

Committente:

COMUNE DI VAL DELLA TORRE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO



Oggetto:

SISTEMAZIONE IDRAULICA E CONSOLIDAMENTO SPONDA DESTRA DEL RIO LENZUOLO

PROGETTO ESECUTIVO

CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE

SCALA:

Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n. elaborato	
	E	2	P	E		A	04
E2PE51518A04	E	2	P	E	515/18	A	04

Dati Progettisti / Consulenti

Ing. Massimo TUBERGA

Iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine
degli Ingegneri della Provincia di Torino
n. 5452 Sezione A

Rev.	Redatto	Verificato	Validato	Data	Timbri e Firme
1	ing. M. Tuberga	ing. L. Marengo	ing. M. Tuberga	11-18	

Il Responsabile del procedimento:

FIRMA

File: E2PE51518A04.pdf

GEO sintesi
Associazione tra Professionisti

geol. Edoardo RABAJOLI
ing. Massimo TUBERGA
ing. Luigi MARENCO
geol. Nicola QUARANTA
geol. Teresio BARBERO

C.so Unione Sovietica, 560 - 10135 Torino
Tel. 011 3913194 - Fax. 011 3470903
email : info@geoengineering.torino.it

1	PREMESSE.....	1
2	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO	1
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	1
4	PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO	2
5	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	6
5.1	Criteri di verifica.....	6
5.1.1	Calcolo delle spinte	6
5.1.2	Verifica al ribaltamento.....	9
5.1.3	Verifica a scorrimento.....	9
5.1.4	Verifica al carico limite.....	10
5.1.5	Verifica alla stabilità globale	11
5.1.6	Verifiche interne terre rinforzate	12
5.2	Condizioni di progetto.....	14
5.2.1	Carichi accidentali	14
5.2.2	Vita nominale e azione sismica.....	14
6	RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE	16
6.1	Gabbionata di sottoscarpa	16
6.2	Terre rinforzate di sottoscarpa	51

1 PREMESSE

La presente relazione di calcolo è redatta a corredo del progetto dei lavori di “Sistemazione idraulica e consolidamento sponda destra del Rio Lenzuolo” in comune di Val della Torre al fine di esplicitare gli studi tecnici svolti per il dimensionamento strutturale delle opere di sostegno a gravità previste in progetto **con particolare riferimento alla gabbionata antierosiva in fregio alla sponda destra del rio e al manufatto di terra rinforzata** di rimodellamento della scarpata a valle della Strada Comunale di Rubiana e della Via Malandrino. Ciò con contestuale indicazione delle prestazioni e dei requisiti tecnici richiesti dall'opera nei confronti delle condizioni del dissesto e delle condizioni al contorno.

2 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

La natura del terreno di copertura del substrato non permette la realizzazione di prove in sito tali da fornire in modo oggettivo parametri di resistenza significativi. Ciò in quanto la struttura caotica del detrito accompagnata dalla presenza di uno scheletro a pezzatura medio elevata non permette la realizzazione delle prove usualmente applicate per la definizione della densità in posto dei materiali. Per cui per la definizione dei parametri geotecnici necessari alla progettazione si dovrà necessariamente far riferimento a dati bibliografici e alle risultanze di precedenti esperienze su terreni analoghi.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dalle analisi geologiche svolte (vedi elaborato A02 *Relazione geologica e geotecnica*) litologicamente si è in presenza di terreni costituiti da depositi ghiaioso ciottolosi con frequente presenza di blocchi; i litotipi più rappresentati nei clasti sono costituiti da rocce metamorfiche.

Nella tabella seguente sono riportati i valori caratteristici dei principali parametri geotecnici dei terreni di copertura del substrato. Tali terreni sono quelli direttamente interessati dalle opere in progetto.

TERRENO	STRUTTURA E CONSISTENZA	γ (kNm^{-3})	ϕ'_p ($^\circ$)	ϕ'_{cv} ($^\circ$)	c' (kPa)	E' (MPa)	ν
Terreni a prevalente componente ghiaioso ciottolosa con frequente presenza di blocchi a volume pluridecimetrico	Struttura caotica, terreno incoerente da mediamente a molto addensato	19	42	36	0	50÷60	0,30

Legenda: peso di volume (γ), angolo di resistenza al taglio di picco (ϕ'_p), angolo di resistenza al taglio a volume costante (ϕ'_{cv}), coesione drenata (c'), modulo di deformabilità (E') e coefficiente di Poisson (ν)

Tabella 1: Caratteristiche litotecniche dei terreni

Relativamente ai materiali di rimodellamento del pendio si prevede l'utilizzo di misto granulare naturale ascrivibile alla categoria A1 A2 o A3 vdella classifica CNR UN.I Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri caratteristici di tali termini a seguito di rullatura e costipazione.

LITOTIPO	STRUTTURA E CONSISTENZA	γ (kNm^{-3})	ϕ ($^\circ$)	c (kPa)
Rilevato	Da addensato a molto addensato	20	38	0

Tabella 2: Caratteristiche litotecniche del rilevato di rimodellamento della scarpata

4 PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Sulla base delle analisi svolte al paragrafo precedente è possibile definire un profilo geotecnico di progetto a cui fare riferimento in sede progettuale.

La definizione dei parametri di calcolo è effettuata con riferimento all'approccio agli stati limite in campo geotecnico trattato dagli Eurocodici, che viene introdotto a livello di normativa nazionale attraverso il "Testo unico – Norme Tecniche per le Costruzioni – Gennaio 2018".

Per Stato Limite Ultimo (SLU) si intende lo stato al superamento del quale si ha il collasso strutturale, crolli, perdita di equilibrio, dissesti gravi, ovvero fenomeni che mettono fuori servizio in modo irreversibile la struttura.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

Per Stato Limite di Esercizio (SLE) si intende lo stato al superamento del quale corrisponde la perdita di una particolare funzionalità che condiziona o limita la prestazione dell'opera.

Nell'ambito del metodo agli stati limite, la misura della sicurezza si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti Parziali" di sicurezza espresso dall'espressione

$$E_d \leq R_d$$

dove:

R_d = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

E_d = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni, nelle combinazioni di carico di cui ai punti successivi

La resistenza R_d è determinata:

$$R_d = 1/\gamma_R R [\gamma_F F_K; X_K/\gamma_M; a_d]$$

E l'effetto delle azioni risulta:

$$E_d = E [\gamma_F F_K; X_K/\gamma_M; a_d]$$

In cui l'effetto delle azioni e resistenze sono espresse in funzione delle azioni di progetto F , dei parametri di progetto X e della geometria di progetto a .

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficiente parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnica (M1 e M2) e per le resistenza (R_1 , R_2 , e R_3).

La resistenza di progetto può essere determinata:

- in modo analitico, con riferimento ai valori caratteristici dei parametri geotecnici di resistenza (angolo di attrito, coesione, etc.) divisi per un coefficiente parziale γ_M e tenendo conto ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specifici per ogni tipo di opera sulla base di misure dirette, tenendo conto di specifici coefficienti parziali γ_R specifici per ogni tipo di opera
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con I risultati di prove in sito, tenendo conto di specifici coefficienti parziali γ_R specifici per ogni tipo di opera

Le azioni di progetto E_d sono determinate, a partire da un valore caratteristico, amplificandolo mediante i coefficienti parziali γ_F .

Per le diverse condizioni nella verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU), il T.U. Gennaio 2018 individua i seguenti coefficienti parziali:

Azioni (EQU)

AZIONE	Simbologia coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Permanente sfavorevole	γ_{G1}	1,1
Permanente favorevole		0,9
Permanente non strutturale favorevole	γ_{G2}	1,5
Permanente non strutturale sfavorevole		0,8
Variabile sfavorevole	γ_Q	1,5
Variabile favorevole		0,0

Azioni (A1) STR

AZIONE	Simbologia coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Permanente sfavorevole	γ_G	1,3
Permanente favorevole		1,0
Permanente non strutturale sfavorevole	γ_{G2}	1,5
Permanente non strutturale favorevole		0,8
Variabile sfavorevole	γ_Q	1,5
Variabile favorevole		0,0

Azioni (A2) GEO

AZIONE	Simbologia	COEFFICIENTE PARZIALE
Permanente sfavorevole	γ_G	1,0

Permanente favorevole		1,0
Permanente non strutturale sfavorevole	γ_{G2}	1,3
Permanente non strutturale favorevole		0,8
Variabile sfavorevole	γ_Q	1,3
Variabile favorevole		0,0

Resistenze (M1)

AZIONE	Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	1,0
Coesione efficace	c'_k	1,0
Resistenza non drenata	c_{uk}	1,0
Peso dell'unità di volume	γ	1,0

Resistenze (M2)

AZIONE	Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \square \phi'_k$	1,25
Coesione efficace	c'_k	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	1,0

Per le diverse problematiche di progetto sarà possibile definire il profilo geotecnico di progetto.

5 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche vengono eseguite in accordo con il DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 17 GENNAIO 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”. Le verifiche sono state condotte con riferimento alle opere di sottoscarpa in gabbioni metallici previste in corrispondenza dei settori di intervento.

5.1 Criteri di verifica

Il calcolo delle opere di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi in condizioni statiche e dinamiche (presenza di sisma):

- Calcolo della spinta del terreno e dei sovraccarichi stradali
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

5.1.1 Calcolo delle spinte

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 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 incrementati i soli carichi variabili.

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 parete pari a:

$$\varepsilon' = \varepsilon + \vartheta$$

$$\beta' = \beta + \vartheta$$

dove $\vartheta = \arctan \frac{k_h}{1 \pm k_v}$ 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

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

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

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

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

$$F_{iH} = k_h W$$

$$F_{iV} = \pm k_h W$$

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.

5.1.2 Verifica al ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

5.1.3 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 $\eta_s \geq 1.0$

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

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

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

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.

5.1.4 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:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_c + 0,5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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:

$$A = e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_q = A \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\varphi = (N_q - 1) \tan(1,4\varphi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

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

$$d_q = 1 + 0,2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

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

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

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:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi} \right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

5.1.5 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.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione 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} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

5.1.6 Verifiche interne terre rinforzate

Le verifiche interne riguardano la determinazione del non superamento delle resistenze date dai rinforzi per i meccanismi di:

- scorrimento diretto;
- sfilamento;
- resistenza a trazione.

Con S verrà indicata la spinta agente alla quota del rinforzo considerato.

La verifica a scorrimento diretto consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo scivolamento del blocco di terra armata al di sopra del rinforzo stesso. La resistenza allo scorrimento lungo un'elemento di rinforzo è data dalla

seguinte espressione:

$$\tau_{\text{scor}} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con f_{ds} coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor}} = L_{\text{scor}} \times B \times \tau_{\text{scor}}$$

L_{scor} : Lunghezza del rinforzo;

B: Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor}}/S \geq FS_{\text{scor}}$$

La verifica a sfilamento consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo sfilamento del rinforzo dalla terra armata. La resistenza allo sfilamento lungo un'elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{sfil}} = \sigma'_v \times f_{po} \times \tan \phi'$$

con f_{po} coeff. di resistenza allo sfilamento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{sfil}} = L_{\text{sfil}} \times B \times 2 \tau_{\text{sfil}}$$

L_{sfil} : Lunghezza del rinforzo;

B: Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{sfil}}/S \geq FS_{\text{sfil}}$$

La verifica a trazione consiste nell'assicurare che la tensione nel rinforzo non superi quella ammissibile. La verifica è soddisfatta se:

$$P / T \geq FS_{\text{traz}}$$

con P resistenza ammissibile impiegata per il dimensionamento:

$$P = LTDS / (FS_{\text{giunzione}} \times FS_{\text{chimico}} \times FS_{\text{biologico}} \times FS_{\text{danni ambientali}})$$

LTDS: resistenza di progetto a lungo termine;

T: sforzo agente nel rinforzo.

La *verifica del risvolto* consiste nel prevenire spancamenti della facciata. La resistenza allo scorrimento del risvolto è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{scor,risc}} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con f_{ds} coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor,risv}} = L_{\text{risv}} \times B \times \tau_{\text{scor,risv}}$$

L_{risv} : Lunghezza del rinforzo;

B: Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor,risv}}/S \geq FS_{\text{scor}}$$

Verifiche composte

Le verifiche composte riguardano la ricerca dei cinematismi di rottura che riguardano l'insieme terreno rinforzi. Il programma analizza delle famiglie di superfici circolari.

Il calcolo del fattore di sicurezza della superficie circolare è effettuato con il metodo delle strisce tenendo conto del contributo di resistenza dei rinforzi contenuti.

5.2 Condizioni di progetto

5.2.1 Carichi accidentali

La falda acquifera risulta porsi a livello del rio di fondovalle.

Il sovraccarico verticale uniformemente distribuito sulla carreggiata stradale, nella posizione più sfavorevole a schematizzazione la presenza della neve è normato al punto 3.4 delle NTC 2018

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times CE \times C_t$$

dove:

q_s è il carico neve in kN/m^2 ;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura = 0,8 per superfici inclinate tra 0° e 30° ;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $as < 200 \text{ m}$ per un periodo di ritorno di 50 anni mentre per $as > 200 \text{ m}$ si ha: $q_{sk} = 1,39[1+(as/728)^2]$; essendo l'altitudine as per il sito in oggetto pari a 600 m s.l.m.m. si ottiene $q_{sk} = 2,33 \text{ kN/m}^2$

CE è il coefficiente di esposizione = 1;

C_t è il coefficiente termico = 1.

Risulta quindi un carico verticale distribuito per neve pari a

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times CE \times C_t = 0,8 * 2,33 * 1 * 1 = 1,87 \text{ kN/m}^2$$

5.2.2 Vita nominale e azione sismica

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo

scopo al quale è destinata. Il D.M. 14/01/2018, ad esempio, prevede per opere ordinarie una vita nominale > 50 anni. I manufatti in oggetto sono classificabili come struttura "ordinaria", e pertanto ha vita nominale VN = 50 anni.

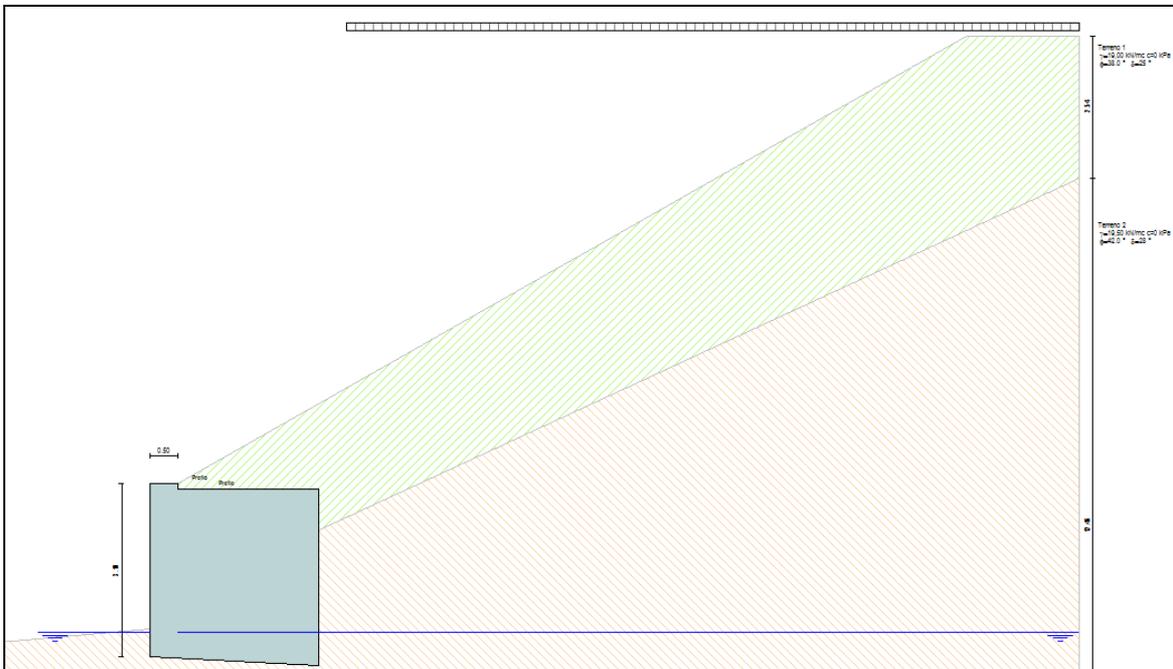
Parametri di progetto secondo NTC

Vita nominale	VN: 50 anni
Classe d'uso:	Classe II Coefficiente d'uso = 1
Periodo di riferimento	VR: 50
Categoria del sottosuolo	B
Categoria topografica:	T2
Amplificazione topografica ST	1,2
Zona sismica del sito	3 secondo Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n° 3274 e della D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche"
Coordinate del sito:	Long. = 7,42965 Lat. = 45,15821.
Accelerazione al suolo a_g	0.84 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.71$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.36$

6 RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE

6.1 Gabbionata di sottoscarpa

Si è fatto riferimento alla situazione rappresentata dalla seguente geometria:



N.T.C. 2018

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
γ_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_f	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale 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>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00	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>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00	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>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietra

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	0,50	0,50	0,10	0,00	0,00
2	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00
3	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00
4	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 3,10 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	3,00 [°]
Spessore estremità fondazione di valle	0,50 [m]
Spessore all'incastro fondazione di valle	0,00 [m]
Spessore all'incastro fondazione di monte	0,00 [m]
Spessore estremità fondazione di monte	0,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	16,000 [kN/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	3000 [kPa]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0 [kPa]

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	14,00	8,00	29,74
2	16,00	8,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	5,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00 [m]

Falda

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,60 [m]
Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,60 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	19,00	19,50	38,00	25,33	0,0	0,0

Terreno 2	19,50	20,00	42,00	28,00	0,0	0,0
-----------	-------	-------	-------	-------	-----	-----

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2,00	25,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	5,00	0,00	11,89	0,00	Terreno 2

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN/m]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	X _i =3,00	X _f =16,00	Q _i =1,8700	Q _f =1,8700
---	---------	----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
 γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 20 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 21 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 22 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_{γ} per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_{γ} per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,79	--	14,38	--
2	A1-M1 - [1]	--	2,39	--	15,14	--
3	A1-M1 - [1]	--	1,91	--	14,95	--
4	A1-M1 - [1]	--	2,26	--	14,85	--
5	EQU - [1]	--	--	3,02	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	1,21
7	A1-M1 - [2]	--	1,83	--	13,99	--
8	A1-M1 - [2]	--	2,16	--	14,02	--
9	A1-M1 - [2]	--	1,71	--	13,41	--
10	A1-M1 - [2]	--	2,28	--	14,34	--
11	EQU - [2]	--	--	2,91	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1,19
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,49	--	10,09	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,45	--	10,14	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,68	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,50	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,42
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,40
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,49	--	10,09	--
20	SLEQ - [1]	--	2,39	--	19,68	--
21	SLEF - [1]	--	2,37	--	19,49	--
22	SLER - [1]	--	2,29	--	18,77	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	45.156278
Longitudine	7.446278
Comune	Val Della Torre
Provincia	Torino
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	13346 - 13124 - 13123 - 13345

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e
industrie non pericolose	
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	0.84 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.71$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.36$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.37 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.53$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.27$

Forma diagramma incremento sismico statico	Stessa forma diagramma
--	------------------------

Partecipazione spinta passiva (per cento)	0,0	
Lunghezza del muro	20,00	[m]
Peso muro	148,5734	[kN]
Baricentro del muro	X=1,01	Y=-1,63
<u>Superficie di spinta</u>		
Punto inferiore superficie di spinta	X = 2,50	Y = -3,26
Punto superiore superficie di spinta	X = 2,50	Y = 1,43
Altezza della superficie di spinta	4,69	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	80,0324	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	71,1705	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36,6052	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	203,9159	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	207,4266	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	61,6488	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	216,3940	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,55	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	33,5204	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2983,7431	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	91,33	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	46,76	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,37$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 67.07$	$N'_q = 58.98$	$N'_\gamma = 53.06$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.79
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.38

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 1

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,00	0,05	--	2	--	--	14,70	--
2	0,27	3,0000	59,08	-29,53	3,24	--	39	--	--	18,25	--
3	0,60	3,0000	75,08	-27,67	8,06	--	43	--	--	9,31	--
4	0,93	3,0000	91,08	-24,06	13,76	--	46	--	--	6,62	--
5	1,10	3,0000	99,08	-21,50	16,92	--	47	--	--	5,85	--
6	1,43	3,0000	115,08	-14,72	23,90	--	48	--	--	4,82	--
7	1,77	3,0000	131,08	-5,48	31,73	--	47	--	--	4,13	--
8	2,10	3,0000	147,08	6,53	40,45	--	53	--	--	3,64	--
9	2,27	3,0000	155,02	13,51	43,61	--	61	--	--	3,55	--
10	2,60	3,0000	170,89	28,82	49,90	--	76	--	--	3,42	--
11	2,93	3,0000	186,76	46,76	58,91	--	93	--	--	3,17	--

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	80,0324	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	71,1705	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36,6052	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,2821	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	260,0914	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	263,5252	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	58,7088	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	269,9856	[kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,56	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26,1125	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3988,5272	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	105,08	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	70,36	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,49$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 74.57$	$N'_q = 65.57$	$N'_\gamma = 71.01$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.39
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.14

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 2

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	1,04	0,00	0,05	--	2	--	--	19,11	--
2	0,27	3,0000	61,72	-29,23	3,24	--	40	--	--	19,06	--
3	0,60	3,0000	82,52	-27,37	8,06	--	46	--	--	10,23	--
4	0,93	3,0000	103,32	-23,76	13,76	--	50	--	--	7,51	--
5	1,10	3,0000	113,72	-21,20	16,92	--	52	--	--	6,72	--
6	1,43	3,0000	134,52	-14,42	23,90	--	54	--	--	5,63	--
7	1,77	3,0000	155,32	-5,18	31,73	--	55	--	--	4,89	--
8	2,10	3,0000	176,12	6,83	40,45	--	63	--	--	4,35	--
9	2,27	3,0000	186,44	13,81	43,61	--	71	--	--	4,27	--
10	2,60	3,0000	207,07	29,12	49,90	--	88	--	--	4,15	--
11	2,93	3,0000	227,70	47,06	58,91	--	107	--	--	3,87	--

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	80,0324	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	71,1705	[kN]
Componente verticale della spinta statica	36,6052	[kN]

Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,2821	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4202	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	215,5194	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	219,0143	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	61,0415	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,12	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Risultante in fondazione	227,3616	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,57	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26,3785	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	3273,6168	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	90,44	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	55,37	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,40$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 68.87$	$N'_q = 60.57$	$N'_\gamma = 57.22$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.91
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.95

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,00	0,05	--	2	--	--	14,70	--
2	0,27	3,0000	59,08	-29,53	3,24	--	39	--	--	18,25	--
3	0,60	3,0000	75,08	-27,67	8,06	--	43	--	--	9,31	--
4	0,93	3,0000	91,08	-24,06	13,76	--	46	--	--	6,62	--
5	1,10	3,0000	99,08	-21,50	16,92	--	47	--	--	5,85	--
6	1,43	3,0000	115,08	-14,72	23,90	--	48	--	--	4,82	--
7	1,77	3,0000	131,08	-5,48	31,73	--	47	--	--	4,13	--
8	2,10	3,0000	147,08	6,53	40,45	--	53	--	--	3,64	--
9	2,27	3,0000	155,02	13,51	43,61	--	61	--	--	3,55	--
10	2,60	3,0000	170,89	28,82	49,90	--	76	--	--	3,42	--
11	2,93	3,0000	186,76	46,76	58,91	--	93	--	--	3,17	--

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	80,0324	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	71,1705	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36,6052	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	248,4879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	251,9375	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	59,3161	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	258,8260	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	33,2544	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3740,9356	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	105,97	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	61,76	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,47$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 73.24$	$N'_q = 64.41$	$N'_\gamma = 67.73$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.26
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.85

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	1,04	0,00	0,05	--	2	--	--	19,11	--
2	0,27	3,0000	61,72	-29,23	3,24	--	40	--	--	19,06	--
3	0,60	3,0000	82,52	-27,37	8,06	--	46	--	--	10,23	--
4	0,93	3,0000	103,32	-23,76	13,76	--	50	--	--	7,51	--
5	1,10	3,0000	113,72	-21,20	16,92	--	52	--	--	6,72	--
6	1,43	3,0000	134,52	-14,42	23,90	--	54	--	--	5,63	--
7	1,77	3,0000	155,32	-5,18	31,73	--	55	--	--	4,89	--
8	2,10	3,0000	176,12	6,83	40,45	--	63	--	--	4,35	--
9	2,27	3,0000	186,44	13,81	43,61	--	71	--	--	4,27	--
10	2,60	3,0000	207,07	29,12	49,90	--	88	--	--	4,15	--
11	2,93	3,0000	227,70	47,06	58,91	--	107	--	--	3,87	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	80,0324	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	71,1705	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36,6052	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	203,9159	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	137,3404	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	415,3868	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	207,4266	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	61,6488	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,16	[m]

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	216,3940	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,55	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	33,5204	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.02
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 5

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzio normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	--	--	--	0,0037	--	0,21	0,00	--	71,42
2	0,27	3,0000	--	--	--	0,4998	--	119,34	0,42	--	284,59
3	0,60	3,0000	--	--	--	0,3685	--	144,48	2,28	--	63,40
4	0,93	3,0000	--	--	--	0,2641	--	169,83	5,89	--	28,83
5	1,10	3,0000	--	--	--	0,2170	--	182,58	8,45	--	21,62
6	1,43	3,0000	--	--	--	0,1279	--	208,23	15,23	--	13,68
7	1,77	3,0000	--	--	--	0,0418	--	234,08	24,47	--	9,57
8	2,10	3,0000	--	--	--	0,0444	--	260,15	36,48	--	7,13
9	2,27	3,0000	--	--	--	0,0872	--	272,80	43,46	--	6,28
10	2,60	3,0000	--	--	--	0,1686	--	298,09	58,77	--	5,07
11	2,93	3,0000	--	--	--	0,2504	--	323,92	76,70	--	4,22

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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 [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,33 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 7,33

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,99

Larghezza della striscia dx[m]= 0,46

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	15,5833	78.19	15,2532	0,0220	32.33	0	0
2	27,3480	65.09	24,8045	0,0107	35.77	0	0
3	32,6772	57.47	27,5513	0,0084	35.77	0	0
4	36,1347	51.25	28,1817	0,0072	35.77	0	0
5	38,4791	45.80	27,5848	0,0065	35.77	0	0
6	40,0387	40.84	26,1829	0,0060	35.77	0	0
7	41,0437	36.23	24,2589	0,0056	35.77	0	3
8	39,5608	31.88	20,8956	0,0053	35.77	0	6
9	36,8122	27.73	17,1305	0,0051	35.77	0	8
10	36,5059	23.74	14,6942	0,0049	35.77	0	10
11	35,8583	19.86	12,1809	0,0048	35.77	0	12
12	34,8959	16.07	9,6620	0,0047	35.77	0	14
13	33,6380	12.36	7,2008	0,0046	35.77	0	15
14	33,0656	8.70	5,0015	0,0046	35.77	0	16
15	17,3738	5.07	1,5368	0,0045	35.77	0	16
16	15,4059	1.47	0,3951	0,0045	35.77	0	16
17	15,4859	-2.13	-0,5754	0,0045	35.77	0	16
18	15,6692	-5.74	-1,5663	0,0045	35.77	0	16
19	15,6648	-9.37	-2,5498	0,0046	35.77	0	15
20	15,3832	-13.04	-3,4701	0,0046	35.77	0	15
21	14,8135	-16.76	-4,2721	0,0047	35.77	0	13
22	10,6897	-20.56	-3,7543	0,0048	35.77	0	12
23	7,8838	-24.46	-3,2641	0,0050	32.01	0	10
24	5,6476	-28.48	-2,6932	0,0051	32.01	0	8
25	3,0274	-32.66	-1,6339	0,0054	32.01	0	5

$\Sigma W_i = 618,6862$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 238,7354$ [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 366,1270$ [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$ [kN]

COMBINAZIONE n° 7

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	83,8014	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74,5399	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38,2947	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,71	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,2821	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75,7896	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	217,2090	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	220,8778	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	64,3179	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	230,0517	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,24	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	31,3453	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3090,0840	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	94,36	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	52,69	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,38$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 67.65$	$N'_q = 59.49$	$N'_\gamma = 54.39$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.83
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.99

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 7

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H altezza della sezione espressa in [m]

N sforzo normale [kN]

M momento flettente [kNm]
 T taglio [kN]
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
 σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
 Ms momento stabilizzante [kNm]
 Mr momento ribaltante [kNm]
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,00	0,05	--	2	--	--	14,70	--
2	0,27	3,0000	59,08	-29,50	3,47	--	39	--	--	17,02	--
3	0,60	3,0000	75,08	-27,51	8,59	--	43	--	--	8,74	--
4	0,93	3,0000	91,08	-23,68	14,57	--	46	--	--	6,25	--
5	1,10	3,0000	99,08	-20,97	17,89	--	47	--	--	5,54	--
6	1,43	3,0000	115,08	-13,82	25,16	--	48	--	--	4,57	--
7	1,77	3,0000	131,08	-4,11	33,29	--	46	--	--	3,94	--
8	2,10	3,0000	147,08	8,47	42,30	--	55	--	--	3,48	--
9	2,27	3,0000	155,02	15,77	45,56	--	62	--	--	3,40	--
10	2,60	3,0000	170,89	31,74	52,03	--	78	--	--	3,28	--
11	2,93	3,0000	186,76	50,42	61,27	--	96	--	--	3,05	--

COMBINAZIONE n° 8

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	83,8014	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74,5399	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38,2947	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,71	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75,7896	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	250,1774	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	253,8010	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	62,5924	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	261,4054	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	38,2213	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3559,4091	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	109,90	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	59,07	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,45$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 72.09$	$N'_q = 63.40$	$N'_\gamma = 64.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.16
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.02

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 8

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	1,04	0,00	0,05	--	2	--	--	19,11	--
2	0,27	3,0000	61,72	-29,20	3,47	--	40	--	--	17,78	--
3	0,60	3,0000	82,52	-27,21	8,59	--	46	--	--	9,61	--
4	0,93	3,0000	103,32	-23,38	14,57	--	50	--	--	7,09	--
5	1,10	3,0000	113,72	-20,67	17,89	--	52	--	--	6,36	--
6	1,43	3,0000	134,52	-13,52	25,16	--	54	--	--	5,35	--
7	1,77	3,0000	155,32	-3,81	33,29	--	54	--	--	4,67	--
8	2,10	3,0000	176,12	8,77	42,30	--	65	--	--	4,16	--
9	2,27	3,0000	186,44	16,07	45,56	--	73	--	--	4,09	--
10	2,60	3,0000	207,07	32,04	52,03	--	90	--	--	3,98	--
11	2,93	3,0000	227,70	50,72	61,27	--	110	--	--	3,72	--

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	83,8014	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74,5399	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38,2947	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,71	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75,7896	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	205,6054	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	209,2901	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	64,9251	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	219,1293	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	38,4873	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2806,1512	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95,26	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	44,08	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,65$	$i_q = 0,65$	$i_\gamma = 0,35$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 65.83$	$N'_q = 57.89$	$N'_\gamma = 50.25$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.71
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.41

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 9

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,00	0,05	--	2	--	--	14,70	--
2	0,27	3,0000	59,08	-29,50	3,47	--	39	--	--	17,02	--
3	0,60	3,0000	75,08	-27,51	8,59	--	43	--	--	8,74	--
4	0,93	3,0000	91,08	-23,68	14,57	--	46	--	--	6,25	--
5	1,10	3,0000	99,08	-20,97	17,89	--	47	--	--	5,54	--
6	1,43	3,0000	115,08	-13,82	25,16	--	48	--	--	4,57	--
7	1,77	3,0000	131,08	-4,11	33,29	--	46	--	--	3,94	--
8	2,10	3,0000	147,08	8,47	42,30	--	55	--	--	3,48	--
9	2,27	3,0000	155,02	15,77	45,56	--	62	--	--	3,40	--
10	2,60	3,0000	170,89	31,74	52,03	--	78	--	--	3,28	--
11	2,93	3,0000	186,76	50,42	61,27	--	96	--	--	3,05	--

COMBINAZIONE n° 10

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	83,8014	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74,5399	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38,2947	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,71	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,2821	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75,7896	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	261,7810	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	265,3887	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	61,9851	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	272,5313	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	31,0793	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3804,3907	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	109,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	67,68	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,47$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 73.44$	$N'_q = 64.58$	$N'_\gamma = 68.21$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.28
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.34

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 10

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]

σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
 Ms momento stabilizzante [kNm]
 Mr momento ribaltante [kNm]
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	1,04	0,00	0,05	--	2	--	--	19,11	--
2	0,27	3,0000	61,72	-29,20	3,47	--	40	--	--	17,78	--
3	0,60	3,0000	82,52	-27,21	8,59	--	46	--	--	9,61	--
4	0,93	3,0000	103,32	-23,38	14,57	--	50	--	--	7,09	--
5	1,10	3,0000	113,72	-20,67	17,89	--	52	--	--	6,36	--
6	1,43	3,0000	134,52	-13,52	25,16	--	54	--	--	5,35	--
7	1,77	3,0000	155,32	-3,81	33,29	--	54	--	--	4,67	--
8	2,10	3,0000	176,12	8,77	42,30	--	65	--	--	4,16	--
9	2,27	3,0000	186,44	16,07	45,56	--	73	--	--	4,09	--
10	2,60	3,0000	207,07	32,04	52,03	--	90	--	--	3,98	--
11	2,93	3,0000	227,70	50,72	61,27	--	110	--	--	3,72	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	83,8014	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74,5399	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38,2947	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,71	[°]		
Spinta falda	2,2948	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	19,9687	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75,7896	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	205,6054	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	144,5767	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	420,4554	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	209,2901	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	64,9251	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	219,1293	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	38,4873	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.91
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 11

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

- H altezza della sezione espressa in [m]
- N sforzo normale [kN]
- M momento flettente [kNm]
- T taglio [kN]
- e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
- σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
- Ms momento stabilizzante [kNm]
- Mr momento ribaltante [kNm]
- Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
- Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	--	--	--	0,0037	--	0,21	0,00	--	71,42
2	0,27	3,0000	--	--	--	0,4993	--	119,39	0,45	--	265,14
3	0,60	3,0000	--	--	--	0,3664	--	144,61	2,44	--	59,35
4	0,93	3,0000	--	--	--	0,2599	--	170,02	6,27	--	27,10
5	1,10	3,0000	--	--	--	0,2117	--	182,81	8,98	--	20,37
6	1,43	3,0000	--	--	--	0,1201	--	208,53	16,13	--	12,93
7	1,77	3,0000	--	--	--	0,0313	--	234,45	25,84	--	9,07
8	2,10	3,0000	--	--	--	0,0576	--	260,58	38,42	--	6,78
9	2,27	3,0000	--	--	--	0,1017	--	273,26	45,71	--	5,98
10	2,60	3,0000	--	--	--	0,1857	--	298,60	61,69	--	4,84
11	2,93	3,0000	--	--	--	0,2700	--	324,48	80,37	--	4,04

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 12

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 [kN]
- 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 [kPa]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,33 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 7,33

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,99

Larghezza della striscia dx[m]= 0,46

Coefficiente di sicurezza C= 1.19

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	16,7013	78.19	16,3476	0,0220	32.33	0	0
2	28,4660	65.09	25,8185	0,0107	35.77	0	0
3	33,7952	57.47	28,4940	0,0084	35.77	0	0

4	37,2527	51.25	29,0537	0,0072	35.77	0	0
5	39,5971	45.80	28,3863	0,0065	35.77	0	0
6	41,1567	40.84	26,9140	0,0060	35.77	0	0
7	41,5988	36.23	24,5870	0,0056	35.77	0	3
8	39,5608	31.88	20,8956	0,0053	35.77	0	6
9	36,8122	27.73	17,1305	0,0051	35.77	0	8
10	36,5059	23.74	14,6942	0,0049	35.77	0	10
11	35,8583	19.86	12,1809	0,0048	35.77	0	12
12	34,8959	16.07	9,6620	0,0047	35.77	0	14
13	33,6380	12.36	7,2008	0,0046	35.77	0	15
14	33,0656	8.70	5,0015	0,0046	35.77	0	16
15	17,3738	5.07	1,5368	0,0045	35.77	0	16
16	15,4059	1.47	0,3951	0,0045	35.77	0	16
17	15,4859	-2.13	-0,5754	0,0045	35.77	0	16
18	15,6692	-5.74	-1,5663	0,0045	35.77	0	16
19	15,6648	-9.37	-2,5498	0,0046	35.77	0	15
20	15,3832	-13.04	-3,4701	0,0046	35.77	0	15
21	14,8135	-16.76	-4,2721	0,0047	35.77	0	13
22	10,6897	-20.56	-3,7543	0,0048	35.77	0	12
23	7,8838	-24.46	-3,2641	0,0050	32.01	0	10
24	5,6476	-28.48	-2,6932	0,0051	32.01	0	8
25	3,0274	-32.66	-1,6339	0,0054	32.01	0	5

$\Sigma W_i = 625,9494$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 244,5190$ [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 369,0414$ [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$ [kN]

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	61,5634	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54,7465	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	28,1579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Incremento sismico della spinta	29,5100	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,02	[°]		
Spinta falda	1,7652	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	15,3605	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]
Inerzia del muro	6,9985	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3,4992	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1,8219	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,9110	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	90,7706	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	217,9778	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	222,4297	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	79,2381	[kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	236,1221	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	58,2385	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2245,0629	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	112,76	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	35,32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,28$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 61.61$	$N'_q = 54.18$	$N'_\gamma = 41.08$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.09

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 13

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzio normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,03	0,52	--	2	--	--	1,54	--
2	0,27	3,0000	47,48	-22,28	4,15	--	31	--	--	11,45	--
3	0,60	3,0000	63,48	-19,88	10,47	--	34	--	--	6,07	--
4	0,93	3,0000	79,48	-15,20	17,78	--	37	--	--	4,47	--
5	1,10	3,0000	87,48	-11,90	21,81	--	37	--	--	4,01	--
6	1,43	3,0000	103,48	-3,19	30,60	--	37	--	--	3,38	--
7	1,77	3,0000	119,48	8,61	40,39	--	46	--	--	2,96	--
8	2,10	3,0000	135,48	23,85	51,19	--	61	--	--	2,65	--
9	2,27	3,0000	143,41	32,68	55,21	--	70	--	--	2,60	--
10	2,60	3,0000	159,28	52,08	63,21	--	88	--	--	2,52	--
11	2,93	3,0000	175,15	74,75	74,17	--	108	--	--	2,36	--

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	61,5634	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54,7465	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	28,1579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Incremento sismico della spinta	27,1076	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,58	[°]		
Spinta falda	1,7652	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	15,3605	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]
Inerzia del muro	6,9985	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3,4992	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1,8219	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0,9110	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	88,6342	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208,0586	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	212,4122	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	77,6238	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,27	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Risultante in fondazione	226,1513	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,07	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	57,6626	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	2154,8250	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	109,04	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	32,37	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,60$	$i_q = 0,60$	$i_\gamma = 0,27$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 60.80$	$N'_q = 53.46$	$N'_\gamma = 39.39$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.14

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 14

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sfuerzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,02	0,49	--	2	--	--	1,64	--
2	0,27	3,0000	47,48	-22,30	4,05	--	31	--	--	11,71	--
3	0,60	3,0000	63,48	-19,94	10,24	--	34	--	--	6,20	--
4	0,93	3,0000	79,48	-15,36	17,39	--	37	--	--	4,57	--
5	1,10	3,0000	87,48	-12,14	21,33	--	37	--	--	4,10	--
6	1,43	3,0000	103,48	-3,62	29,92	--	37	--	--	3,46	--
7	1,77	3,0000	119,48	7,91	39,48	--	45	--	--	3,03	--
8	2,10	3,0000	135,48	22,81	50,04	--	60	--	--	2,71	--
9	2,27	3,0000	143,41	31,44	53,97	--	69	--	--	2,66	--
10	2,60	3,0000	159,28	50,41	61,79	--	87	--	--	2,58	--
11	2,93	3,0000	175,15	72,56	72,50	--	107	--	--	2,42	--

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	61,5634	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54,7465	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	28,1579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Incremento sismico della spinta	22,5781	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,08	[°]		
Spinta falda	1,7652	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	15,3605	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]
Inerzia del muro	10,4977	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5,2489	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2,7329	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1,3665	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	89,0166	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	217,0125	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	160,9196	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	431,8205	[kNm]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	221,3738	[kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	77,5370	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	234,5599	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	61,6156	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.68
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 15

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	--	--	--	0,0270	--	0,21	0,02	--	9,73
2	0,27	3,0000	--	--	--	0,4698	--	94,61	0,50	--	187,95
3	0,60	3,0000	--	--	--	0,3141	--	119,49	2,87	--	41,66
4	0,93	3,0000	--	--	--	0,1930	--	144,53	7,47	--	19,36
5	1,10	3,0000	--	--	--	0,1384	--	157,11	10,70	--	14,69
6	1,43	3,0000	--	--	--	0,0347	--	182,38	19,22	--	9,49
7	1,77	3,0000	--	--	--	0,0662	--	207,80	30,72	--	6,76
8	2,10	3,0000	--	--	--	0,1677	--	233,39	45,53	--	5,13
9	2,27	3,0000	--	--	--	0,2182	--	245,87	54,10	--	4,54
10	2,60	3,0000	--	--	--	0,3147	--	270,82	72,94	--	3,71
11	2,93	3,0000	--	--	--	0,4117	--	296,18	94,92	--	3,12

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	61,5634	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54,7465	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	28,1579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Incremento sismico della spinta	18,6020	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,58	[°]		
Spinta falda	1,7652	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	15,3605	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]
Inerzia del muro	10,4977	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5,2489	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2,7329	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1,3665	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	85,4807	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	201,9632	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	166,3867	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	415,5693	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	206,1601	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	74,7936	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	219,3082	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,94	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	60,4820	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.50
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 16

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	--	--	--	0,0235	--	0,21	0,02	--	11,17
2	0,27	3,0000	--	--	--	0,4702	--	94,61	0,48	--	195,92
3	0,60	3,0000	--	--	--	0,3158	--	119,49	2,76	--	43,34
4	0,93	3,0000	--	--	--	0,1966	--	144,53	7,18	--	20,13
5	1,10	3,0000	--	--	--	0,1431	--	157,11	10,29	--	15,27
6	1,43	3,0000	--	--	--	0,0419	--	182,38	18,47	--	9,87
7	1,77	3,0000	--	--	--	0,0562	--	207,80	29,53	--	7,04
8	2,10	3,0000	--	--	--	0,1546	--	233,39	43,75	--	5,34
9	2,27	3,0000	--	--	--	0,2034	--	245,87	51,98	--	4,73
10	2,60	3,0000	--	--	--	0,2967	--	270,82	70,07	--	3,87
11	2,93	3,0000	--	--	--	0,3904	--	296,18	91,18	--	3,25

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 17

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 [kN]
- 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 [kPa]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,33 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 7,33

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,99

Larghezza della striscia dx[m]= 0,46

Coefficiente di sicurezza C= 1.42

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	15,5833	78.19	15,2532	0,0220	38.34	0	0
2	27,3480	65.09	24,8045	0,0107	42.00	0	0
3	32,6772	57.47	27,5513	0,0084	42.00	0	0
4	36,1347	51.25	28,1817	0,0072	42.00	0	0
5	38,4791	45.80	27,5848	0,0065	42.00	0	0
6	40,0387	40.84	26,1829	0,0060	42.00	0	0
7	41,0437	36.23	24,2589	0,0056	42.00	0	3
8	39,5608	31.88	20,8956	0,0053	42.00	0	6
9	36,8122	27.73	17,1305	0,0051	42.00	0	8
10	36,5059	23.74	14,6942	0,0049	42.00	0	10
11	35,8583	19.86	12,1809	0,0048	42.00	0	12
12	34,8959	16.07	9,6620	0,0047	42.00	0	14
13	33,6380	12.36	7,2008	0,0046	42.00	0	15
14	33,0656	8.70	5,0015	0,0046	42.00	0	16
15	17,3738	5.07	1,5368	0,0045	42.00	0	16
16	15,4059	1.47	0,3951	0,0045	42.00	0	16
17	15,4859	-2.13	-0,5754	0,0045	42.00	0	16
18	15,6692	-5.74	-1,5663	0,0045	42.00	0	16
19	15,6648	-9.37	-2,5498	0,0046	42.00	0	15
20	15,3832	-13.04	-3,4701	0,0046	42.00	0	15
21	14,8135	-16.76	-4,2721	0,0047	42.00	0	13
22	10,6897	-20.56	-3,7543	0,0048	42.00	0	12
23	7,8838	-24.46	-3,2641	0,0050	38.00	0	10
24	5,6476	-28.48	-2,6932	0,0051	38.00	0	8
25	3,0274	-32.66	-1,6339	0,0054	38.00	0	5

$\Sigma W_i = 618,6862$ [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 238,7354$ [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 457,6584$ [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,0000$ [kN]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 18

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 [kN]
- 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 [kPa]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,66 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 7,51

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,83

Larghezza della striscia dx[m]= 0,48

Coefficiente di sicurezza C= 1.40

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	15,6826	78.15	15,3483	0,0228	38.33	0	0
2	28,2510	64.95	25,5943	0,0110	42.00	0	0
3	33,9190	57.28	28,5381	0,0086	42.00	0	0
4	37,5847	51.02	29,2181	0,0074	42.00	0	0
5	40,0589	45.53	28,5873	0,0067	42.00	0	0
6	41,7093	40.54	27,1094	0,0062	42.00	0	1
7	42,7521	35.90	25,0672	0,0058	42.00	0	4
8	38,2803	31.52	20,0109	0,0055	42.00	0	7
9	38,3175	27.33	17,5943	0,0053	42.00	0	10
10	37,9491	23.30	15,0130	0,0051	42.00	0	12
11	37,2132	19.39	12,3569	0,0050	42.00	0	14
12	36,1377	15.58	9,7034	0,0049	42.00	0	15
13	35,3393	11.83	7,2434	0,0048	42.00	0	17
14	22,6714	8.13	3,2064	0,0047	42.00	0	17
15	17,5278	4.47	1,3652	0,0047	42.00	0	18
16	17,7816	0.82	0,2552	0,0047	42.00	0	18
17	18,1667	-2.82	-0,8935	0,0047	42.00	0	18
18	18,3955	-6.47	-2,0735	0,0047	42.00	0	18
19	18,3293	-10.15	-3,2307	0,0047	42.00	0	17
20	17,9598	-13.87	-4,3068	0,0048	42.00	0	16
21	17,2738	-17.66	-5,2399	0,0049	42.00	0	15
22	10,9908	-21.52	-4,0325	0,0050	38.00	0	13
23	8,9341	-25.50	-3,8457	0,0052	38.00	0	11
24	6,4268	-29.61	-3,1750	0,0054	38.00	0	9
25	3,4880	-33.89	-1,9449	0,0056	38.00	0	6

$\Sigma W_i = 641,1404$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 237,4688$ [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 474,0355$ [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$ [kN]

COMBINAZIONE n° 19

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	61,5634	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54,7465	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	28,1579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	27,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,83	[°]		
Incremento sismico della spinta	29,5100	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,59	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,02	[°]		
Spinta falda	1,7652	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,50	[m]	Y = -3,06	[m]
Sottospinta falda	15,3605	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38,6786	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,62	[m]	Y = 0,41	[m]
Inerzia del muro	6,9985	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3,4992	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1,8219	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,9110	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	90,7706	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	217,9778	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	222,4297	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	79,2381	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,26	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Risultante in fondazione	236,1221	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	58,2385	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	2245,0629	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	112,76	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	35,32	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,28$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 61.61$	$N'_q = 54.18$	$N'_\gamma = 41.08$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.09

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 19

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,80	0,03	0,52	--	2	--	--	1,54	--
2	0,27	3,0000	47,48	-22,28	4,15	--	31	--	--	11,45	--
3	0,60	3,0000	63,48	-19,88	10,47	--	34	--	--	6,07	--
4	0,93	3,0000	79,48	-15,20	17,78	--	37	--	--	4,47	--
5	1,10	3,0000	87,48	-11,90	21,81	--	37	--	--	4,01	--
6	1,43	3,0000	103,48	-3,19	30,60	--	37	--	--	3,38	--
7	1,77	3,0000	119,48	8,61	40,39	--	46	--	--	2,96	--
8	2,10	3,0000	135,48	23,85	51,19	--	61	--	--	2,65	--
9	2,27	3,0000	143,41	32,68	55,21	--	70	--	--	2,60	--
10	2,60	3,0000	159,28	52,08	63,21	--	88	--	--	2,52	--
11	2,93	3,0000	175,15	74,75	74,17	--	108	--	--	2,36	--

Inviluppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

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

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Inviluppo combinazioni SLU

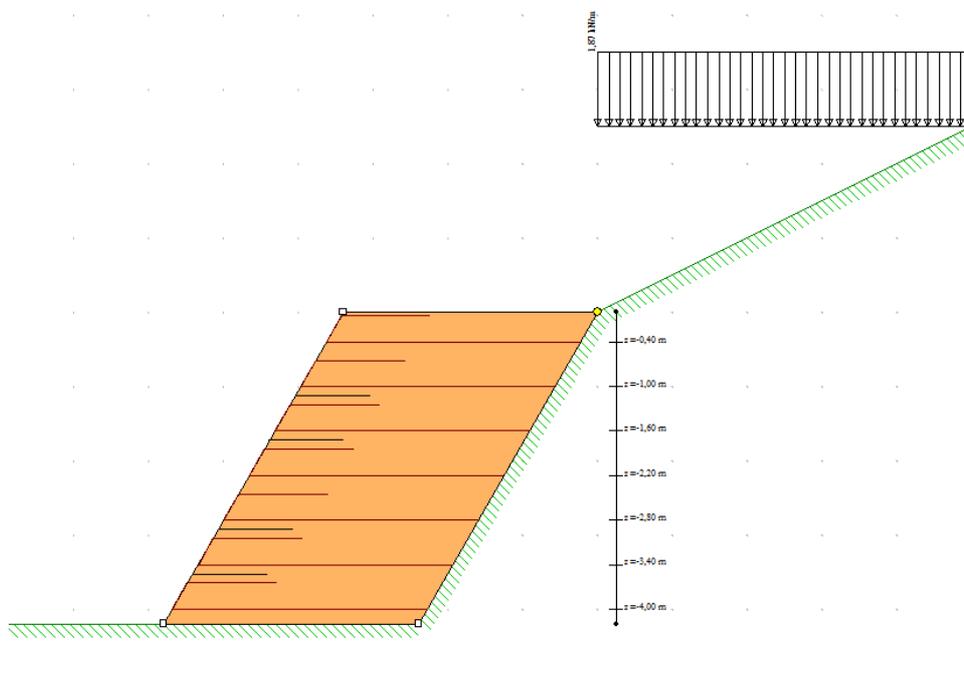
Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,10	0,5000	0,80	1,04	0,00	0,03	0,05	0,52
2	0,27	3,0000	47,48	61,72	-29,53	-22,28	3,24	4,15
3	0,60	3,0000	63,48	82,52	-27,67	-19,88	8,06	10,47
4	0,93	3,0000	79,48	103,32	-24,06	-15,20	13,76	17,78
5	1,10	3,0000	87,48	113,72	-21,50	-11,90	16,92	21,81
6	1,43	3,0000	103,48	134,52	-14,72	-3,19	23,90	30,60
7	1,77	3,0000	119,48	155,32	-5,48	8,61	31,73	40,39
8	2,10	3,0000	135,48	176,12	6,53	23,85	40,45	51,19
9	2,27	3,0000	143,41	186,44	13,51	32,68	43,61	55,21
10	2,60	3,0000	159,28	207,07	28,82	52,08	49,90	63,21
11	2,93	3,0000	175,15	227,70	46,76	74,75	58,91	74,17
12	3,26	3,0000	187,25	243,43	65,83	99,41	69,78	86,56

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,10	0,5000	0,0325	2	0,21	0,02	1,54	9,73
2	0,27	3,0000	0,4998	40	119,39	0,50	11,45	187,95
3	0,60	3,0000	0,3685	46	144,61	2,87	6,07	41,66
4	0,93	3,0000	0,2641	50	170,02	7,47	4,47	19,36
5	1,10	3,0000	0,2170	52	182,81	10,70	4,01	14,69
6	1,43	3,0000	0,1279	54	208,53	19,22	3,38	9,49
7	1,77	3,0000	0,0763	55	234,45	30,72	2,96	6,76
8	2,10	3,0000	0,1818	65	260,58	45,53	2,65	5,13
9	2,27	3,0000	0,2345	73	273,26	54,10	2,60	4,54
10	2,60	3,0000	0,3346	90	298,60	72,94	2,52	3,71
11	2,93	3,0000	0,4347	110	324,48	94,92	2,36	3,12

6.2 Terre rinforzate di sottoscarpa

Si è fatto riferimento alla situazione più gravosa rappresentata dalla seguente geometria:



Normativa

Spinte e verifiche secondo: N.T.C. 2018

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
- γ_c Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
- γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
- γ_{σ} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
- γ_r Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		EQU	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.30	1.00
Permanenti NS	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.80
Permanenti NS	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.50	1.30
Variabili TF	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili TF	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.35	1.15

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2
-----------	----	----

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_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_r	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	1.00
Coesione efficace	γ_c		1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r		1.00	1.00

Verifiche esterne - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

	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	

Verifiche interne - Coefficienti di sicurezza richiesti

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento dei rinforzi	1.50
Coefficiente di sicurezza allo sfilamento del rinforzo	3.00
Coefficiente di sicurezza alla trazione del rinforzo	1.30
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento del risvolto	1.30

Verifiche compound - Coefficienti di sicurezza richiesti

Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale	1.30
Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale sismica	1.30

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in [°]
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]
Terreno 1	18,0000	19,0000	38.000	25.333	0,000	0,000
Terreno 2	19,0000	20,0000	42.000	28.000	0,000	0,000

Caratteristiche di deformabilità

Simbologia adottata

Descrizione Descrizione terreno
 E Modulo elastico ,espresso in [kg/cmq]
 v Coefficiente di Poisson
 G Modulo tangenziale, espresso in [kg/cmq]
 Vs Velocità onde di taglio, espressa in [m/s]

Descrizione	E	v	G	Vs
	[kg/cmq]		[kg/cmq]	[m/s]
Terreno 1	2000,00	0.300	0,00	0.00
Terreno 2	2000,00	0.300	0,00	0.00

Stratigrafia terreno spingente

Simbologia adottata

n° Identificativo strato
 Sp Spessore dello strato, espresso in [m]
 α Inclinazione dello strato, espresso in [°]
 Terreno Terreno dello strato

n°	Sp	α	Terreno
	[m]	[°]	
1	3,00	25.000	Terreno 1
2	4,00	0.000	Terreno 2

Profilo terreno

Profilo terreno a monte

Simbologia adottata

n° Indice punto
 X Ascissa punto, espresso in [m]
 Y Ordinata punto, espresso in [m]

n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y
	[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]
1	5,00	2,50	2	--	--	3	--	--	4	--	--

Profilo terreno a valle

Quota terreno rispetto al piano di posa [m] 0,00
 Inclinazione terreno a valle [°] 0.000

Caratteristiche rinforzi

Simbologia adottata

Rinforzo Identificativo del rinforzo
 LTDS Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kN/m]
 FS_{DG} Fattore di sicurezza per danni di giunzione
 FS_{DC} Fattore di sicurezza per danni chimici
 FS_{DB} Fattore di sicurezza per danni biologici
 FS_{DA} Fattore di sicurezza per danni ambientali
 LTDS_A Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kN/m]

Rinforzo	LTDS	FS _{DG}	FS _{DC}	FS _{DB}	FS _{DA}	LTDS _A
	[kN/m]					[kN/m]
rinforzo 1	40,0000	1.00	1.00	1.00	1.30	30,7692

Geometria terra armata

Simbologia adottata

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata
 n° Indice punto
 X Ascissa, espresso in [m]
 Y Ordinata, espresso in [m]

Materiale di riempimento della terra armata: **Terreno 1**

n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y
	[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]
1	0,00	0,00	2	-3,40	0,00	3	-5,80	-4,20	4	-2,40	-4,20

Descrizione rinforzi della Terra armata

Simbologia adottata

- n° Indice rinforzo
- Y Quota del rinforzo
- Rinforzo Identificativo del rinforzo
- L Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]
- Lrv Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]
- Lro Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]
- Fds Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto
- Fpo Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno

n°	Y	Rinforzo	L	Lrv	Lro	Fds	Fpo
	[m]		[m]	[m]	[m]		
1	-0,40	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90
2	-1,00	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90
3	-1,60	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90
4	-2,20	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90
5	-2,80	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90
6	-3,40	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90
7	-4,00	rinforzo 1	3,40	0,35	1,20	0,90	0,90

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

- Carichi verticali positivi verso il basso.
- Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
- Momento positivo senso antiorario.
- X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
- F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
- F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
- X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
- X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
- Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN/m]
- Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN/m]
- D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato
- Ψ₀, Ψ₁, Ψ₂ Coefficienti di combinazione

Condizione n° 1 - Condizione 1 * VARIABILE - (Condizione 1)

Carichi distribuiti

X _i	X _f	Q _i	Q _f
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
0,00	5,00	1,8700	1,8700

Coeff. di combinazione

Ic	Descrizione	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
1	Condizione 1	0.50	0.20	0.00

Dati parametri sisma

Identificazione del sito

- Latitudine 45.156278
- Longitudine 7.446278
- Comune Val Della Torre
- Provincia Torino
- Regione Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo 13346 - 13124 - 13123 - 13345

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria

Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento	50 anni	Descrizione	Simbolo	Tipo	SLU	SLE	U.M.
Accelerazione al suolo			a_g		0.84	0.37	[m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale			F_0		2.59	2.59	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante			T_c^*		0.27	0.21	[s]
Tipo di sottosuolo e Coefficiente stratigrafico			S_s	B	1.20	1.20	
Categoria topografica e Coefficiente amplificazione topografica			S_T	T2	1.20	1.20	
Coefficiente di riduzione			β_m		0.38	0.47	

Intensità sismica Verticale/Orizzontale 0.50
 Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di MEYERHOF.
 Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di FELLENIUS.
 Per le verifiche interne sono stati analizzati i meccanismi:
 - rottura planare
 - rottura doppio cuneo
 - rottura superficie curvilinea (Circolare)

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.30	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STAB

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STAB - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STAB - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLE (Quasi Permanente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLE (Rara)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.20	Sfavorevole

Risultati

Sintesi - Fattori di sicurezza

Verifiche esterne

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
FS _{Rib}	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS _{Scor}	Fattore di sicurezza a scorrimento
FS _{Qlim}	Fattore di sicurezza a carico limite
FS _{Stab}	Fattore di sicurezza a stabilità globale

IC	FS _{Scor}	FS _{Qlim}	FS _{Rib}	FS _{Stab}
1	13.417	5.422	--	--
2	5.553	6.909	--	--
3	5.388	7.206	--	--
4	--	--	38.878	--
5	--	--	11.859	--
6	--	--	8.413	--
7	--	--	--	1.534
8	--	--	--	1.820
9	--	--	--	1.817
10	14.359	7.077	--	--
11	13.550	7.055	--	--
12	14.292	7.085	--	--

Verifiche interne

Simbologia adottata

n°	Indice rinforzo
FS _{Scor}	Fattore di sicurezza a scorrimento
FS _{Sfil}	Fattore di sicurezza a sfilamento
FS _{Traz}	Fattore di sicurezza a trazione
FS _{ScorR}	Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

Combinazione n° 1

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.754	5.509	4.785	7.484
2	6.251	12.501	4.785	17.279
3	9.336	18.672	4.785	14.962
4	12.468	24.935	4.785	12.025
5	15.802	31.603	4.785	9.323
6	19.357	38.715	4.785	8.913
7	22.831	45.663	4.785	4.918

Combinazione n° 2

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.867	5.734	6.306	5.525
2	5.614	11.229	6.859	13.413
3	8.570	17.139	6.859	11.743
4	11.697	23.395	5.836	9.478
5	14.826	29.651	5.836	7.364
6	18.162	36.323	5.836	6.791
7	21.421	42.842	5.836	3.843

Combinazione n° 3

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.746	5.491	6.039	5.663
2	5.387	10.775	6.581	13.808
3	8.223	16.446	6.581	12.100
4	11.201	22.402	5.588	9.769
5	14.196	28.393	5.588	7.592
6	17.391	34.781	5.588	7.032
7	20.512	41.024	5.588	3.968

Risultanti al piano di posa

Simbologia adottata

- n° Indice della combinazione
- Rp Risultante al piano di posa, espressa in [kN]
- β Inclinazione della risultante rispetto al piano di posa, espresse in [°]
- Rn Risultante normale al piano di posa, espressa in [kN]
- Rt Risultante tangente al piano di posa, espressa in [kN]
- Rx Risultante in direzione X, espressa in [kN]
- Ry Risultante in direzione Y, espressa in [kN]
- e Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione, espressa in [m]
- Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
- Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

n°	Rp [kN]	β [°]	Rn [kN]	Rt [kN]	Rx [kN]	Ry [kN]	e [m]	Mr [kNm]	Ms [kNm]
1	340,82	2.27	340,55	13,50	13,50	340,55	-1,195		
2	270,84	5.47	269,61	25,82	25,82	269,61	-1,086		
3	258,55	5.64	257,30	25,39	25,39	257,30	-1,082		
4	263,79	2.93	263,44	13,50	13,50	263,44	-1,194	20,13	782,55
5	275,98	7.15	273,83	34,37	34,37	273,83	-1,030	68,85	816,44
6	257,63	7.54	255,40	33,81	33,81	255,40	-1,021	93,73	788,56
10	261,82	2.12	261,64	9,69	9,69	261,64	-1,198		
11	262,12	2.25	261,92	10,28	10,28	261,92	-1,196		
12	261,85	2.13	261,67	9,73	9,73	261,67	-1,197		

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

- n° Indice della combinazione
- Rn Risultante normale al piano di posa, espressa in [kN]
- Qu Carico ultimo della fondazione, espressa in [kN]
- Pv Pressione terreno allo spigolo di valle, espressa in [kg/cmq]
- Pm Pressione terreno allo spigolo di monte, espressa in [kg/cmq]
- Lr Lunghezza fondazione reagente, espressa in [m]
- Nc, Nq, N_g Coeff. di capacità portante
- N'c, N'q, N'_g Coeff. di capacità portante corretti dai coeff. di forma, profondità, inclinazione del piano di posa e inclinazione del piano campagna a valle

n°	N [kN]	Qu [kN]	Pv [kg/cmq]	Pm [kg/cmq]	Lr [m]	Nc	Nq	N _g	N'c	N'q	N' _g
1	340,55	1846,56	0,000	4,588	1,51	61.35	48.93	64.07	58.30	46.50	56.65
2	269,61	1862,74	0,000	2,985	1,84	61.35	48.93	64.07	54.12	43.17	46.96
3	257,30	1854,15	0,000	2,832	1,85	61.35	48.93	64.07	53.91	43.00	46.48
10	261,64	1851,70	0,000	3,545	1,51	61.35	48.93	64.07	58.49	46.65	57.12
11	261,92	1847,73	0,000	3,531	1,51	61.35	48.93	64.07	58.33	46.52	56.72
12	261,67	1853,81	0,000	3,539	1,51	61.35	48.93	64.07	58.48	46.64	57.09

Stabilità globale terra armata + terreno

Simbologia e convenzioni di segno adottate

- Le ascisse X sono considerate positive verso monte
- Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
- Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)
- Is Indice della striscia
- W peso della striscia espresso in [kN]
- 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]
- l lunghezza della base della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
- N sforzo normale alla base della striscia espressa in [kN]
- T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kN]
- Rt, Rn Resistenza tangenziale e normale del rinforzo alla base della striscia espressa in [kN]

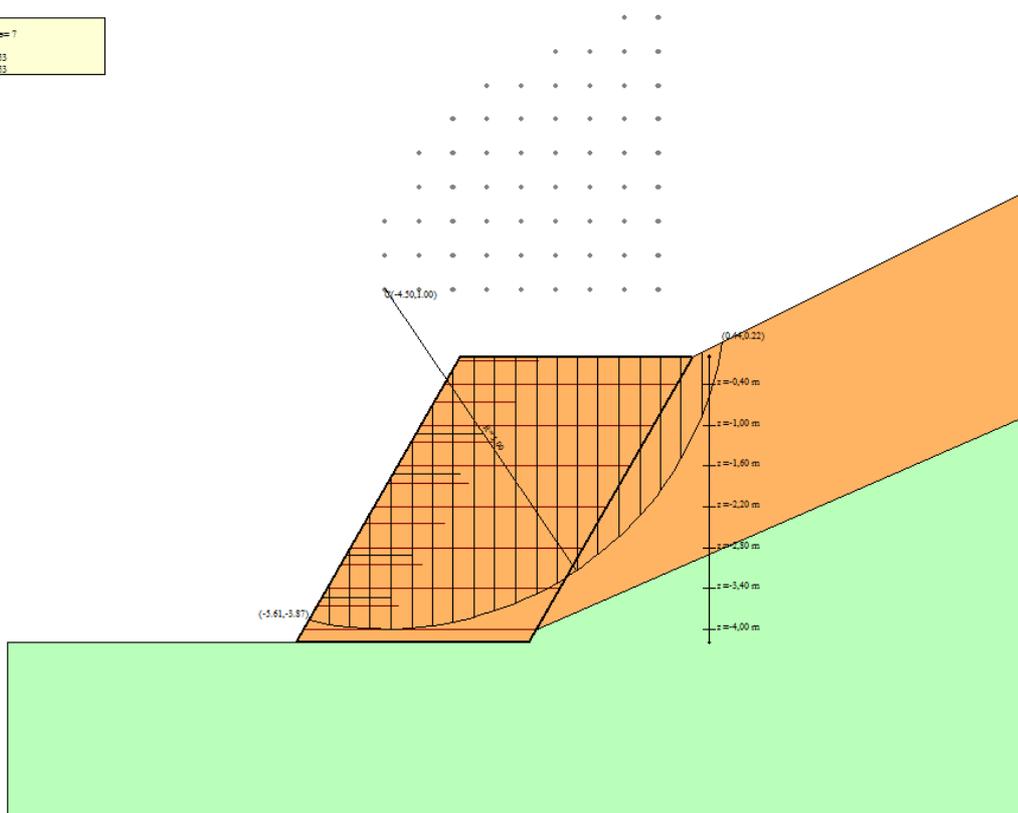
Combinazione n° 7

Superficie di scorrimento n° 1 - Fs = 1.53

Is	W [kN]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	l [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]	El [kN]	Er [kN]	Rt [kN]	Rn [kN]
1	1,60	-10.525	32.007	0,00	0,31	0,00	1,57	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4,76	-7.394	32.007	0,00	0,31	0,00	4,72	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00
3	7,81	-4.319	32.007	0,00	0,30	0,00	7,79	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00
4	10,76	-1.136	32.007	0,00	0,30	0,00	10,76	4,38	0,00	0,00	0,00	0,00

Is	W [kN]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	l [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]	EI [kN]	Er [kN]	Rt [kN]	Rn [kN]
5	13,61	3.418	32.007	0,00	0,30	0,00	13,59	5,53	0,00	0,00	0,00	0,00
6	16,37	6.475	32.007	0,00	0,30	0,00	16,26	6,62	0,00	0,00	0,00	0,00
7	19,02	9.581	32.007	0,00	0,31	0,00	18,75	7,64	0,00	0,00	0,00	0,00
8	20,89	12.947	32.007	0,00	0,31	0,00	20,35	8,29	0,00	0,00	0,00	0,00
9	20,58	17.463	32.007	0,00	0,32	0,00	19,63	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	20,02	20.825	32.007	0,00	0,32	0,00	18,72	7,62	0,00	0,00	0,00	0,00
11	19,34	24.349	32.007	0,00	0,33	0,00	17,62	7,18	0,00	0,00	0,00	0,00
12	18,52	28.072	32.007	0,00	0,34	0,00	22,45	6,66	0,00	0,00	11,46	6,11
13	17,56	32.036	32.007	0,00	0,36	0,00	14,88	6,06	0,00	0,00	0,00	0,00
14	16,43	36.420	32.007	0,00	0,38	0,00	13,22	5,39	0,00	0,00	0,00	0,00
15	15,11	41.000	32.007	0,00	0,40	0,00	11,40	4,64	0,00	0,00	0,00	0,00
16	13,55	45.667	32.007	0,00	0,43	0,00	9,47	3,86	0,00	0,00	0,00	0,00
17	11,70	51.276	32.007	0,00	0,48	0,00	7,32	2,98	0,00	0,00	0,00	0,00
18	9,42	57.116	32.007	0,00	0,56	0,00	5,12	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00
19	6,60	64.041	32.007	0,00	0,69	0,00	3,03	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00
20	2,94	74.397	32.007	0,00	1,13	0,00	0,99	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00

Cerchio 1
Combinazione= 7
Fs= 1,53
Fmin_s= 1,53
Fmin_a= 1,53



Combinazione n° 8

Superficie di scorrimento n° 1 - $F_s = 1.82$

Is	W [kN]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	l [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]	EI [kN]	Er [kN]	Rt [kN]	Rn [kN]
1	1,60	-10.525	38.000	0,00	0,31	0,00	1,55	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4,76	-7.394	38.000	0,00	0,31	0,00	4,63	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00
3	7,81	-4.319	38.000	0,00	0,30	0,00	7,63	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00
4	10,76	-1.136	38.000	0,00	0,30	0,00	10,51	4,62	0,00	0,00	0,00	0,00
5	13,61	3.418	38.000	0,00	0,30	0,00	13,23	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00
6	16,37	6.475	38.000	0,00	0,30	0,00	15,79	6,98	0,00	0,00	0,00	0,00
7	19,02	9.581	38.000	0,00	0,31	0,00	18,16	8,05	0,00	0,00	0,00	0,00
8	20,89	12.947	38.000	0,00	0,31	0,00	19,65	8,74	0,00	0,00	0,00	0,00
9	20,58	17.463	38.000	0,00	0,32	0,00	18,88	8,43	0,00	0,00	0,00	0,00
10	20,02	20.825	38.000	0,00	0,32	0,00	17,94	8,03	0,00	0,00	0,00	0,00
11	19,34	24.349	38.000	0,00	0,33	0,00	16,83	7,56	0,00	0,00	0,00	0,00
12	18,52	28.072	38.000	0,00	0,34	0,00	23,19	7,01	0,00	0,00	14,32	7,64
13	17,56	32.036	38.000	0,00	0,36	0,00	14,10	6,39	0,00	0,00	0,00	0,00

Meccanismi di rottura

Simbologia adottata

n°	Indice del rinforzo
Sf	Sforzo nel rinforzo per meccanismo planare, espressa in [kN/m]
RSCO	Resistenza allo scorrimento, espressa in [kN/m]
FSsco	Fattore di sicurezza allo scorrimento
Rsf	Resistenza allo sfilamento, espressa in [kN/m]
FSsf	Fattore di sicurezza allo sfilamento
Rtra	Resistenza a trazione, espressa in [kN/m]
FSTra	Fattore di sicurezza a trazione
LI, Lf	Lunghezza libera e di fondazione, espresse in [m]

Meccanismo rottura planare

Combinazione n° 1

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsf	FSsf	Rtra	FSTra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,1309	14,4483	110.359	28,8966	220.719	30,7692	4.785	1,20	2,20
2	0,6203	39,2506	63.272	78,5012	126.545	30,7692	4.785	1,01	2,39
3	1,1301	67,5758	59.794	135,1517	119.588	30,7692	4.785	0,82	2,58
4	1,6399	94,4031	57.565	188,8062	115.131	30,7692	4.785	0,63	2,77
5	2,1497	116,8464	54.354	233,6928	108.709	30,7692	4.785	0,44	2,96
6	2,2484	134,8186	59.962	269,6372	119.924	30,7692	4.785	0,25	3,15
7	4,0749	148,3700	36.411	296,7399	72.822	30,7692	4.785	0,06	3,34

Combinazione n° 2

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsf	FSsf	Rtra	FSTra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,1364	10,1122	74.120	20,2244	148.240	30,7692	6.306	1,40	2,00
2	0,6147	28,0836	45.685	56,1672	91.371	30,7692	6.859	1,18	2,22
3	1,1076	49,4187	44.618	98,8373	89.235	30,7692	6.859	0,96	2,44
4	1,6005	71,0385	44.386	142,0770	88.771	30,7692	5.836	0,74	2,66
5	2,0934	89,0823	42.555	178,1646	85.109	30,7692	5.836	0,52	2,88
6	2,2700	103,4418	45.569	206,8836	91.138	30,7692	5.836	0,30	3,10
7	4,0118	114,1174	28.445	228,2347	56.890	30,7692	5.836	0,07	3,33

Combinazione n° 3

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsf	FSsf	Rtra	FSTra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,1331	10,0726	75.687	20,1453	151.373	30,7692	6.039	1,41	1,99
2	0,5971	28,0003	46.890	56,0005	93.781	30,7692	6.581	1,19	2,21
3	1,0750	49,3103	45.871	98,6206	91.743	30,7692	6.581	0,97	2,43
4	1,5528	70,9720	45.706	141,9439	91.413	30,7692	5.588	0,74	2,66
5	2,0306	89,0492	43.854	178,0985	87.707	30,7692	5.588	0,52	2,88
6	2,1922	103,4307	47.182	206,8615	94.363	30,7692	5.588	0,30	3,10
7	3,8846	114,1168	29.376	228,2336	58.753	30,7692	5.588	0,07	3,33

Combinazione n° 10

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsf	FSsf	Rtra	FSTra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,1007	11,1141	110.359	22,2281	220.719	30,7692	6.721	1,20	2,20
2	0,4772	30,1928	63.272	60,3855	126.545	30,7692	7.280	1,01	2,39
3	0,8693	51,9814	59.794	103,9628	119.588	30,7692	6.201	0,82	2,58
4	1,2615	72,6178	57.565	145,2356	115.131	30,7692	6.201	0,63	2,77
5	1,6536	89,8819	54.354	179,7637	108.709	30,7692	6.201	0,44	2,96
6	1,7295	103,7066	59.962	207,4132	119.924	30,7692	6.201	0,25	3,15
7	3,1345	114,1307	36.411	228,2615	72.822	30,7692	6.201	0,06	3,34

Combinazione n° 11

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsf	FSsf	Rtra	FSTra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,1007	11,1141	110.359	22,2281	220.719	30,7692	6.721	1,20	2,20
2	0,4772	30,1928	63.272	60,3855	126.545	30,7692	7.280	1,01	2,39
3	0,8693	51,9814	59.794	103,9628	119.588	30,7692	6.201	0,82	2,58

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	RTRA	FSTRA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
4	1,2615	72,6178	57.565	145,2356	115.131	30,7692	6.201	0,63	2,77
5	1,6536	89,8819	54.354	179,7637	108.709	30,7692	6.201	0,44	2,96
6	1,7295	103,7066	59.962	207,4132	119.924	30,7692	6.201	0,25	3,15
7	3,1345	114,1307	36.411	228,2615	72.822	30,7692	6.201	0,06	3,34

Combinazione n° 12

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	RTRA	FSTRA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,1007	11,1141	110.359	22,2281	220.719	30,7692	6.721	1,20	2,20
2	0,4772	30,1928	63.272	60,3855	126.545	30,7692	7.280	1,01	2,39
3	0,8693	51,9814	59.794	103,9628	119.588	30,7692	6.201	0,82	2,58
4	1,2615	72,6178	57.565	145,2356	115.131	30,7692	6.201	0,63	2,77
5	1,6536	89,8819	54.354	179,7637	108.709	30,7692	6.201	0,44	2,96
6	1,7295	103,7066	59.962	207,4132	119.924	30,7692	6.201	0,25	3,15
7	3,1345	114,1307	36.411	228,2615	72.822	30,7692	6.201	0,06	3,34

Meccanismo rottura doppio cuneo

Combinazione n° 1

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	RTRA	FSTRA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	9,8162	100.000	3,26	0,14
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,45	0,95
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,64	1,76
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,82	2,58

Combinazione n° 2

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	RTRA	FSTRA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	7,5510	100.000	3,26	0,14
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,45	0,95
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,64	1,76
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,82	2,58

Combinazione n° 3

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	RTRA	FSTRA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	7,5510	100.000	3,26	0,14
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,45	0,95
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,64	1,76
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,82	2,58

Combinazione n° 10

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	RTRA	FSTRA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	7,5510	100.000	3,26	0,14
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,45	0,95
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,64	1,76
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,82	2,58

Combinazione n° 11

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsfi	FSsfi	Rtra	FStra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	7,5510	100.000	3,26	0,14
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,45	0,95
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,64	1,76
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,82	2,58

Combinazione n° 12

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsfi	FSsfi	Rtra	FStra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	3,40	0,00
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	7,5510	100.000	3,26	0,14
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,45	0,95
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,64	1,76
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,82	2,58

Meccanismo rottura rotazionale

Combinazione n° 1

Cerchio n° 186 - Centro (-5,94; 0,00) - Raggio 4,20 - Intersezione profilo valle (-5,80; -4,20) - Intersezione profilo monte (-1,74; 0,00)

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsfi	FSsfi	Rtra	FStra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	20,1763	100.000	1,87	1,53
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,11	1,29
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,26	1,14
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,29	1,11
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,19	1,21
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,87	1,53
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,02	2,38

Combinazione n° 2

Cerchio n° 196 - Centro (-6,56; 2,09) - Raggio 6,33 - Intersezione profilo valle (-5,80; -4,20) - Intersezione profilo monte (-0,58; 0,00)

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsfi	FSsfi	Rtra	FStra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	5,1469	100.000	2,89	0,51
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	11,6291	100.000	2,94	0,46
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	20,1483	100.000	2,90	0,50
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,76	0,64
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,47	0,93
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,94	1,46
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,87	2,53

Combinazione n° 3

Cerchio n° 196 - Centro (-6,56; 2,09) - Raggio 6,33 - Intersezione profilo valle (-5,80; -4,20) - Intersezione profilo monte (-0,58; 0,00)

Ir	Sf	RSCO	FSsco	Rsfi	FSsfi	Rtra	FStra	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	5,1469	100.000	2,89	0,51
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	11,6291	100.000	2,94	0,46
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	20,1483	100.000	2,90	0,50
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,76	0,64
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,47	0,93
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,94	1,46
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	0,87	2,53

Combinazione n° 10

Cerchio n° 186 - Centro (-5,94; 0,00) - Raggio 4,20 - Intersezione profilo valle (-5,80; -4,20) - Intersezione profilo monte (-1,74; 0,00)

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	Rtra	FStrA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	15,5202	100.000	1,87	1,53
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,11	1,29
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,26	1,14
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,29	1,11
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,19	1,21
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,87	1,53
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,02	2,38

Combinazione n° 11

Cerchio n° 186 - Centro (-5,94; 0,00) - Raggio 4,20 - Intersezione profilo valle (-5,80; -4,20) - Intersezione profilo monte (-1,74; 0,00)

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	Rtra	FStrA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	15,5202	100.000	1,87	1,53
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,11	1,29
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,26	1,14
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,29	1,11
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,19	1,21
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,87	1,53
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,02	2,38

Combinazione n° 12

Cerchio n° 186 - Centro (-5,94; 0,00) - Raggio 4,20 - Intersezione profilo valle (-5,80; -4,20) - Intersezione profilo monte (-1,74; 0,00)

Ir	Sf	RSCO	FSSCO	RSFI	FSFI	Rtra	FStrA	LI	Lf
	[kN/m]	[kN/m]		[kN/m]		[kN/m]		[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	15,5202	100.000	1,87	1,53
2	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,11	1,29
3	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,26	1,14
4	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,29	1,11
5	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	2,19	1,21
6	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,87	1,53
7	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	100.000	30,7692	100.000	1,02	2,38

Verifiche composte

Stabilità globale della terra armata

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

- Is Indice della striscia
- W peso della striscia espresso in [kN]
- 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]
- N sforzo normale alla base della striscia espressa in [kN]
- T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kN]

Combinazione n° 1

Superficie di scorrimento n° 131 - Fs = 2.01

Is	W	α	φ	c	b	u	N	T
	[kN]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[m]	[kg/cmq]	[kN]	[kN]
1	0,41	9.813	38.000	0,00	0,15	0,00	0,40	0,16
2	1,22	11.329	38.000	0,00	0,15	0,00	1,19	0,46
3	2,00	13.925	38.000	0,00	0,15	0,00	1,94	0,75
4	2,76	17.046	38.000	0,00	0,16	0,00	2,64	1,02
5	3,50	18.783	38.000	0,00	0,16	0,00	3,31	1,29
6	4,20	22.150	38.000	0,00	0,16	0,00	3,89	1,51

Is	W	α	ϕ	c	b	u	N	T
	[kN]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[m]	[kg/cmq]	[kN]	[kN]
7	4,89	24.816	38.000	0,00	0,16	0,00	4,43	1,72
8	5,54	26.912	38.000	0,00	0,17	0,00	4,94	1,92
9	6,15	30.374	38.000	0,00	0,17	0,00	5,31	2,06
10	6,74	33.380	38.000	0,00	0,18	0,00	5,63	2,18
11	7,29	35.993	38.000	0,00	0,18	0,00	5,89	2,29
12	7,79	38.850	38.000	0,00	0,19	0,00	6,06	2,35
13	8,24	42.710	38.000	0,00	0,20	0,00	6,06	2,35
14	8,27	46.198	38.000	0,00	0,21	0,00	5,72	2,22
15	7,70	49.785	38.000	0,00	0,23	0,00	4,97	1,93
16	7,05	53.727	38.000	0,00	0,25	0,00	4,17	1,62
17	6,29	58.049	38.000	0,00	0,28	0,00	3,33	1,29
18	5,37	63.288	38.000	0,00	0,33	0,00	2,41	0,94
19	4,19	69.525	38.000	0,00	0,42	0,00	1,46	0,57
20	2,29	81.520	38.000	0,00	1,01	0,00	0,34	0,13

Combinazione n° 2

Superficie di scorrimento n° 146 - $F_s = 1.99$

Is	W	α	ϕ	c	b	u	N	T
	[kN]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[m]	[kg/cmq]	[kN]	[kN]
1	1,03	-16.082	38.000	0,00	0,25	0,00	0,99	0,39
2	3,08	-12.734	38.000	0,00	0,24	0,00	3,01	1,18
3	5,06	-9.513	38.000	0,00	0,24	0,00	4,99	1,96
4	6,95	-5.201	38.000	0,00	0,24	0,00	6,93	2,72
5	8,79	-0.961	38.000	0,00	0,24	0,00	8,79	3,46
6	10,56	2.118	38.000	0,00	0,24	0,00	10,56	4,15
7	12,26	5.679	38.000	0,00	0,24	0,00	12,20	4,79
8	13,89	10.668	38.000	0,00	0,24	0,00	13,65	5,37
9	14,86	13.911	38.000	0,00	0,24	0,00	14,43	5,67
10	14,60	17.294	38.000	0,00	0,25	0,00	13,94	5,48
11	14,23	21.999	38.000	0,00	0,26	0,00	13,20	5,19
12	13,78	26.391	38.000	0,00	0,27	0,00	12,35	4,85
13	13,24	30.377	38.000	0,00	0,28	0,00	11,42	4,49
14	12,59	34.705	38.000	0,00	0,29	0,00	10,35	4,07
15	11,82	39.448	38.000	0,00	0,31	0,00	9,13	3,59
16	10,90	44.690	38.000	0,00	0,33	0,00	7,75	3,05
17	9,79	50.510	38.000	0,00	0,37	0,00	6,23	2,45
18	8,41	56.949	38.000	0,00	0,44	0,00	4,59	1,80
19	6,61	64.544	38.000	0,00	0,55	0,00	2,84	1,12
20	3,62	79.474	38.000	0,00	1,30	0,00	0,66	0,26

Combinazione n° 3

Superficie di scorrimento n° 146 - $F_s = 1.98$

Is	W	α	ϕ	c	b	u	N	T
	[kN]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[m]	[kg/cmq]	[kN]	[kN]
1	1,03	-16.082	38.000	0,00	0,25	0,00	0,99	0,39
2	3,08	-12.734	38.000	0,00	0,24	0,00	3,01	1,19
3	5,06	-9.513	38.000	0,00	0,24	0,00	4,99	1,97
4	6,95	-5.201	38.000	0,00	0,24	0,00	6,93	2,73
5	8,79	-0.961	38.000	0,00	0,24	0,00	8,79	3,47
6	10,56	2.118	38.000	0,00	0,24	0,00	10,56	4,17
7	12,26	5.679	38.000	0,00	0,24	0,00	12,20	4,82
8	13,89	10.668	38.000	0,00	0,24	0,00	13,65	5,39
9	14,86	13.911	38.000	0,00	0,24	0,00	14,43	5,70
10	14,60	17.294	38.000	0,00	0,25	0,00	13,94	5,50
11	14,23	21.999	38.000	0,00	0,26	0,00	13,20	5,21
12	13,78	26.391	38.000	0,00	0,27	0,00	12,35	4,88
13	13,24	30.377	38.000	0,00	0,28	0,00	11,42	4,51
14	12,59	34.705	38.000	0,00	0,29	0,00	10,35	4,09
15	11,82	39.448	38.000	0,00	0,31	0,00	9,13	3,60
16	10,90	44.690	38.000	0,00	0,33	0,00	7,75	3,06
17	9,79	50.510	38.000	0,00	0,37	0,00	6,23	2,46
18	8,41	56.949	38.000	0,00	0,44	0,00	4,59	1,81
19	6,61	64.544	38.000	0,00	0,55	0,00	2,84	1,12
20	3,62	79.474	38.000	0,00	1,30	0,00	0,66	0,26

Combinazione n° 10

Superficie di scorrimento n° 146 - $F_s = 2.10$

Is	W [kN]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	b [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]
1	1,03	-16.082	38.000	0,00	0,25	0,00	0,99	0,37
2	3,08	-12.734	38.000	0,00	0,24	0,00	3,01	1,12
3	5,06	-9.513	38.000	0,00	0,24	0,00	4,99	1,85
4	6,95	-5.201	38.000	0,00	0,24	0,00	6,93	2,57
5	8,79	-0.961	38.000	0,00	0,24	0,00	8,79	3,27
6	10,56	2.118	38.000	0,00	0,24	0,00	10,56	3,92
7	12,26	5.679	38.000	0,00	0,24	0,00	12,20	4,53
8	13,89	10.668	38.000	0,00	0,24	0,00	13,65	5,07
9	14,86	13.911	38.000	0,00	0,24	0,00	14,43	5,36
10	14,60	17.294	38.000	0,00	0,25	0,00	13,94	5,18
11	14,23	21.999	38.000	0,00	0,26	0,00	13,20	4,90
12	13,78	26.391	38.000	0,00	0,27	0,00	12,35	4,59
13	13,24	30.377	38.000	0,00	0,28	0,00	11,42	4,25
14	12,59	34.705	38.000	0,00	0,29	0,00	10,35	3,85
15	11,82	39.448	38.000	0,00	0,31	0,00	9,13	3,39
16	10,90	44.690	38.000	0,00	0,33	0,00	7,75	2,88
17	9,79	50.510	38.000	0,00	0,37	0,00	6,23	2,31
18	8,41	56.949	38.000	0,00	0,44	0,00	4,59	1,71
19	6,61	64.544	38.000	0,00	0,55	0,00	2,84	1,06
20	3,62	79.474	38.000	0,00	1,30	0,00	0,66	0,25

Combinazione n° 11

Superficie di scorrimento n° 146 - $F_s = 2.10$

Is	W [kN]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	b [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]
1	1,03	-16.082	38.000	0,00	0,25	0,00	0,99	0,37
2	3,08	-12.734	38.000	0,00	0,24	0,00	3,01	1,12
3	5,06	-9.513	38.000	0,00	0,24	0,00	4,99	1,85
4	6,95	-5.201	38.000	0,00	0,24	0,00	6,93	2,57
5	8,79	-0.961	38.000	0,00	0,24	0,00	8,79	3,27
6	10,56	2.118	38.000	0,00	0,24	0,00	10,56	3,92
7	12,26	5.679	38.000	0,00	0,24	0,00	12,20	4,53
8	13,89	10.668	38.000	0,00	0,24	0,00	13,65	5,07
9	14,86	13.911	38.000	0,00	0,24	0,00	14,43	5,36
10	14,60	17.294	38.000	0,00	0,25	0,00	13,94	5,18
11	14,23	21.999	38.000	0,00	0,26	0,00	13,20	4,90
12	13,78	26.391	38.000	0,00	0,27	0,00	12,35	4,59
13	13,24	30.377	38.000	0,00	0,28	0,00	11,42	4,25
14	12,59	34.705	38.000	0,00	0,29	0,00	10,35	3,85
15	11,82	39.448	38.000	0,00	0,31	0,00	9,13	3,39
16	10,90	44.690	38.000	0,00	0,33	0,00	7,75	2,88
17	9,79	50.510	38.000	0,00	0,37	0,00	6,23	2,31
18	8,41	56.949	38.000	0,00	0,44	0,00	4,59	1,71
19	6,61	64.544	38.000	0,00	0,55	0,00	2,84	1,06
20	3,62	79.474	38.000	0,00	1,30	0,00	0,66	0,25

Combinazione n° 12

Superficie di scorrimento n° 146 - $F_s = 2.10$

Is	W [kN]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	b [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]
1	1,03	-16.082	38.000	0,00	0,25	0,00	0,99	0,37
2	3,08	-12.734	38.000	0,00	0,24	0,00	3,01	1,12
3	5,06	-9.513	38.000	0,00	0,24	0,00	4,99	1,85
4	6,95	-5.201	38.000	0,00	0,24	0,00	6,93	2,57
5	8,79	-0.961	38.000	0,00	0,24	0,00	8,79	3,27
6	10,56	2.118	38.000	0,00	0,24	0,00	10,56	3,92
7	12,26	5.679	38.000	0,00	0,24	0,00	12,20	4,53
8	13,89	10.668	38.000	0,00	0,24	0,00	13,65	5,07
9	14,86	13.911	38.000	0,00	0,24	0,00	14,43	5,36
10	14,60	17.294	38.000	0,00	0,25	0,00	13,94	5,18
11	14,23	21.999	38.000	0,00	0,26	0,00	13,20	4,90
12	13,78	26.391	38.000	0,00	0,27	0,00	12,35	4,59

Is	W [kN]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	b [m]	u [kg/cmq]	N [kN]	T [kN]
13	13,24	30.377	38.000	0,00	0,28	0,00	11,42	4,25
14	12,59	34.705	38.000	0,00	0,29	0,00	10,35	3,85
15	11,82	39.448	38.000	0,00	0,31	0,00	9,13	3,39
16	10,90	44.690	38.000	0,00	0,33	0,00	7,75	2,88
17	9,79	50.510	38.000	0,00	0,37	0,00	6,23	2,31
18	8,41	56.949	38.000	0,00	0,44	0,00	4,59	1,71
19	6,61	64.544	38.000	0,00	0,55	0,00	2,84	1,06
20	3,62	79.474	38.000	0,00	1,30	0,00	0,66	0,25

C:\esim\144
 Configurazione 3
 File 1.08
 FSmis_cm=1.98
 FSmis_as=1.98

