di sicurezza e le prestazioni attese dalle opere in esame vengono sintetizzate, tramite le specifiche caratteristiche riportate al rispettivo paragrafo.

Vengono anche riportate le indicazioni riguardo la tipologia e le caratteristiche dei materiali con cui le opere sono realizzate e tutte le azioni agenti sulle stesse.

Descrizione Generale del Progetto

Il seguente progetto prevede la verifica, il calcolo e il disegno di un muro di sostegno, del tipo a Gabbioni fondato su una platea su pali in C.A., ubicato alla località “Molara e Sorriento” nel comune di Luogosano in provincia di Avellino.

I Muri a gravità, in pietrame o in calcestruzzo, sono opere la cui stabilità è affidata esclusivamente al solo peso proprio del muro stesso.

I Muri a gabbioni sono una particolare tipologia di Muri a Gravità, realizzati con struttura modulare, mediante l'assemblaggio di elementi parallelepipedi in rete metallica (gabbioni), riempiti con materiale di grossa pezzatura (ad esempio pietrame) e disposti su più strati.

La gabbionata è stata poggiata su una platea di calcestruzzo armato fondata su pali del diametro di 80 cm e della lunghezza di 15 metri.

Livelli di sicurezza e prestazioni attese

Le opere e le componenti strutturali sono progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo da consentire la prevista utilizzazione, per tutta la vita utile di progetto ed in forma economicamente sostenibile in base al livello di sicurezza previsto dalle norme.

La sicurezza di un'opera e le sue prestazioni devono essere valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la vita di progetto (successivamente definita Vita Nominale).

Per Stato Limite si intende, in generale, quella determinata situazione, superata la quale, l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

Si parla, dunque, di condizioni che dovranno essere soddisfatte per scongiurare la crisi ultima (sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi) ed anche di condizioni, legate all'uso quotidiano della struttura stessa, per "rimanere adatta all'uso" (sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio).

Inoltre è necessario garantire i criteri di robustezza nei confronti delle azioni eccezionali, che si traduce nella capacità di evitare danni sproporzionati in funzione delle cause innescanti (incendi, esplosioni, urti). L'opera deve essere, quindi, capace di subire danneggiamenti localizzati, a seguito dell'incombere delle suddette azioni, senza che ne venga compromessa la stabilità globale, ovvero senza che possa incorrere il collasso globale.

Per poter definire i suddetti livelli di sicurezza attesi dall'opera è necessario definire, nella fase preliminare del progetto, la relativa Classe d'Uso.

Le opere in esame risultano essere di Classe III, definite in funzione delle possibili conseguenze di una interruzione di operatività, o eventuale collasso. Inoltre, in base al numero di anni nel quale dette opere devono poter essere utilizzate, per lo scopo al quale sono state destinate, purché soggette a manutenzione, si definisce una Vita Nominale pari a 75 anni.

Caratteristiche del Sito

Il sito, ove è ubicato il progetto delle opere da realizzare, viene caratterizzato sulla base di una macrozonazione del territorio nazionale, in funzione della tipologia delle azioni da considerare, che impegnano le strutture nella loro vita utile.

Con riferimento alla caratterizzazione topografica, ai fini della definizione delle azioni sismiche, in base alle caratteristiche orografiche del sito, esso è classificabile come appartenente alla Categoria Topografica T2. Inoltre, il sito di ubicazione dell'opera si sviluppa lungo un pendio.

Per le opere di sostegno, in generale, non è previsto il calcolo per neve e vento, pertanto l'unica azione ambientale da considerare è quella di tipo sismico, in base alla localizzazione del sito all'interno del reticolo di riferimento nazionale.

Di seguito vengono riportati i dati generali relativi alla caratterizzazione sismica del sito di pertinenza, e successivamente i parametri di calcolo sia dei materiali utilizzati per le opere di sostegno, che quelli del terreno interagente con esse.

Caratterizzazione sismica del sito

La Pericolosità sismica di base viene determinata partendo dalle coordinate geografiche del sito in esame, ovvero Latitudine e Longitudine, rispettivamente pari a 40.5231 e 15.0510, entrambe riportate in gradi decimali.

Latitudine	Longitudine
40.553409	15.204025
Classe dell'edificio	
III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi...	
Vita Nominale Struttura	75
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	113

Tale localizzazione all'interno del reticolo di riferimento, in cui è stato suddiviso l'intero territorio nazionale, è necessaria per determinare i valori dei parametri sismici fondamentali, che consentono di calcolare l'azione sismica di progetto, come prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

In definitiva, i parametri utili per la caratterizzazione sismica del sito in cui sorgono le opere di sostegno del presente progetto, vengono di seguito riportati in tabella:

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T*_c [s]
Operatività	68	0.094	2.338	0.312
Danno	114	0.122	2.326	0.328
Salvaguardia Vita	1073	0.343	2.318	0.407
Prevenzione Collasso	2203	0.443	2.318	0.426

Caratteristiche dei Materiali

I muri del presente progetto sono del tipo a Gabbioni, realizzati mediante la sovrapposizione di gabbioni in rete metallica a doppia torsione e riempiti con materiale di peso specifico pari a 2400 daN/m³ e con porosità del 20 %. La maglia della rete metallica ha dimensioni 8x10 ed è tessuta con filo di diametro pari a 2 mm.

Caratteristiche del Terreno

I parametri del terreno considerato per il presente progetto sono di seguito riportati e differenziati per terreno in elevazione e in fondazione.

Terreno Fondazione

Per la schematizzazione delle azioni nonché le condizioni e combinazioni di carico considerate, si rimanda ai capitoli della successiva Relazione di Calcolo.

Relazione Esecutiva

materiali strutturali, nonché le procedure di accettazione e controllo dei materiali in cantiere. Vengono altresì forniti i particolari esecutivi necessari alla corretta realizzazione dell'opera in esame.

Per poter garantire un buon comportamento meccanico del prodotto finito, che possa essere mantenuto nel tempo, è necessario assicurare una buona qualità dei materiali componenti, che deve essere costante durante tutte le fasi di produzione.

L'esecuzione dei Muri a Gabbioni, prevede la formazione e la sagomatura a scatola di ciascun gabbione (utilizzando le indicazioni delle case produttrici), l'assemblaggio dei gabbioni, il loro riempimento ed infine il rinverdimento.

Prima della messa in opera, ciascun gabbione deve essere aperto, appoggiandolo su un terreno stabile e in piano, quindi deve essere stirato, eliminando ogni grinza e controllando che le linee di piegatura siano nella corretta posizione, in modo da poter formare la scatola.

Aiutandosi con eventuale tavola di legno, per sollevare le facce laterali del gabbione, lungo le linee di piegatura, si devono sollevare gli sportellini laterali e fissare li spigoli superiori del gabbione, utilizzando delle cimose di filo predisposte nei singoli pannelli, in modo da assicurare l'allineamento dei bordi superiori dello scatolare.

Per realizzare lo scatolare, è necessario fissare gli sportellini, in uno o più punti, utilizzando il filo fornito insieme con il gabbione, oppure adoperando dei punti metallici, posati manualmente o mediante pistola pneumatica.

Infine, è necessario piegare il coperchio, per completare così la sagomatura del gabbione. La legatura tra gabbioni vicini può essere singola o doppia.

L'assemblaggio dei gabbioni, avviene accostando gli scatolari, per ciascuno strato, allineandoli e legandoli l'uno all'altro, prima di procedere al riempimento con pietrame.

I gabbioni vanno accostati fronte contro fronte o retro contro retro, in modo da facilitare l'operazione di riempimento degli stessi.

Dopo averli posizionati e legati l'uno all'altro, i gabbioni devono essere riempiti con materiale lapideo non gelivo, avente pezzatura non superiore a 25 cm e di dimensioni non inferiori al diametro della maglia. Le dimensioni ottimali sono comprese in un intervallo tra 7,5 e 20 cm.

Relazione di Calcolo

La presente Relazione di Calcolo è suddivisa nei seguenti capitoli:

Metodo di Calcolo Dati Input Verifiche Stato Limite Ultimo Verifiche Stato Limite di Esercizio

Preliminarmente vengono riportati tutti quei contenuti di carattere generale, utili per identificare la tipologia di approccio al calcolo delle strutture in esame, quali l'origine e le caratteristiche del codice di calcolo utilizzato, l'informativa sull'affidabilità del software e le indicazioni sulle norme di riferimento e sulle unità di misura utilizzate.

Nel capitolo Metodo di Calcolo vengono indicate le basi teoriche del metodo di calcolo adottato per la risoluzione del problema strutturale e le metodologie seguite per la verifica ed il progetto delle sezioni.

I dati di input degli elementi strutturali componenti il progetto in esame, vengono riportati in tabelle ed accompagnati da disegni esplicativi, per consentire una sufficiente leggibilità di tutte le opere di sostegno del progetto esecutivo.

Infine, nel capitolo dedicato alle Verifiche allo Stato Limite Ultimo, viene presentato l'esito del calcolo e delle verifiche effettuate per ciascun muro del presente progetto, sia con riferimento alle verifiche di tipo geotecnico (verifiche di stabilità delle opere di sostegno e del complesso operaterreno) e sia a quelle che riguardano la resistenza dell'opera in base alle caratteristiche dei materiali di cui è costituita.

Generalità

Origine e Caratteristiche del Codice di Calcolo

Normative 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

I tecnici

Geol. Gerardo Cipriano - Geol. Vito Antonio Miele

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

c coesione del terreno in fondazione;

- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
 γ peso di volume del terreno in fondazione;
 B larghezza della fondazione;
 D profondità del piano di posa;
 q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$i_\gamma = 0$ per $\phi = 0$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_p / \eta_p + Q_l / \eta_l - W_p$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_l / \eta_l + W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P(cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c N'_q N'_γ sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \text{integrale}_S \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \text{tg}\delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il

perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{\max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo K_e , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3×3) della palificata, K .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con p il vettore dei carichi e con u il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni

in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da Kh) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

Normativa

N.T.C. 2008

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{\tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	0,90	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,10	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1,00	1,60

Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00
---------------------------	-----------------	------	------

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

PALI DI FONDAZIONE**CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali****Pali trivellati**

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
γ_T		1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	0	$\xi_3=1,70$	$\xi_4=1,70$
------------------------------	---	--------------	--------------

Coeff. di combinazione	$\Psi_0=0,70$	$\Psi_1=0,50$	$\Psi_2=0,20$
------------------------	---------------	---------------	---------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni a gravità in gabbioni

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
 Bs base superiore del gradone espressa in [m]
 Bi base inferiore del gradone espressa in [m]
 Hg altezza del gradone espressa in [m]
 α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
 α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
3	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
4	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 4,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 0,40 [m]
 Lunghezza mensola fondazione di monte 0,00 [m]
 Lunghezza totale fondazione 3,40 [m]
 Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]
 Spessore fondazione 0,50 [m]
 Spessore magrone 0,10 [m]

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

2

Vincolo pali/fondazione

Cerniera

Tipo di portanza

Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N numero d'ordine della fila

X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]

nr. Numero di pali della fila

D diametro dei pali della fila espresso in [cm]

L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]

alfa inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]

ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,60	5	80,00	15,00	0,00	Centrati
2	2,40	4	80,00	15,00	0,00	Sfalsati

Materiali utilizzati per la struttura di fondazione

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	Rck 250
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	250,0 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	284604,99 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	FeB44K
Tensione ammissibile σ_{fa}	2600,0 [kg/cm ²]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4400,0 [kg/cm ²]

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	Rck 250
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	250 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	284604,99 [kg/cm ²]

Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	FeB44K
Tensione ammissibile σ_{fa}	2600,0 [kg/cm ²]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4400,0 [kg/cm ²]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	2,80	0,20	4,09
2	4,00	0,40	9,46
3	6,80	0,40	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	3,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/Pa)	Fi (°)	G (KN/m ³)	Gs (KN/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	39,06	26,78	20,20	22,20	0,00		Sabbia fine e limo
2	40,78	35	22,16	24,16	0,00		Conglomerato sciolto
3	31,28	22,17	20,88	22,88	0,00		Argilla siltosa grigio azzurra

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 3 STAB

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 4 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00

Spinta terreno	1,00	1.00	1,00
----------------	------	------	------

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Concentrato
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Hansen

Criterio di rottura del sistema terreno-palo
Pressione limite Brich-Hansen

Andamento pressione verticale
Geostatica

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.60
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.50

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali **Ordinarie**

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature **Sensibile**

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure **Circ. Min. 252 (15/10/1996)**

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.48 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.37 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	4,61
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
6	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
7	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,29
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,24
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	12290,61	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	12129,14	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	1985,73	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	9,30	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	42,96	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12129,14	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	26235,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	26235,73	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12129,14	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,22	[m]
Risultante in fondazione	28903,80	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,81	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	5685,83	[kgm]

Sollecitazioni paramento**Combinazione n° 1**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	1,83	27,44
3	0,40	1000,00	14,64	109,78
4	0,60	1500,00	49,40	247,00
5	0,80	2000,00	117,10	439,11
6	1,00	2500,00	228,70	686,11
7	1,00	2500,00	-1021,30	686,11
8	1,20	3500,00	-854,80	988,01
9	1,40	4500,00	-622,43	1344,79
10	1,60	5500,00	-313,22	1756,45
11	1,80	6500,00	83,81	2223,01
12	2,00	7500,00	579,64	2744,46
13	2,00	7500,00	579,64	2744,46
14	2,20	8500,00	1185,26	3320,95
15	2,40	9500,00	1911,93	3956,03
16	2,60	10500,00	2772,01	4655,80
17	2,80	11500,00	3778,56	5419,82
18	3,00	12500,00	4943,88	6243,23
19	3,00	12500,00	-1306,22	6241,34
20	3,20	14000,00	28,64	7116,10
21	3,40	15500,00	1543,72	8043,47
22	3,60	17000,00	3249,52	9023,17
23	3,80	18500,00	5156,46	10054,96
24	4,00	20000,00	7274,96	11138,70

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls
V _{wd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{cd}	V_{wd}
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0	5508	1000,00	28398	0
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	1000,00	28398	0
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	890,42	28398	0
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	393,14	28398	0
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	220,92	28398	0
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	141,44	28398	0
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	98,29	28398	0
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	72,08	28398	0
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	55,09	28398	0

Analisi dei pali

Combinazione n° 1

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	12129,1
Verticale	[kg]	26235,7
Momento	[kgm]	-5685,8

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,20849
Verticale	[cm]	0,03649
Rotazione	[°]	-0,01131

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	5	14088	13477	0	43657	0
2	4	47979	13477	0	43657	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{a,s}$	portanza ammissibile, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{a,c}$	portanza ammissibile, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.06	-1.48
2	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.17	-3.01

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{a,s}$	$P_{a,c}$	PT
1	110710	150219	242080	134638	134638	MEDI
1	110710	150219	242080	134638	134638	MINIMI
2	110710	150219	242080	134638	134638	MEDI
2	110710	150219	242080	134638	134638	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S ₁	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f xD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S ₁	N	τ _c
1	80,0	50,0	12566,4	14088	1,12
2	80,0	50,0	12566,4	47979	3,82

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 1

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	14088	13477	40,84	0	599539	39733	42,56
2	0,38	-4527	14537	8671	40,84	77585	249114	39733	17,14
3	0,75	-7779	14940	5807	40,84	72015	138312	39733	9,26
4	1,13	-9956	15298	3447	40,84	67755	104105	39733	6,81
5	1,50	-11249	15611	1548	40,84	66005	91596	39733	5,87
6	1,88	-11830	15878	60	40,84	65462	87864	39733	5,53
7	2,25	-11852	16101	-1071	40,84	65654	89188	39733	5,54
8	2,63	-11451	16278	-1896	40,84	66415	94412	39733	5,80
9	3,00	-10740	16410	-2467	40,84	67656	103374	39733	6,30
10	3,38	-9814	16496	-2832	40,84	69466	116759	39733	7,08
11	3,75	-8752	16537	-3034	40,84	71762	135592	39733	8,20
12	4,13	-7615	16533	-3113	40,84	74025	160728	39733	9,72
13	4,50	-6447	16484	-3103	40,84	76318	195130	39733	11,84
14	4,88	-5284	16390	-3032	40,84	77580	240644	39733	14,68
15	5,25	-4147	16250	-2924	40,84	76192	298562	39733	18,37
16	5,63	-3051	16037	-2489	40,84	69869	367310	39733	22,90
17	6,00	-2117	15719	-2038	40,84	59983	445316	39733	28,33
18	6,38	-1353	15349	-1605	40,84	46254	524720	39733	34,19
19	6,75	-751	14927	-1212	40,84	29328	582964	39733	39,05
20	7,13	-296	14454	-870	40,84	12156	592669	39733	41,00
21	7,50	30	13929	-584	40,84	1277	598817	39733	42,99

22	7,88	249	13352	-353	40,84	11045	593297	39733	44,44
23	8,25	381	12723	-175	40,84	17657	589560	39733	46,34
24	8,63	447	12042	-44	40,84	21788	587225	39733	48,76
25	9,00	463	11310	48	40,84	24004	585973	39733	51,81
26	9,38	445	10526	107	40,84	24780	585535	39733	55,63
27	9,75	406	9690	140	40,84	24510	585687	39733	60,44
28	10,13	353	8802	153	40,84	23523	586245	39733	66,60
29	10,50	296	7863	152	40,84	22090	587055	39733	74,67
30	10,88	239	6871	142	40,84	20440	587987	39733	85,57
31	11,25	186	5828	125	40,84	18774	588929	39733	101,05
32	11,63	139	4733	106	40,84	17303	589760	39733	124,60
33	12,00	99	3587	85	40,84	16334	590307	39733	164,58
34	12,38	67	2388	66	40,84	16615	590149	39733	247,11
35	12,75	43	1138	48	40,84	21975	587120	39733	515,91
36	13,13	25	-164	32	40,84	15795	-105013	20398	640,52
37	13,50	13	-1518	20	40,84	1256	-152185	20398	100,27
38	13,88	5	-2923	10	40,84	273	-155374	20398	53,15
39	14,25	1	-4381	4	40,84	49	-156102	20398	35,63
40	14,63	0	-5890	0	40,84	1	-156256	20398	26,53
41	15,00	0	-7451	0	40,84	0	-156260	20398	20,97

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	47979	13477	40,84	0	599539	39733	12,50
2	0,38	-4527	48405	8671	40,84	48161	514921	39733	10,64
3	0,75	-7779	48738	5807	40,84	65089	407816	39733	8,37
4	1,13	-9956	48980	3447	40,84	71509	351779	39733	7,18
5	1,50	-11249	49130	1548	40,84	74220	324147	39733	6,60
6	1,88	-11830	49188	60	40,84	75241	312844	39733	6,36
7	2,25	-11852	49154	-1071	40,84	75294	312258	39733	6,35
8	2,63	-11451	49028	-1896	40,84	74634	319560	39733	6,52
9	3,00	-10740	48811	-2467	40,84	73350	333367	39733	6,83
10	3,38	-9814	48501	-2832	40,84	71397	352834	39733	7,27
11	3,75	-8752	48100	-3034	40,84	68706	377585	39733	7,85
12	4,13	-7615	47607	-3113	40,84	65152	407337	39733	8,56
13	4,50	-6447	47023	-3103	40,84	60529	441469	39733	9,39
14	4,88	-5284	46346	-3032	40,84	54637	479243	39733	10,34
15	5,25	-4147	45577	-2924	40,84	47273	519561	39733	11,40
16	5,63	-3051	44661	-2489	40,84	38384	561960	39733	12,58
17	6,00	-2117	43530	-2038	40,84	28381	583499	39733	13,40
18	6,38	-1353	42295	-1605	40,84	18839	588892	39733	13,92
19	6,75	-751	40955	-1212	40,84	10881	593390	39733	14,49
20	7,13	-296	39509	-870	40,84	4480	597007	39733	15,11
21	7,50	30	37958	-584	40,84	469	599274	39733	15,79
22	7,88	249	36303	-353	40,84	4089	597228	39733	16,45
23	8,25	381	34542	-175	40,84	6573	595824	39733	17,25
24	8,63	447	32676	-44	40,84	8135	594941	39733	18,21
25	9,00	463	30705	48	40,84	8970	594470	39733	19,36
26	9,38	445	28629	107	40,84	9247	594313	39733	20,76

27	9,75	406	26448	140	40,84	9113	594389	39733	22,47
28	10,13	353	24162	153	40,84	8692	594627	39733	24,61
29	10,50	296	21771	152	40,84	8085	594969	39733	27,33
30	10,88	239	19275	142	40,84	7378	595369	39733	30,89
31	11,25	186	16674	125	40,84	6639	595787	39733	35,73
32	11,63	139	13968	106	40,84	5928	596189	39733	42,68
33	12,00	99	11156	85	40,84	5307	596540	39733	53,47
34	12,38	67	8240	66	40,84	4870	596787	39733	72,43
35	12,75	43	5218	48	40,84	4871	596786	39733	114,36
36	13,13	25	2092	32	40,84	7021	595571	39733	284,72
37	13,50	13	-1140	20	40,84	1658	-150880	20398	132,37
38	13,88	5	-4477	10	40,84	179	-155680	20398	34,78
39	14,25	1	-7918	4	40,84	27	-156172	20398	19,72
40	14,63	0	-11465	0	40,84	1	-156258	20398	13,63
41	15,00	0	-15117	0	40,84	0	-156260	20398	10,34

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	10642,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10550,91	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1391,83	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	7,51	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,18	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10550,91	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25641,83	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25641,83	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10550,91	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]
Risultante in fondazione	27727,69	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22,37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3915,74	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	1,58	23,65
3	0,40	1000,00	12,61	94,59
4	0,60	1500,00	42,57	212,83
5	0,80	2000,00	100,90	378,37
6	1,00	2500,00	197,07	591,20
7	1,00	2500,00	-1052,93	591,20
8	1,20	3500,00	-909,47	851,32
9	1,40	4500,00	-709,25	1158,75
10	1,60	5500,00	-442,82	1513,46
11	1,80	6500,00	-100,71	1915,48
12	2,00	7500,00	326,53	2364,79
13	2,00	7500,00	326,60	2366,18
14	2,20	8500,00	849,46	2872,33
15	2,40	9500,00	1479,32	3435,13
16	2,60	10500,00	2226,72	4046,60
17	2,80	11500,00	3101,03	4704,12
18	3,00	12500,00	4111,41	5407,37
19	3,00	12500,00	-2138,59	5407,27
20	3,20	14000,00	-983,05	6155,70
21	3,40	15500,00	326,69	6949,13
22	3,60	17000,00	1799,59	7787,36
23	3,80	18500,00	3444,60	8670,18
24	4,00	20000,00	5270,63	9597,48

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0	5508	1000,00	28398	0
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	1000,00	28398	0
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	890,42	28398	0
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	393,14	28398	0
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	220,92	28398	0
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	141,44	28398	0
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	98,29	28398	0
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	72,08	28398	0
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	55,09	28398	0

Analisi dei pali

Combinazione n° 2

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	10550,9
Verticale	[kg]	25641,8
Momento	[kgm]	-3915,7

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,18136
Verticale	[cm]	0,03494
Rotazione	[°]	-0,00969

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	5	15593	11723	0	43657	0
2	4	44614	11723	0	43657	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{a,s}$	portanza ammissibile, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{a,c}$	portanza ammissibile, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.06	-1.55
2	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.16	-2.86

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{a,s}$	$P_{a,c}$	PT
1	110710	150219	242080	78042	134638	MEDI
1	110710	150219	242080	78042	134638	MINIMI
2	110710	150219	242080	78042	134638	MEDI
2	110710	150219	242080	78042	134638	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _l	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f xD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cm ²]

Fila	D	H _f	S _l	N	τ _c
1	80,0	50,0	12566,4	15593	1,24
2	80,0	50,0	12566,4	44614	3,55

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 2

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	15593	11723	40,84	0	599539	39733	38,45
2	0,38	-3870	16040	7411	40,84	75304	312144	39733	19,46
3	0,75	-6649	16441	4964	40,84	75910	187699	39733	11,42
4	1,13	-8510	16794	2947	40,84	72448	142964	39733	8,51
5	1,50	-9615	17099	1323	40,84	70525	125416	39733	7,33
6	1,88	-10112	17357	51	40,84	69851	119905	39733	6,91
7	2,25	-10131	17568	-915	40,84	70041	121463	39733	6,91
8	2,63	-9788	17732	-1621	40,84	70894	128439	39733	7,24
9	3,00	-9180	17848	-2109	40,84	72209	140398	39733	7,87
10	3,38	-8389	17917	-2421	40,84	73770	157560	39733	8,79
11	3,75	-7481	17939	-2593	40,84	75514	181074	39733	10,09
12	4,13	-6509	17913	-2661	40,84	76985	211881	39733	11,83
13	4,50	-5511	17840	-2652	40,84	77586	251170	39733	14,08
14	4,88	-4516	17720	-2591	40,84	76174	298870	39733	16,87
15	5,25	-3545	17552	-2499	40,84	71348	353300	39733	20,13
16	5,63	-2607	17308	-2127	40,84	63392	420791	39733	24,31
17	6,00	-1810	16954	-1742	40,84	52479	491621	39733	29,00
18	6,38	-1156	16546	-1372	40,84	39064	558880	39733	33,78
19	6,75	-642	16083	-1036	40,84	23400	586314	39733	36,46
20	7,13	-253	15566	-743	40,84	9671	594074	39733	38,16
21	7,50	25	14996	-499	40,84	1014	598966	39733	39,94

22	7,88	212	14371	-302	40,84	8790	594571	39733	41,37
23	8,25	326	13692	-150	40,84	14073	591586	39733	43,21
24	8,63	382	12958	-38	40,84	17380	589716	39733	45,51
25	9,00	396	12171	41	40,84	19155	588713	39733	48,37
26	9,38	381	11330	91	40,84	19773	588364	39733	51,93
27	9,75	347	10434	119	40,84	19549	588491	39733	56,40
28	10,13	302	9484	131	40,84	18746	588944	39733	62,10
29	10,50	253	8480	130	40,84	17583	589602	39733	69,53
30	10,88	204	7422	121	40,84	16240	590361	39733	79,54
31	11,25	159	6310	107	40,84	14878	591131	39733	93,69
32	11,63	119	5143	90	40,84	13658	591820	39733	115,07
33	12,00	85	3923	73	40,84	12809	592300	39733	150,99
34	12,38	57	2648	56	40,84	12855	592274	39733	223,66
35	12,75	36	1319	41	40,84	16292	590331	39733	447,49
36	13,13	21	-64	28	40,84	24918	-75412	20398	1000,00
37	13,50	11	-1501	17	40,84	1089	-152725	20398	101,75
38	13,88	4	-2992	9	40,84	228	-155519	20398	51,97
39	14,25	1	-4538	3	40,84	40	-156129	20398	34,41
40	14,63	0	-6137	0	40,84	1	-156257	20398	25,46
41	15,00	0	-7791	0	40,84	0	-156260	20398	20,06

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	44614	11723	40,84	0	599539	39733	13,44
2	0,38	-3870	45041	7411	40,84	45429	528764	39733	11,74
3	0,75	-6649	45382	4964	40,84	62563	427013	39733	9,41
4	1,13	-8510	45635	2947	40,84	69352	371886	39733	8,15
5	1,50	-9615	45801	1323	40,84	72275	344268	39733	7,52
6	1,88	-10112	45880	51	40,84	73388	332984	39733	7,26
7	2,25	-10131	45871	-915	40,84	73435	332507	39733	7,25
8	2,63	-9788	45776	-1621	40,84	72696	339996	39733	7,43
9	3,00	-9180	45593	-2109	40,84	71274	353998	39733	7,76
10	3,38	-8389	45323	-2421	40,84	69155	373625	39733	8,24
11	3,75	-7481	44966	-2593	40,84	66265	398286	39733	8,86
12	4,13	-6509	44521	-2661	40,84	62495	427493	39733	9,60
13	4,50	-5511	43990	-2652	40,84	57689	460500	39733	10,47
14	4,88	-4516	43371	-2591	40,84	51666	496163	39733	11,44
15	5,25	-3545	42665	-2499	40,84	44363	533985	39733	12,52
16	5,63	-2607	41818	-2127	40,84	35757	573470	39733	13,71
17	6,00	-1810	40768	-1742	40,84	25963	584866	39733	14,35
18	6,38	-1156	39619	-1372	40,84	17217	589809	39733	14,89
19	6,75	-642	38370	-1036	40,84	9936	593924	39733	15,48
20	7,13	-253	37021	-743	40,84	4088	597229	39733	16,13
21	7,50	25	35572	-499	40,84	428	599297	39733	16,85
22	7,88	212	34023	-302	40,84	3730	597431	39733	17,56
23	8,25	326	32375	-150	40,84	5997	596149	39733	18,41
24	8,63	382	30627	-38	40,84	7424	595343	39733	19,44
25	9,00	396	28779	41	40,84	8186	594912	39733	20,67
26	9,38	381	26832	91	40,84	8440	594769	39733	22,17

27	9,75	347	24784	119	40,84	8319	594838	39733	24,00
28	10,13	302	22637	131	40,84	7936	595054	39733	26,29
29	10,50	253	20390	130	40,84	7384	595366	39733	29,20
30	10,88	204	18043	121	40,84	6741	595729	39733	33,02
31	11,25	159	15597	107	40,84	6069	596109	39733	38,22
32	11,63	119	13051	90	40,84	5425	596473	39733	45,70
33	12,00	85	10405	73	40,84	4866	596789	39733	57,36
34	12,38	57	7659	56	40,84	4480	597007	39733	77,95
35	12,75	36	4813	41	40,84	4516	596987	39733	124,03
36	13,13	21	1868	28	40,84	6723	595739	39733	318,96
37	13,50	11	-1177	17	40,84	1380	-151782	20398	128,92
38	13,88	4	-4322	9	40,84	158	-155746	20398	36,03
39	14,25	1	-7567	3	40,84	24	-156182	20398	20,64
40	14,63	0	-10911	0	40,84	1	-156258	20398	14,32
41	15,00	0	-14356	0	40,84	0	-156260	20398	10,88

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,11 Y[m]= 3,11

Raggio del cerchio R[m]= 22,75

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -24,34

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 19,48

Larghezza della striscia dx[m]= 1,75

Coefficiente di sicurezza C= 4.61

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	9725.37	74.70	9380.76	6.64	13.86	0.033	0.000
2	25390.77	61.71	22357.35	3.70	21.32	0.104	0.000
3	34827.74	53.34	27940.32	2.94	23.10	0.032	0.000
4	41981.98	46.44	30422.59	2.54	23.91	0.000	0.000
5	47664.53	40.34	30853.55	2.30	23.91	0.000	0.000
6	52277.58	34.75	29801.34	2.13	23.91	0.000	0.000
7	56045.26	29.53	27623.01	2.01	23.91	0.000	0.000
8	59105.14	24.56	24570.79	1.93	23.91	0.000	0.000
9	61535.19	19.79	20834.45	1.86	23.91	0.000	0.000
10	62906.79	15.16	16447.36	1.82	23.91	0.000	0.000
11	63834.31	10.62	11767.42	1.78	23.91	0.000	0.000
12	67463.98	6.16	7234.55	1.76	23.91	0.000	0.000
13	58803.18	1.73	1771.82	1.75	23.91	0.000	0.000
14	52734.85	-2.69	-2477.07	1.75	23.91	0.000	0.000
15	51885.55	-7.13	-6437.80	1.77	23.91	0.000	0.000
16	50589.85	-11.61	-10177.94	1.79	23.91	0.000	0.000
17	48801.76	-16.16	-13581.52	1.82	23.91	0.000	0.000
18	46490.90	-20.82	-16523.99	1.88	23.91	0.000	0.000
19	43611.95	-25.63	-18864.94	1.94	23.91	0.000	0.000
20	40098.57	-30.65	-20439.28	2.04	23.91	0.000	0.000
21	35852.30	-35.94	-21042.63	2.16	23.91	0.000	0.000
22	30721.13	-41.62	-20404.65	2.34	23.91	0.000	0.000
23	24452.50	-47.87	-18133.42	2.61	23.91	0.000	0.000

24	16590.54	-55.01	-13591.80	3.06	22.52	0.056	0.000
25	6079.24	-63.88	-5458.49	3.98	21.32	0.104	0.000

$\Sigma W_i = 1089470,93$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 93871,79$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 420155,48$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 12815,96$ [kg]

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	9279,18	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9160,48	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1479,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	9,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,15	[°]		

Incremento sismico della spinta	960,97	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,02	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	1576,92	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-788,46	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	11686,07	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25094,18	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25094,18	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	11686,07	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,25	[m]		
Risultante in fondazione	27681,81	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,97	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6336,21	[kgm]		

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	4,80	55,82
3	0,40	1000,00	25,43	158,24
4	0,60	1500,00	71,21	307,27
5	0,80	2000,00	151,45	502,91
6	1,00	2500,00	275,48	745,16
7	1,00	2500,00	-974,52	745,16
8	1,20	3500,00	-794,13	1066,53
9	1,40	4500,00	-544,80	1434,51
10	1,60	5500,00	-217,22	1849,09
11	1,80	6500,00	197,94	2310,28
12	2,00	7500,00	710,00	2818,08
13	2,00	7500,00	710,00	2818,08
14	2,20	8500,00	1328,29	3372,61
15	2,40	9500,00	2062,37	3976,89
16	2,60	10500,00	2922,73	4636,11
17	2,80	11500,00	3920,47	5349,88
18	3,00	12500,00	5066,02	6113,93
19	3,00	12500,00	-1184,06	6112,47
20	3,20	14000,00	121,72	6952,80
21	3,40	15500,00	1600,04	7837,78
22	3,60	17000,00	3259,80	8767,20
23	3,80	18500,00	5109,87	9740,85
24	4,00	20000,00	7159,08	10758,62

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0	5508	1000,00	28398	0
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	1000,00	28398	0
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	890,42	28398	0
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	393,14	28398	0
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	220,92	28398	0
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	141,44	28398	0
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	98,29	28398	0
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	72,08	28398	0
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	55,09	28398	0

Analisi dei pali

Combinazione n° 4

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	11686,1
Verticale	[kg]	25094,2
Momento	[kgm]	-6336,2

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,20088
Verticale	[cm]	0,03529
Rotazione	[°]	-0,01157

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	5	12477	12985	0	43657	0
2	4	47139	12985	0	43657	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cm ²]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cm ²]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{a,s}$	portanza ammissibile, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{a,c}$	portanza ammissibile, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.05	-1.41
2	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.16	-2.97

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{a,s}$	$P_{a,c}$	PT
1	110710	150219	242080	134638	134638	MEDI
1	110710	150219	242080	134638	134638	MINIMI
2	110710	150219	242080	134638	134638	MEDI
2	110710	150219	242080	134638	134638	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _l	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f xD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S _l	N	τ _c
1	80,0	50,0	12566,4	12477	0,99
2	80,0	50,0	12566,4	47139	3,75

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 4

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	12477	12985	40,84	0	599539	39733	48,05
2	0,38	-4343	12927	8317	40,84	77539	230815	39733	17,86
3	0,75	-7462	13334	5570	40,84	70620	126197	39733	9,46
4	1,13	-9550	13697	3307	40,84	66569	95475	39733	6,97
5	1,50	-10791	14018	1485	40,84	64955	84383	39733	6,02
6	1,88	-11348	14296	57	40,84	64500	81257	39733	5,68
7	2,25	-11369	14530	-1027	40,84	64710	82702	39733	5,69
8	2,63	-10984	14722	-1819	40,84	65439	87707	39733	5,96
9	3,00	-10302	14870	-2367	40,84	66682	96252	39733	6,47
10	3,38	-9414	14975	-2717	40,84	68393	108792	39733	7,26
11	3,75	-8396	15038	-2910	40,84	70666	126572	39733	8,42
12	4,13	-7304	15057	-2986	40,84	73183	150860	39733	10,02
13	4,50	-6184	15033	-2976	40,84	75688	183984	39733	12,24
14	4,88	-5068	14966	-2908	40,84	77481	228792	39733	15,29
15	5,25	-3978	14856	-2805	40,84	76811	286871	39733	19,31
16	5,63	-2926	14677	-2387	40,84	71033	356285	39733	24,28
17	6,00	-2031	14397	-1955	40,84	61401	435269	39733	30,23
18	6,38	-1298	14069	-1540	40,84	47716	517244	39733	36,77
19	6,75	-720	13691	-1163	40,84	30634	582226	39733	42,53
20	7,13	-284	13263	-834	40,84	12700	592361	39733	44,66
21	7,50	28	12787	-560	40,84	1334	598785	39733	46,83

22	7,88	238	12261	-339	40,84	11531	593022	39733	48,37
23	8,25	366	11686	-168	40,84	18427	589125	39733	50,41
24	8,63	429	11062	-42	40,84	22732	586692	39733	53,04
25	9,00	444	10388	46	40,84	25043	585386	39733	56,35
26	9,38	427	9665	102	40,84	25858	584925	39733	60,52
27	9,75	389	8893	134	40,84	25589	585077	39733	65,79
28	10,13	339	8072	147	40,84	24579	585648	39733	72,55
29	10,50	284	7202	146	40,84	23112	586477	39733	81,44
30	10,88	229	6282	136	40,84	21426	587430	39733	93,51
31	11,25	178	5313	120	40,84	19737	588385	39733	110,75
32	11,63	133	4294	101	40,84	18277	589210	39733	137,20
33	12,00	95	3227	82	40,84	17397	589707	39733	182,74
34	12,38	64	2110	63	40,84	18014	589358	39733	279,29
35	12,75	41	944	46	40,84	25326	585226	39733	619,85
36	13,13	24	-271	31	40,84	10625	-121788	20398	449,17
37	13,50	12	-1536	19	40,84	1192	-152391	20398	99,23
38	13,88	5	-2849	10	40,84	269	-155388	20398	54,53
39	14,25	1	-4212	3	40,84	49	-156102	20398	37,06
40	14,63	0	-5625	0	40,84	1	-156256	20398	27,78
41	15,00	0	-7086	0	40,84	0	-156260	20398	22,05

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	47139	12985	40,84	0	599539	39733	12,72
2	0,38	-4343	47565	8317	40,84	47384	518983	39733	10,91
3	0,75	-7462	47900	5570	40,84	64377	413264	39733	8,63
4	1,13	-9550	48144	3307	40,84	70909	357456	39733	7,42
5	1,50	-10791	48298	1485	40,84	73696	329859	39733	6,83
6	1,88	-11348	48361	57	40,84	74731	318492	39733	6,59
7	2,25	-11369	48334	-1027	40,84	74782	317926	39733	6,58
8	2,63	-10984	48216	-1819	40,84	74113	325335	39733	6,75
9	3,00	-10302	48007	-2367	40,84	72779	339156	39733	7,06
10	3,38	-9414	47707	-2717	40,84	70780	358683	39733	7,52
11	3,75	-8396	47317	-2910	40,84	68039	383471	39733	8,10
12	4,13	-7304	46836	-2986	40,84	64409	413015	39733	8,82
13	4,50	-6184	46265	-2976	40,84	59741	446921	39733	9,66
14	4,88	-5068	45603	-2908	40,84	53811	484174	39733	10,62
15	5,25	-3978	44850	-2805	40,84	46452	523747	39733	11,68
16	5,63	-2926	43951	-2387	40,84	37633	565251	39733	12,86
17	6,00	-2031	42840	-1955	40,84	27681	583895	39733	13,63
18	6,38	-1298	41627	-1540	40,84	18369	589158	39733	14,15
19	6,75	-720	40309	-1163	40,84	10607	593544	39733	14,72
20	7,13	-284	38887	-834	40,84	4366	597071	39733	15,35
21	7,50	28	37362	-560	40,84	457	599281	39733	16,04
22	7,88	238	35733	-339	40,84	3985	597287	39733	16,72
23	8,25	366	34001	-168	40,84	6406	595918	39733	17,53
24	8,63	429	32164	-42	40,84	7929	595058	39733	18,50
25	9,00	444	30224	46	40,84	8743	594598	39733	19,67
26	9,38	427	28180	102	40,84	9013	594445	39733	21,09

27	9,75	389	26033	134	40,84	8883	594519	39733	22,84
28	10,13	339	23781	147	40,84	8473	594751	39733	25,01
29	10,50	284	21426	146	40,84	7882	595084	39733	27,77
30	10,88	229	18967	136	40,84	7193	595474	39733	31,39
31	11,25	178	16405	120	40,84	6473	595880	39733	36,32
32	11,63	133	13739	101	40,84	5781	596271	39733	43,40
33	12,00	95	10968	82	40,84	5178	596612	39733	54,39
34	12,38	64	8095	63	40,84	4756	596851	39733	73,73
35	12,75	41	5117	46	40,84	4766	596846	39733	116,64
36	13,13	24	2036	31	40,84	6920	595628	39733	292,57
37	13,50	12	-1149	19	40,84	1580	-151133	20398	131,51
38	13,88	5	-4438	10	40,84	173	-155699	20398	35,08
39	14,25	1	-7831	3	40,84	26	-156175	20398	19,94
40	14,63	0	-11327	0	40,84	1	-156258	20398	13,80
41	15,00	0	-14927	0	40,84	0	-156260	20398	10,47

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	9279,18	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9160,48	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1479,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	9,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,15	[°]		
Incremento sismico della spinta	1607,92	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,33	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	1576,92	[kg]		
Inerzia verticale del muro	788,46	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12324,75	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	26774,25	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	26774,25	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12324,75	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,24	[m]
Risultante in fondazione	29474,73	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6512,66	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	4,89	57,16
3	0,40	1000,00	26,15	163,63
4	0,60	1500,00	73,63	319,40
5	0,80	2000,00	157,20	524,48
6	1,00	2500,00	286,71	778,85
7	1,00	2500,00	-963,29	778,85
8	1,20	3500,00	-774,72	1115,05
9	1,40	4500,00	-513,98	1500,54
10	1,60	5500,00	-171,22	1935,34
11	1,80	6500,00	263,44	2419,44
12	2,00	7500,00	799,85	2952,85
13	2,00	7500,00	799,85	2952,85
14	2,20	8500,00	1447,87	3535,68
15	2,40	9500,00	2217,63	4171,16
16	2,60	10500,00	3120,24	4864,73
17	2,80	11500,00	4167,40	5616,02
18	3,00	12500,00	5370,17	6420,41
19	3,00	12500,00	-879,91	6418,96
20	3,20	14000,00	491,42	7302,24
21	3,40	15500,00	2044,14	8232,76
22	3,60	17000,00	3787,66	9210,29
23	3,80	18500,00	5731,37	10234,60
24	4,00	20000,00	7884,61	11305,59

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0	5508	1000,00	28398	0
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	1000,00	28398	0
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	890,42	28398	0
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	393,14	28398	0
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	220,92	28398	0
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	141,44	28398	0
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	98,29	28398	0
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	72,08	28398	0
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	55,09	28398	0

Analisi dei pali

Combinazione n° 5

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	12324,8
Verticale	[kg]	26774,2
Momento	[kgm]	-6512,7

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,21185
Verticale	[cm]	0,03755
Rotazione	[°]	-0,01214

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	5	13588	13694	0	43657	0
2	4	49950	13694	0	43657	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cm ²]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cm ²]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{a,s}$	portanza ammissibile, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{a,c}$	portanza ammissibile, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.06	-1.46
2	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.17	-3.10

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{a,s}$	$P_{a,c}$	PT
1	110710	150219	242080	134638	134638	MEDI
1	110710	150219	242080	134638	134638	MINIMI
2	110710	150219	242080	134638	134638	MEDI
2	110710	150219	242080	134638	134638	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _l	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f xD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S _l	N	τ _c
1	80,0	50,0	12566,4	13588	1,08
2	80,0	50,0	12566,4	49950	3,97

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 5

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	13588	13694	40,84	0	599539	39733	44,12
2	0,38	-4609	14037	8827	40,84	77578	236278	39733	16,83
3	0,75	-7919	14441	5912	40,84	71028	129531	39733	8,97
4	1,13	-10136	14801	3510	40,84	66879	97664	39733	6,60
5	1,50	-11452	15117	1576	40,84	65199	86064	39733	5,69
6	1,88	-12043	15387	61	40,84	64706	82675	39733	5,37
7	2,25	-12066	15613	-1090	40,84	64896	83976	39733	5,38
8	2,63	-11657	15795	-1930	40,84	65613	88904	39733	5,63
9	3,00	-10933	15932	-2512	40,84	66844	97405	39733	6,11
10	3,38	-9991	16024	-2883	40,84	68549	109941	39733	6,86
11	3,75	-8910	16072	-3089	40,84	70806	127721	39733	7,95
12	4,13	-7752	16075	-3169	40,84	73287	151979	39733	9,45
13	4,50	-6563	16034	-3158	40,84	75752	185058	39733	11,54
14	4,88	-5379	15948	-3086	40,84	77510	229809	39733	14,41
15	5,25	-4222	15817	-2976	40,84	76782	287683	39733	18,19
16	5,63	-3105	15615	-2533	40,84	70972	356863	39733	22,85
17	6,00	-2155	15309	-2075	40,84	61343	435685	39733	28,46
18	6,38	-1377	14952	-1634	40,84	47671	517480	39733	34,61
19	6,75	-764	14544	-1234	40,84	30606	582242	39733	40,03
20	7,13	-302	14084	-885	40,84	12693	592365	39733	42,06
21	7,50	30	13574	-594	40,84	1334	598785	39733	44,11

22	7,88	253	13013	-360	40,84	11531	593022	39733	45,57
23	8,25	388	12401	-179	40,84	18428	589124	39733	47,51
24	8,63	455	11738	-45	40,84	22735	586690	39733	49,98
25	9,00	472	11024	48	40,84	25045	585385	39733	53,10
26	9,38	453	10259	108	40,84	25855	584927	39733	57,02
27	9,75	413	9443	142	40,84	25578	585084	39733	61,96
28	10,13	360	8575	156	40,84	24555	585662	39733	68,29
29	10,50	301	7657	155	40,84	23069	586502	39733	76,59
30	10,88	243	6688	144	40,84	21358	587468	39733	87,84
31	11,25	189	5668	127	40,84	19635	588442	39733	103,81
32	11,63	141	4597	108	40,84	18122	589297	39733	128,19
33	12,00	101	3475	87	40,84	17149	589847	39733	169,74
34	12,38	68	2302	67	40,84	17533	589630	39733	256,15
35	12,75	43	1078	49	40,84	23583	586211	39733	543,87
36	13,13	25	-197	33	40,84	14076	-110588	20398	560,74
37	13,50	13	-1523	20	40,84	1273	-152128	20398	99,87
38	13,88	5	-2900	10	40,84	280	-155351	20398	53,56
39	14,25	1	-4328	4	40,84	50	-156097	20398	36,06
40	14,63	0	-5807	0	40,84	1	-156256	20398	26,91
41	15,00	0	-7338	0	40,84	0	-156260	20398	21,30

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	49950	13694	40,84	0	599539	39733	12,00
2	0,38	-4609	50374	8827	40,84	47450	518634	39733	10,30
3	0,75	-7919	50704	5912	40,84	64453	412684	39733	8,14
4	1,13	-10136	50939	3510	40,84	70984	356744	39733	7,00
5	1,50	-11452	51079	1576	40,84	73774	329060	39733	6,44
6	1,88	-12043	51125	61	40,84	74812	317595	39733	6,21
7	2,25	-12066	51076	-1090	40,84	74871	316942	39733	6,21
8	2,63	-11657	50933	-1930	40,84	74211	324253	39733	6,37
9	3,00	-10933	50695	-2512	40,84	72893	337997	39733	6,67
10	3,38	-9991	50363	-2883	40,84	70911	357443	39733	7,10
11	3,75	-8910	49936	-3089	40,84	68188	382159	39733	7,65
12	4,13	-7752	49415	-3169	40,84	64582	411692	39733	8,33
13	4,50	-6563	48799	-3158	40,84	59936	445629	39733	9,13
14	4,88	-5379	48088	-3086	40,84	54021	482960	39733	10,04
15	5,25	-4222	47283	-2976	40,84	46668	522692	39733	11,05
16	5,63	-3105	46325	-2533	40,84	37833	564375	39733	12,18
17	6,00	-2155	45148	-2075	40,84	27871	583788	39733	12,93
18	6,38	-1377	43862	-1634	40,84	18499	589084	39733	13,43
19	6,75	-764	42468	-1234	40,84	10684	593501	39733	13,98
20	7,13	-302	40966	-885	40,84	4398	597053	39733	14,57
21	7,50	30	39356	-594	40,84	460	599279	39733	15,23
22	7,88	253	37638	-360	40,84	4015	597270	39733	15,87
23	8,25	388	35811	-179	40,84	6455	595891	39733	16,64
24	8,63	455	33876	-45	40,84	7989	595024	39733	17,56
25	9,00	472	31833	48	40,84	8809	594560	39733	18,68
26	9,38	453	29682	108	40,84	9081	594407	39733	20,03

27	9,75	413	27423	142	40,84	8949	594481	39733	21,68
28	10,13	360	25056	156	40,84	8534	594716	39733	23,74
29	10,50	301	22580	155	40,84	7937	595053	39733	26,35
30	10,88	243	19997	144	40,84	7241	595447	39733	29,78
31	11,25	189	17305	127	40,84	6513	595858	39733	34,43
32	11,63	141	14505	108	40,84	5811	596254	39733	41,11
33	12,00	101	11597	87	40,84	5198	596601	39733	51,45
34	12,38	68	8580	67	40,84	4761	596848	39733	69,56
35	12,75	43	5456	49	40,84	4744	596858	39733	109,40
36	13,13	25	2223	33	40,84	6727	595737	39733	267,99
37	13,50	13	-1118	20	40,84	1719	-150683	20398	134,80
38	13,88	5	-4567	10	40,84	178	-155681	20398	34,09
39	14,25	1	-8124	4	40,84	27	-156173	20398	19,22
40	14,63	0	-11789	0	40,84	1	-156258	20398	13,25
41	15,00	0	-15563	0	40,84	0	-156260	20398	10,04

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	10642,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10550,91	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1391,83	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	7,51	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,18	[°]		

Incremento sismico della spinta	1797,58	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,81	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35,43	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	1576,92	[kg]		
Inerzia verticale del muro	788,46	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13909,97	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	26665,38	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	26665,38	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13909,97	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,34	[m]		
Risultante in fondazione	30075,40	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,55	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	8978,46	[kgm]		

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	5,09	60,15
3	0,40	1000,00	27,74	175,55
4	0,60	1500,00	79,00	346,23
5	0,80	2000,00	169,92	572,16
6	1,00	2500,00	311,55	853,36
7	1,00	2500,00	-938,45	853,36
8	1,20	3500,00	-731,80	1222,34
9	1,40	4500,00	-445,83	1646,58
10	1,60	5500,00	-69,49	2126,08
11	1,80	6500,00	408,29	2660,85
12	2,00	7500,00	998,55	3251,11
13	2,00	7500,00	998,63	3252,51
14	2,20	8500,00	1713,61	3908,95
15	2,40	9500,00	2566,63	4631,59
16	2,60	10500,00	3569,99	5411,10
17	2,80	11500,00	4734,65	6244,42
18	3,00	12500,00	6071,32	7131,15
19	3,00	12500,00	-178,68	7131,05
20	3,20	14000,00	1343,85	8103,10
21	3,40	15500,00	3066,06	9127,75
22	3,60	17000,00	4998,44	10204,72
23	3,80	18500,00	7151,42	11333,81
24	4,00	20000,00	9535,43	12514,87

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0	5508	1000,00	28398	0
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	1000,00	28398	0
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	890,42	28398	0
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	393,14	28398	0
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	220,92	28398	0
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	141,44	28398	0
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	98,29	28398	0
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	72,08	28398	0
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	55,09	28398	0

Analisi dei pali

Combinazione n° 6

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	13910,0
Verticale	[kg]	26665,4
Momento	[kgm]	-8978,5

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,23910
Verticale	[cm]	0,03848
Rotazione	[°]	-0,01417

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	5	10764	15456	0	43657	0
2	4	53209	15456	0	43657	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{a,s}$	portanza ammissibile, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{a,c}$	portanza ammissibile, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.05	-1.33
2	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.18	-3.24

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{a,s}$	$P_{a,c}$	PT
1	110710	150219	242080	103235	134638	MEDI
1	110710	150219	242080	103235	134638	MINIMI
2	110710	150219	242080	103235	134638	MEDI
2	110710	150219	242080	103235	134638	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S _l	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f xD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S _l	N	τ _c
1	80,0	50,0	12566,4	10764	0,86
2	80,0	50,0	12566,4	53209	4,23

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 6

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	10764	15456	40,84	0	599539	39733	55,70
2	0,38	-5269	11215	10092	40,84	73716	156888	39733	13,99
3	0,75	-9054	11625	6759	40,84	64779	83174	39733	7,15
4	1,13	-11588	11994	4013	40,84	61508	63663	39733	5,31
5	1,50	-13093	12323	1802	40,84	60266	56722	39733	4,60
6	1,88	-13769	12611	70	40,84	59923	54885	39733	4,35
7	2,25	-13795	12859	-1246	40,84	60143	56061	39733	4,36
8	2,63	-13327	13065	-2207	40,84	60787	59592	39733	4,56
9	3,00	-12500	13231	-2872	40,84	61823	65441	39733	4,95
10	3,38	-11423	13357	-3296	40,84	63351	74076	39733	5,55
11	3,75	-10187	13442	-3532	40,84	65193	86021	39733	6,40
12	4,13	-8863	13485	-3623	40,84	67582	102834	39733	7,63
13	4,50	-7504	13489	-3611	40,84	70737	127155	39733	9,43
14	4,88	-6150	13451	-3528	40,84	74140	162167	39733	12,06
15	5,25	-4827	13373	-3403	40,84	77040	213456	39733	15,96
16	5,63	-3551	13229	-2896	40,84	76833	286284	39733	21,64
17	6,00	-2464	12991	-2372	40,84	69798	367948	39733	28,32
18	6,38	-1575	12706	-1869	40,84	57351	462735	39733	36,42
19	6,75	-874	12374	-1411	40,84	39374	557449	39733	45,05
20	7,13	-345	11996	-1012	40,84	16968	589949	39733	49,18
21	7,50	35	11572	-679	40,84	1788	598528	39733	51,72

22	7,88	289	11100	-411	40,84	15398	590837	39733	53,23
23	8,25	444	10583	-204	40,84	24545	585668	39733	55,34
24	8,63	520	10018	-51	40,84	30235	582452	39733	58,14
25	9,00	539	9407	55	40,84	33288	580726	39733	61,73
26	9,38	518	8750	124	40,84	34346	579654	39733	66,25
27	9,75	472	8046	162	40,84	34040	580302	39733	72,12
28	10,13	411	7295	178	40,84	32739	581036	39733	79,64
29	10,50	344	6498	177	40,84	30847	582106	39733	89,58
30	10,88	278	5655	165	40,84	28680	583331	39733	103,16
31	11,25	216	4764	146	40,84	26531	584545	39733	122,69
32	11,63	162	3828	123	40,84	24728	585564	39733	152,99
33	12,00	116	2844	99	40,84	23803	586087	39733	206,07
34	12,38	78	1814	76	40,84	25246	585271	39733	322,59
35	12,75	50	738	56	40,84	37902	564073	39733	764,52
36	13,13	29	-385	38	40,84	9376	-125839	20398	326,68
37	13,50	15	-1555	23	40,84	1422	-151646	20398	97,54
38	13,88	6	-2771	12	40,84	335	-155173	20398	56,00
39	14,25	2	-4034	4	40,84	62	-156060	20398	38,69
40	14,63	0	-5343	0	40,84	2	-156255	20398	29,25
41	15,00	0	-6699	0	40,84	0	-156260	20398	23,33

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	53209	15456	40,84	0	599539	39733	11,27
2	0,38	-5269	53631	10092	40,84	49767	506524	39733	9,44
3	0,75	-9054	53953	6759	40,84	66505	396314	39733	7,35
4	1,13	-11588	54177	4013	40,84	72705	339906	39733	6,27
5	1,50	-13093	54302	1802	40,84	75293	312268	39733	5,75
6	1,88	-13769	54327	70	40,84	76093	300239	39733	5,53
7	2,25	-13795	54254	-1246	40,84	76140	299451	39733	5,52
8	2,63	-13327	54082	-2207	40,84	75685	307124	39733	5,68
9	3,00	-12500	53810	-2872	40,84	74522	320807	39733	5,96
10	3,38	-11423	53440	-3296	40,84	72690	340062	39733	6,36
11	3,75	-10187	52970	-3532	40,84	70142	364726	39733	6,89
12	4,13	-8863	52402	-3623	40,84	66723	394516	39733	7,53
13	4,50	-7504	51735	-3611	40,84	62254	429205	39733	8,30
14	4,88	-6150	50968	-3528	40,84	56482	468109	39733	9,18
15	5,25	-4827	50103	-3403	40,84	49121	509901	39733	10,18
16	5,63	-3551	49077	-2896	40,84	40090	554148	39733	11,29
17	6,00	-2464	47822	-2372	40,84	30021	582573	39733	12,18
18	6,38	-1575	46453	-1869	40,84	19943	588268	39733	12,66
19	6,75	-874	44971	-1411	40,84	11526	593025	39733	13,19
20	7,13	-345	43375	-1012	40,84	4748	596856	39733	13,76
21	7,50	35	41666	-679	40,84	497	599258	39733	14,38
22	7,88	289	39844	-411	40,84	4335	597089	39733	14,99
23	8,25	444	37909	-204	40,84	6968	595601	39733	15,71
24	8,63	520	35860	-51	40,84	8624	594665	39733	16,58
25	9,00	539	33698	55	40,84	9508	594166	39733	17,63
26	9,38	518	31423	124	40,84	9800	594000	39733	18,90

27	9,75	472	29034	162	40,84	9657	594081	39733	20,46
28	10,13	411	26533	178	40,84	9208	594335	39733	22,40
29	10,50	344	23917	177	40,84	8562	594700	39733	24,86
30	10,88	278	21189	165	40,84	7808	595126	39733	28,09
31	11,25	216	18347	146	40,84	7019	595572	39733	32,46
32	11,63	162	15392	123	40,84	6258	596002	39733	38,72
33	12,00	116	12324	99	40,84	5590	596380	39733	48,39
34	12,38	78	9143	76	40,84	5107	596652	39733	65,26
35	12,75	50	5848	56	40,84	5058	596680	39733	102,03
36	13,13	29	2440	38	40,84	7006	595579	39733	244,11
37	13,50	15	-1082	23	40,84	2018	-149712	20398	138,43
38	13,88	6	-4716	12	40,84	197	-155620	20398	33,00
39	14,25	2	-8464	4	40,84	29	-156165	20398	18,45
40	14,63	0	-12325	0	40,84	1	-156258	20398	12,68
41	15,00	0	-16300	0	40,84	0	-156260	20398	9,59

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	10642,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10550,91	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1391,83	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	7,51	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,18	[°]		
Incremento sismico della spinta	1070,29	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,81	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35,12	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	1576,92	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-788,46	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13188,92	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	24993,34	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	24993,34	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13188,92	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,35	[m]
Risultante in fondazione	28259,77	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	8672,76	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	4,99	58,64
3	0,40	1000,00	26,94	169,54
4	0,60	1500,00	76,29	332,70
5	0,80	2000,00	163,51	548,12
6	1,00	2500,00	299,03	815,80
7	1,00	2500,00	-950,97	815,80
8	1,20	3500,00	-753,44	1168,24
9	1,40	4500,00	-480,19	1572,95
10	1,60	5500,00	-120,78	2029,91
11	1,80	6500,00	335,26	2539,14
12	2,00	7500,00	898,37	3100,76
13	2,00	7500,00	898,45	3102,16
14	2,20	8500,00	1580,21	3726,44
15	2,40	9500,00	2393,20	4413,32
16	2,60	10500,00	3349,08	5153,97
17	2,80	11500,00	4458,18	5945,52
18	3,00	12500,00	5730,65	6787,57
19	3,00	12500,00	-519,35	6787,46
20	3,20	14000,00	929,76	7711,96
21	3,40	15500,00	2568,75	8686,19
22	3,60	17000,00	4407,53	9709,91
23	3,80	18500,00	6455,99	10782,90
24	4,00	20000,00	8723,97	11905,04

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0	5508	1000,00	28398	0
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	1000,00	28398	0
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	890,42	28398	0
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	393,14	28398	0
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	220,92	28398	0
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	141,44	28398	0
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	98,29	28398	0
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	72,08	28398	0
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0	-5508	55,09	28398	0

Analisi dei pali

Combinazione n° 7

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	13188,9
Verticale	[kg]	24993,3
Momento	[kgm]	-8672,8

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	0,22671
Verticale	[cm]	0,03618
Rotazione	[°]	-0,01349

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	5	9803	14654	0	43657	0
2	4	50230	14654	0	43657	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cm ²]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cm ²]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{a,s}$	portanza ammissibile, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{a,c}$	portanza ammissibile, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.04	-1.29
2	22.25	54.81	11.85	17.39	7.94	4.76	0.17	-3.11

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{a,s}$	$P_{a,c}$	PT
1	110710	150219	242080	103235	134638	MEDI
1	110710	150219	242080	103235	134638	MINIMI
2	110710	150219	242080	103235	134638	MEDI
2	110710	150219	242080	103235	134638	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H _f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S ₁	superficie di aderenza palo-fondazione (H _f xD) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ _c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H _f	S ₁	N	τ _c
1	80,0	50,0	12566,4	9803	0,78
2	80,0	50,0	12566,4	50230	4,00

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 7

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T _u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A _f	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	9803	14654	40,84	0	599539	39733	61,16
2	0,38	-4969	10254	9516	40,84	73202	151069	39733	14,73
3	0,75	-8538	10667	6373	40,84	64380	80435	39733	7,54
4	1,13	-10928	11039	3784	40,84	61179	61805	39733	5,60
5	1,50	-12346	11373	1699	40,84	59993	55262	39733	4,86
6	1,88	-12984	11667	66	40,84	59689	53635	39733	4,60
7	2,25	-13008	11922	-1175	40,84	59930	54923	39733	4,61
8	2,63	-12568	12137	-2081	40,84	60598	58521	39733	4,82
9	3,00	-11787	12313	-2708	40,84	61636	64385	39733	5,23
10	3,38	-10772	12449	-3108	40,84	63160	72998	39733	5,86
11	3,75	-9606	12547	-3330	40,84	65037	84945	39733	6,77
12	4,13	-8357	12605	-3417	40,84	67427	101694	39733	8,07
13	4,50	-7076	12623	-3405	40,84	70586	125919	39733	9,98
14	4,88	-5799	12602	-3327	40,84	74038	160892	39733	12,77
15	5,25	-4551	12542	-3209	40,84	76996	212171	39733	16,92
16	5,63	-3348	12418	-2731	40,84	76875	285129	39733	22,96
17	6,00	-2324	12203	-2237	40,84	69898	367038	39733	30,08
18	6,38	-1485	11942	-1762	40,84	57455	462047	39733	38,69
19	6,75	-824	11637	-1330	40,84	39457	557069	39733	47,87
20	7,13	-325	11286	-955	40,84	17007	589927	39733	52,27
21	7,50	33	10890	-641	40,84	1792	598526	39733	54,96

22	7,88	273	10450	-388	40,84	15424	590822	39733	56,54
23	8,25	418	9964	-192	40,84	24581	585647	39733	58,78
24	8,63	490	9433	-48	40,84	30278	582428	39733	61,74
25	9,00	508	8858	52	40,84	33337	580699	39733	65,56
26	9,38	489	8237	117	40,84	34393	579446	39733	70,35
27	9,75	445	7571	153	40,84	34111	580261	39733	76,64
28	10,13	388	6860	168	40,84	32830	580985	39733	84,69
29	10,50	325	6104	167	40,84	30964	582040	39733	95,36
30	10,88	262	5303	155	40,84	28833	583244	39733	109,99
31	11,25	204	4457	137	40,84	26739	584427	39733	131,13
32	11,63	152	3566	116	40,84	25023	585397	39733	164,17
33	12,00	109	2630	94	40,84	24267	585824	39733	222,78
34	12,38	74	1648	72	40,84	26179	584744	39733	354,74
35	12,75	47	622	52	40,84	41241	548834	39733	882,18
36	13,13	27	-449	36	40,84	7876	-130706	20398	291,00
37	13,50	14	-1565	22	40,84	1334	-151931	20398	97,05
38	13,88	6	-2727	11	40,84	321	-155218	20398	56,92
39	14,25	2	-3933	4	40,84	60	-156067	20398	39,68
40	14,63	0	-5185	0	40,84	2	-156255	20398	30,14
41	15,00	0	-6481	0	40,84	0	-156260	20398	24,11

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
1	0,00	0	50230	14654	40,84	0	599539	39733	11,94
2	0,38	-4969	50654	9516	40,84	49715	506798	39733	10,01
3	0,75	-8538	50982	6373	40,84	66447	396789	39733	7,78
4	1,13	-10928	51216	3784	40,84	72647	340490	39733	6,65
5	1,50	-12346	51355	1699	40,84	75233	312932	39733	6,09
6	1,88	-12984	51399	66	40,84	76045	301045	39733	5,86
7	2,25	-13008	51349	-1175	40,84	76087	300343	39733	5,85
8	2,63	-12568	51203	-2081	40,84	75626	308117	39733	6,02
9	3,00	-11787	50962	-2708	40,84	74432	321807	39733	6,31
10	3,38	-10772	50627	-3108	40,84	72583	341139	39733	6,74
11	3,75	-9606	50196	-3330	40,84	70020	365882	39733	7,29
12	4,13	-8357	49671	-3417	40,84	66579	395703	39733	7,97
13	4,50	-7076	49050	-3405	40,84	62088	430387	39733	8,77
14	4,88	-5799	48335	-3327	40,84	56297	469225	39733	9,71
15	5,25	-4551	47525	-3209	40,84	48929	510905	39733	10,75
16	5,63	-3348	46561	-2731	40,84	39907	554990	39733	11,92
17	6,00	-2324	45377	-2237	40,84	29840	582675	39733	12,84
18	6,38	-1485	44084	-1762	40,84	19818	588339	39733	13,35
19	6,75	-824	42683	-1330	40,84	11452	593067	39733	13,89
20	7,13	-325	41173	-955	40,84	4717	596873	39733	14,50
21	7,50	33	39554	-641	40,84	494	599260	39733	15,15
22	7,88	273	37827	-388	40,84	4306	597105	39733	15,79
23	8,25	418	35991	-192	40,84	6921	595627	39733	16,55
24	8,63	490	34046	-48	40,84	8566	594698	39733	17,47
25	9,00	508	31993	52	40,84	9444	594202	39733	18,57
26	9,38	489	29832	117	40,84	9735	594037	39733	19,91

27	9,75	445	27561	153	40,84	9594	594117	39733	21,56
28	10,13	388	25182	168	40,84	9149	594368	39733	23,60
29	10,50	325	22695	167	40,84	8509	594730	39733	26,21
30	10,88	262	20099	155	40,84	7763	595152	39733	29,61
31	11,25	204	17394	137	40,84	6982	595593	39733	34,24
32	11,63	152	14581	116	40,84	6230	596018	39733	40,88
33	12,00	109	11659	94	40,84	5572	596390	39733	51,15
34	12,38	74	8628	72	40,84	5103	596655	39733	69,15
35	12,75	47	5489	52	40,84	5082	596667	39733	108,70
36	13,13	27	2242	36	40,84	7190	595476	39733	265,65
37	13,50	14	-1115	22	40,84	1853	-150248	20398	134,78
38	13,88	6	-4580	11	40,84	192	-155638	20398	33,98
39	14,25	2	-8153	4	40,84	29	-156167	20398	19,15
40	14,63	0	-11835	0	40,84	1	-156258	20398	13,20
41	15,00	0	-15626	0	40,84	0	-156260	20398	10,00

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,11 Y[m]= 3,11

Raggio del cerchio R[m]= 22,75

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -24,34

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 19,48

Larghezza della striscia dx[m]= 1,75

Coefficiente di sicurezza C= 3.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	9725.37	74.70	9380.76	6.64	13.86	0.033	0.000
2	25390.77	61.71	22357.35	3.70	21.32	0.104	0.000
3	34827.74	53.34	27940.32	2.94	23.10	0.032	0.000
4	41981.98	46.44	30422.59	2.54	23.91	0.000	0.000
5	47664.53	40.34	30853.55	2.30	23.91	0.000	0.000
6	52277.58	34.75	29801.34	2.13	23.91	0.000	0.000
7	56045.26	29.53	27623.01	2.01	23.91	0.000	0.000
8	59105.14	24.56	24570.79	1.93	23.91	0.000	0.000
9	61535.19	19.79	20834.45	1.86	23.91	0.000	0.000
10	62906.79	15.16	16447.36	1.82	23.91	0.000	0.000
11	63834.31	10.62	11767.42	1.78	23.91	0.000	0.000
12	67463.98	6.16	7234.55	1.76	23.91	0.000	0.000
13	58803.18	1.73	1771.82	1.75	23.91	0.000	0.000
14	52734.85	-2.69	-2477.07	1.75	23.91	0.000	0.000
15	51885.55	-7.13	-6437.80	1.77	23.91	0.000	0.000
16	50589.85	-11.61	-10177.94	1.79	23.91	0.000	0.000
17	48801.76	-16.16	-13581.52	1.82	23.91	0.000	0.000
18	46490.90	-20.82	-16523.99	1.88	23.91	0.000	0.000
19	43611.95	-25.63	-18864.94	1.94	23.91	0.000	0.000
20	40098.57	-30.65	-20439.28	2.04	23.91	0.000	0.000
21	35852.30	-35.94	-21042.63	2.16	23.91	0.000	0.000

22	30721.13	-41.62	-20404.65	2.34	23.91	0.000	0.000
23	24452.50	-47.87	-18133.42	2.61	23.91	0.000	0.000
24	16590.54	-55.01	-13591.80	3.06	22.52	0.056	0.000
25	6079.24	-63.88	-5458.49	3.98	21.32	0.104	0.000

$\Sigma W_i = 1089470,93$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 93871,79$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 420155,48$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 12815,96$ [kg]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,11 Y[m]= 3,11

Raggio del cerchio R[m]= 22,75

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -24,34

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 19,48

Larghezza della striscia dx[m]= 1,75

Coefficiente di sicurezza C= 3.24

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	9725.37	74.70	9380.76	6.64	13.86	0.033	0.000
2	25390.77	61.71	22357.35	3.70	21.32	0.104	0.000
3	34827.74	53.34	27940.32	2.94	23.10	0.032	0.000
4	41981.98	46.44	30422.59	2.54	23.91	0.000	0.000
5	47664.53	40.34	30853.55	2.30	23.91	0.000	0.000
6	52277.58	34.75	29801.34	2.13	23.91	0.000	0.000
7	56045.26	29.53	27623.01	2.01	23.91	0.000	0.000
8	59105.14	24.56	24570.79	1.93	23.91	0.000	0.000
9	61535.19	19.79	20834.45	1.86	23.91	0.000	0.000
10	62906.79	15.16	16447.36	1.82	23.91	0.000	0.000
11	63834.31	10.62	11767.42	1.78	23.91	0.000	0.000
12	67463.98	6.16	7234.55	1.76	23.91	0.000	0.000
13	58803.18	1.73	1771.82	1.75	23.91	0.000	0.000
14	52734.85	-2.69	-2477.07	1.75	23.91	0.000	0.000
15	51885.55	-7.13	-6437.80	1.77	23.91	0.000	0.000
16	50589.85	-11.61	-10177.94	1.79	23.91	0.000	0.000
17	48801.76	-16.16	-13581.52	1.82	23.91	0.000	0.000
18	46490.90	-20.82	-16523.99	1.88	23.91	0.000	0.000
19	43611.95	-25.63	-18864.94	1.94	23.91	0.000	0.000
20	40098.57	-30.65	-20439.28	2.04	23.91	0.000	0.000
21	35852.30	-35.94	-21042.63	2.16	23.91	0.000	0.000

22	30721.13	-41.62	-20404.65	2.34	23.91	0.000	0.000
23	24452.50	-47.87	-18133.42	2.61	23.91	0.000	0.000
24	16590.54	-55.01	-13591.80	3.06	22.52	0.056	0.000
25	6079.24	-63.88	-5458.49	3.98	21.32	0.104	0.000

$\Sigma W_i = 1089470,93$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 93871,79$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 420155,48$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 12815,96$ [kg]

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	9279,18	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9160,48	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1479,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	9,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,15	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	9160,48	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25729,43	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25729,43	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	9160,48	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]		
Risultante in fondazione	27311,50	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,60	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1756,66	[kgm]		

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	1,41	21,11
3	0,40	1000,00	11,26	84,44
4	0,60	1500,00	38,00	190,00
5	0,80	2000,00	90,07	337,78
6	1,00	2500,00	175,93	527,78
7	1,00	2500,00	-1074,07	527,78
8	1,20	3500,00	-946,00	760,00
9	1,40	4500,00	-767,26	1034,45
10	1,60	5500,00	-529,40	1351,12
11	1,80	6500,00	-223,99	1710,01
12	2,00	7500,00	157,42	2111,12
13	2,00	7500,00	157,42	2111,12
14	2,20	8500,00	623,27	2554,57
15	2,40	9500,00	1182,25	3043,10
16	2,60	10500,00	1843,86	3581,38
17	2,80	11500,00	2618,12	4169,09
18	3,00	12500,00	3514,52	4802,48
19	3,00	12500,00	-2735,56	4801,03
20	3,20	14000,00	-1708,74	5473,93
21	3,40	15500,00	-543,29	6187,29
22	3,60	17000,00	768,86	6940,90
23	3,80	18500,00	2235,74	7734,58
24	4,00	20000,00	3865,36	8568,23

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0,00	0,00	0,19	-0,01
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0,01	-0,02	-0,08	1,03
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0,04	-0,03	-0,32	4,38
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0,10	-0,05	-0,72	9,92
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0,17	-0,06	-1,29	17,66
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0,27	-0,08	-2,01	27,59
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0,39	-0,09	-2,89	39,70
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0,53	-0,11	-3,94	54,13
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0,69	-0,13	-5,16	70,82

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	2,01	2,01	-19908	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	2,01	2,01	-19908	-1	0,0000	0,00	0,000
3	0,40	2,01	2,01	-19908	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,60	2,01	2,01	-19908	-38	0,0000	0,00	0,000

5	0,80	2,01	2,01	-19908	-90	0,0000	0,00	0,000
6	1,00	2,01	2,01	-19908	-176	0,0000	0,00	0,000
7	1,00	2,01	2,01	79171	1074	0,0000	0,00	0,000
8	1,20	2,01	2,01	79171	946	0,0000	0,00	0,000
9	1,40	2,01	2,01	79171	767	0,0000	0,00	0,000
10	1,60	2,01	2,01	79171	529	0,0000	0,00	0,000
11	1,80	2,01	2,01	79171	224	0,0000	0,00	0,000
12	2,00	2,01	2,01	-79171	-157	0,0000	0,00	0,000
13	2,00	2,01	4,02	-79277	-157	0,0000	0,00	0,000
14	2,20	2,01	4,02	-79277	-623	0,0000	0,00	0,000
15	2,40	2,01	4,02	-79277	-1182	0,0000	0,00	0,000
16	2,60	2,01	4,02	-79277	-1844	0,0000	0,00	0,000
17	2,80	2,01	4,02	-79277	-2618	0,0000	0,00	0,000
18	3,00	2,01	4,02	-79277	-3515	0,0000	0,00	0,000
19	3,00	2,01	2,01	177761	2736	0,0000	0,00	0,000
20	3,20	2,01	2,01	177761	1709	0,0000	0,00	0,000
21	3,40	2,01	2,01	177761	543	0,0000	0,00	0,000
22	3,60	2,01	2,01	-177761	-769	0,0000	0,00	0,000
23	3,80	2,01	2,01	-177761	-2236	0,0000	0,00	0,000
24	4,00	2,01	2,01	-177761	-3865	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-3,40	3,14	3,14	5085	0	0,0000	0,00	0,000
2	-3,35	3,14	3,14	-5085	-1	0,0000	0,00	0,000
3	-3,30	3,14	3,14	-5085	-6	0,0000	0,00	0,000
4	-3,25	3,14	3,14	-5085	-14	0,0000	0,00	0,000
5	-3,20	3,14	3,14	-5085	-25	0,0000	0,00	0,000
6	-3,15	3,14	3,14	-5085	-39	0,0000	0,00	0,000
7	-3,10	3,14	3,14	-5085	-56	0,0000	0,00	0,000
8	-3,05	3,14	3,14	-5085	-76	0,0000	0,00	0,000
9	-3,00	3,14	3,14	-5085	-100	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	9279,18	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9160,48	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1479,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	9,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,15	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	9160,48	[kg]
--	---------	------

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25729,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25729,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	9160,48	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]
Risultante in fondazione	27311,50	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1756,66	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	1,41	21,11
3	0,40	1000,00	11,26	84,44
4	0,60	1500,00	38,00	190,00
5	0,80	2000,00	90,07	337,78
6	1,00	2500,00	175,93	527,78
7	1,00	2500,00	-1074,07	527,78
8	1,20	3500,00	-946,00	760,00
9	1,40	4500,00	-767,26	1034,45
10	1,60	5500,00	-529,40	1351,12
11	1,80	6500,00	-223,99	1710,01
12	2,00	7500,00	157,42	2111,12
13	2,00	7500,00	157,42	2111,12
14	2,20	8500,00	623,27	2554,57
15	2,40	9500,00	1182,25	3043,10
16	2,60	10500,00	1843,86	3581,38
17	2,80	11500,00	2618,12	4169,09
18	3,00	12500,00	3514,52	4802,48
19	3,00	12500,00	-2735,56	4801,03
20	3,20	14000,00	-1708,74	5473,93
21	3,40	15500,00	-543,29	6187,29
22	3,60	17000,00	768,86	6940,90
23	3,80	18500,00	2235,74	7734,58
24	4,00	20000,00	3865,36	8568,23

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 11

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0,00	0,00	0,19	-0,01
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0,01	-0,02	-0,08	1,03
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0,04	-0,03	-0,32	4,38
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0,10	-0,05	-0,72	9,92
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0,17	-0,06	-1,29	17,66
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0,27	-0,08	-2,01	27,59
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0,39	-0,09	-2,89	39,70
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0,53	-0,11	-3,94	54,13
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0,69	-0,13	-5,16	70,82

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	2,01	2,01	-19908	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	2,01	2,01	-19908	-1	0,0000	0,00	0,000
3	0,40	2,01	2,01	-19908	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,60	2,01	2,01	-19908	-38	0,0000	0,00	0,000

5	0,80	2,01	2,01	-19908	-90	0,0000	0,00	0,000
6	1,00	2,01	2,01	-19908	-176	0,0000	0,00	0,000
7	1,00	2,01	2,01	79171	1074	0,0000	0,00	0,000
8	1,20	2,01	2,01	79171	946	0,0000	0,00	0,000
9	1,40	2,01	2,01	79171	767	0,0000	0,00	0,000
10	1,60	2,01	2,01	79171	529	0,0000	0,00	0,000
11	1,80	2,01	2,01	79171	224	0,0000	0,00	0,000
12	2,00	2,01	2,01	-79171	-157	0,0000	0,00	0,000
13	2,00	2,01	4,02	-79277	-157	0,0000	0,00	0,000
14	2,20	2,01	4,02	-79277	-623	0,0000	0,00	0,000
15	2,40	2,01	4,02	-79277	-1182	0,0000	0,00	0,000
16	2,60	2,01	4,02	-79277	-1844	0,0000	0,00	0,000
17	2,80	2,01	4,02	-79277	-2618	0,0000	0,00	0,000
18	3,00	2,01	4,02	-79277	-3515	0,0000	0,00	0,000
19	3,00	2,01	2,01	177761	2736	0,0000	0,00	0,000
20	3,20	2,01	2,01	177761	1709	0,0000	0,00	0,000
21	3,40	2,01	2,01	177761	543	0,0000	0,00	0,000
22	3,60	2,01	2,01	-177761	-769	0,0000	0,00	0,000
23	3,80	2,01	2,01	-177761	-2236	0,0000	0,00	0,000
24	4,00	2,01	2,01	-177761	-3865	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-3,40	3,14	3,14	5085	0	0,0000	0,00	0,000
2	-3,35	3,14	3,14	-5085	-1	0,0000	0,00	0,000
3	-3,30	3,14	3,14	-5085	-6	0,0000	0,00	0,000
4	-3,25	3,14	3,14	-5085	-14	0,0000	0,00	0,000
5	-3,20	3,14	3,14	-5085	-25	0,0000	0,00	0,000
6	-3,15	3,14	3,14	-5085	-39	0,0000	0,00	0,000
7	-3,10	3,14	3,14	-5085	-56	0,0000	0,00	0,000
8	-3,05	3,14	3,14	-5085	-76	0,0000	0,00	0,000
9	-3,00	3,14	3,14	-5085	-100	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	9279,18	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	9160,48	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1479,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,78	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	9,17	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,15	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	9160,48	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	25729,43	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	25729,43	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	9160,48	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]		
Risultante in fondazione	27311,50	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,60	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1756,66	[kgm]		

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	500,00	1,41	21,11
3	0,40	1000,00	11,26	84,44
4	0,60	1500,00	38,00	190,00
5	0,80	2000,00	90,07	337,78
6	1,00	2500,00	175,93	527,78
7	1,00	2500,00	-1074,07	527,78
8	1,20	3500,00	-946,00	760,00
9	1,40	4500,00	-767,26	1034,45
10	1,60	5500,00	-529,40	1351,12
11	1,80	6500,00	-223,99	1710,01
12	2,00	7500,00	157,42	2111,12
13	2,00	7500,00	157,42	2111,12
14	2,20	8500,00	623,27	2554,57
15	2,40	9500,00	1182,25	3043,10
16	2,60	10500,00	1843,86	3581,38
17	2,80	11500,00	2618,12	4169,09
18	3,00	12500,00	3514,52	4802,48
19	3,00	12500,00	-2735,56	4801,03
20	3,20	14000,00	-1708,74	5473,93
21	3,40	15500,00	-543,29	6187,29
22	3,60	17000,00	768,86	6940,90
23	3,80	18500,00	2235,74	7734,58
24	4,00	20000,00	3865,36	8568,23

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 12

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100,00	50,00	3,14	3,14	0,00	0,00	0,19	-0,01
2	0,05	100,00	50,00	3,14	3,14	0,01	-0,02	-0,08	1,03
3	0,10	100,00	50,00	3,14	3,14	0,04	-0,03	-0,32	4,38
4	0,15	100,00	50,00	3,14	3,14	0,10	-0,05	-0,72	9,92
5	0,20	100,00	50,00	3,14	3,14	0,17	-0,06	-1,29	17,66
6	0,25	100,00	50,00	3,14	3,14	0,27	-0,08	-2,01	27,59
7	0,30	100,00	50,00	3,14	3,14	0,39	-0,09	-2,89	39,70
8	0,35	100,00	50,00	3,14	3,14	0,53	-0,11	-3,94	54,13
9	0,40	100,00	50,00	3,14	3,14	0,69	-0,13	-5,16	70,82

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	2,01	2,01	-19908	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	2,01	2,01	-19908	-1	0,0000	0,00	0,000
3	0,40	2,01	2,01	-19908	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,60	2,01	2,01	-19908	-38	0,0000	0,00	0,000

5	0,80	2,01	2,01	-19908	-90	0,0000	0,00	0,000
6	1,00	2,01	2,01	-19908	-176	0,0000	0,00	0,000
7	1,00	2,01	2,01	79171	1074	0,0000	0,00	0,000
8	1,20	2,01	2,01	79171	946	0,0000	0,00	0,000
9	1,40	2,01	2,01	79171	767	0,0000	0,00	0,000
10	1,60	2,01	2,01	79171	529	0,0000	0,00	0,000
11	1,80	2,01	2,01	79171	224	0,0000	0,00	0,000
12	2,00	2,01	2,01	-79171	-157	0,0000	0,00	0,000
13	2,00	2,01	4,02	-79277	-157	0,0000	0,00	0,000
14	2,20	2,01	4,02	-79277	-623	0,0000	0,00	0,000
15	2,40	2,01	4,02	-79277	-1182	0,0000	0,00	0,000
16	2,60	2,01	4,02	-79277	-1844	0,0000	0,00	0,000
17	2,80	2,01	4,02	-79277	-2618	0,0000	0,00	0,000
18	3,00	2,01	4,02	-79277	-3515	0,0000	0,00	0,000
19	3,00	2,01	2,01	177761	2736	0,0000	0,00	0,000
20	3,20	2,01	2,01	177761	1709	0,0000	0,00	0,000
21	3,40	2,01	2,01	177761	543	0,0000	0,00	0,000
22	3,60	2,01	2,01	-177761	-769	0,0000	0,00	0,000
23	3,80	2,01	2,01	-177761	-2236	0,0000	0,00	0,000
24	4,00	2,01	2,01	-177761	-3865	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-3,40	3,14	3,14	5085	0	0,0000	0,00	0,000
2	-3,35	3,14	3,14	-5085	-1	0,0000	0,00	0,000
3	-3,30	3,14	3,14	-5085	-6	0,0000	0,00	0,000
4	-3,25	3,14	3,14	-5085	-14	0,0000	0,00	0,000
5	-3,20	3,14	3,14	-5085	-25	0,0000	0,00	0,000
6	-3,15	3,14	3,14	-5085	-39	0,0000	0,00	0,000
7	-3,10	3,14	3,14	-5085	-56	0,0000	0,00	0,000
8	-3,05	3,14	3,14	-5085	-76	0,0000	0,00	0,000
9	-3,00	3,14	3,14	-5085	-100	0,0000	0,00	0,000

Il Tecnico

Geol. Gerardo Cipriano

Geol. Vito Antonio Miele