

Committente:

**COMUNE DI PINEROLO**  
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

Oggetto:

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA  
TORRENTE LEMINA**

Evento Alluvionale del 25-26 Novembre 2016

**PROGETTO ESECUTIVO**

**CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE**

SCALA:


Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato	
E2PE48017A04	E	2	P	E	480/17	A	04

**Dati Progettisti / Consulenti**

**Ing. Massimo TUBERGA**

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

**Geol. Teresio BARBERO**

Iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine  
dei Geologi della Regione Piemonte  
n° 472 Sezione A

Rev.	Redatto	Verificato	Validato	Data	Timbri e Firme
1	ing. M. Tuberga	ing. L. Marengo	ing. M. Tuberga	11-17	

Il Responsabile del procedimento:

FIRMA

File: E2PE48017A04.doc

**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.....	5
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
5.2	Condizioni di progetto .....	12
5.2.1	Sovraccarichi .....	12
5.2.2	Vita nominale e azione sismica.....	13
6	RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE.....	13
6.1	Scogliera in condizioni di svasso rapido .....	13
6.2	Scogliera in condizioni sismiche .....	31



## 1 PREMESSE

La presente relazione di calcolo è redatta a corredo del progetto dei lavori di “SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL T. LEMINA”. in comune di Pinerolo al fine di esplicitare gli studi tecnici svolti per il dimensionamento strutturale delle opere di sostegno a gravità con funzione antiersiva previste in progetto. 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

Sulla base delle indagini geognostiche raccolte e degli studi condotti per la variante di adeguamento al Pai del P.R.G.C., si possono individuare due unità litostratigrafiche principali riferibili a depositi fluviali:

- tra 0 e circa -2 m dal p.c. – **Unità I:** copertura superficiale costituita da sabbie limose o limi sabbiosi (depositi fluvio-torrentizi attuali);
- tra -2 m e -20÷30 m dal p.c. - **Unità II:** ghiaie ciottolose con matrice prevalentemente sabbiosa debolmente limosa con eventuali livelli limoso-sabbiosi aventi spessore di 1-2 m (depositi fluvio-torrentizi recenti).

Per terreni costituenti l'Unità litologica I, si ritiene corretto assumere i seguenti parametri geotecnici nominali:

- peso di volume	$\gamma$	=	17-18	kN/m <sup>3</sup>
- coesione drenata	$c'$	=	0	kPa
- angolo di resistenza al taglio di picco	$\phi'_p$	=	32 ÷ 36 °	

Per terreni costituenti l'Unità litologica II, si ritiene corretto assumere i seguenti parametri geotecnici nominali:

- peso di volume	$\gamma$	=	20-21	kN/m <sup>3</sup>
- coesione drenata	$c'$	=	0	kPa
- angolo di resistenza al taglio di picco	$\phi'_p$	=	40 ÷ 42 °	

#### 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 2008".

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 (R1, R2, e R3).

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  $\gamma_M$  e tenendo conto ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  specifici per ogni tipo di opera sulla base di misure dirette, tenendo conto di specifici coefficienti parziali  $\gamma_R$  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  $\gamma_R$  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  $\gamma_F$ .

Per le diverse condizioni nella verifica agli Stati Limite Ultimi (SLU), il T.U. Gennaio 2008 individua i seguenti coefficienti parziali:

Azioni (EQU)

AZIONE	Simbologia coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Permanente sfavorevole	$\gamma_{G1}$	1,1
Permanente favorevole		0,9

Permanente non strutturale favorevole	$\gamma_{G2}$	1,5
Permanente non strutturale sfavorevole		0,0
Variabile sfavorevole	$\gamma_Q$	1,5
Variabile favorevole		0,0

## Azioni (A1) STR

AZIONE	Simbologia coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Permanente sfavorevole	$\gamma_G$	1,3
Permanente favorevole		1,0
Permanente non strutturale sfavorevole	$\gamma_{G2}$	1,5
Permanente non strutturale favorevole		0,0
Variabile sfavorevole	$\gamma_Q$	1,5
Variabile favorevole		0,0

## Azioni (A2) GEO

AZIONE	Simbologia	COEFFICIENTE PARZIALE
Permanente sfavorevole	$\gamma_G$	1,0
Permanente favorevole		1,0
Permanente non strutturale sfavorevole	$\gamma_{G2}$	1,3
Permanente non strutturale favorevole		0,0
Variabile sfavorevole	$\gamma_Q$	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	$c_{u_k}$	1,0
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	1,0

### Resistenze (M2)

AZIONE	Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	COEFFICIENTE PARZIALE
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	1,25
Resistenza non drenata	$c_{u_k}$	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	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 14 GENNAIO 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

Le verifiche sono state condotte con riferimento all'opera di sottoscarpa in gabbioni metallici.

## 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  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo A1-M1 nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo A2-M2 nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

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

#### **Metodo di Culmann**

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

Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ .

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ .

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  $\delta_f$  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,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  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  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  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  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\phi$  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  $\eta_g$

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  $\alpha_i$  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  $\phi_i$  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  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## 5.2 Condizioni di progetto

### 5.2.1 Sovraccarichi

Dtante la collocazione morfologica delle opere di difesa non si prevedono sovraccarichi diversi da quelli della spinta del terreno.



### 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. 14/01/2008, 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

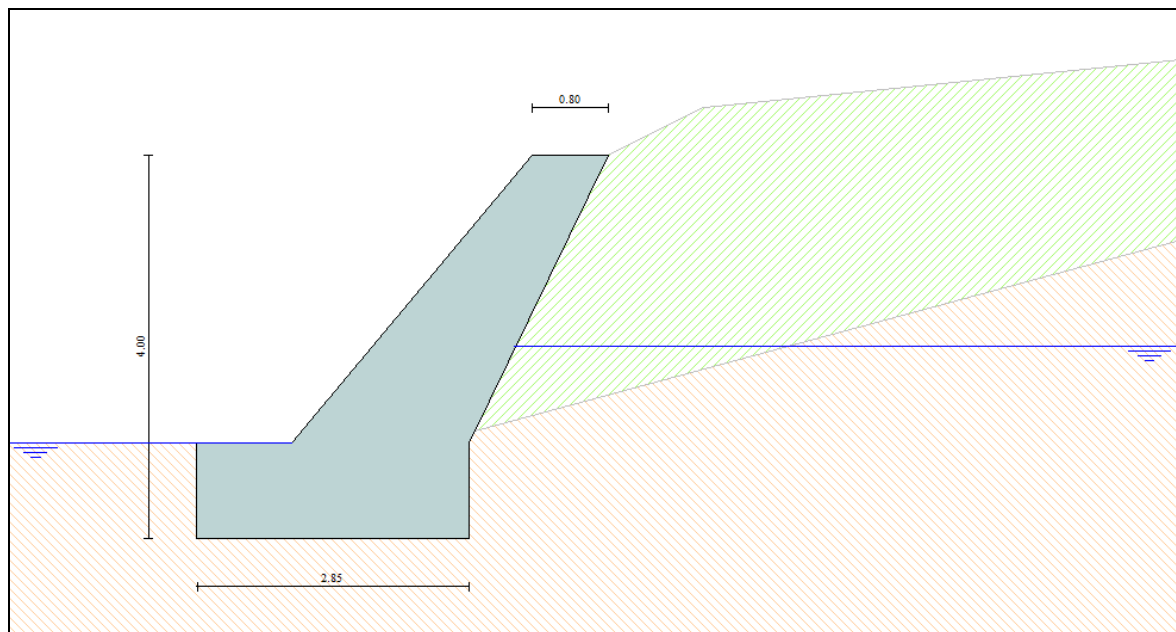
Vita nominale	VN:	50 anni
Classe d'uso:	Classe II	Coefficiente d'uso = 1
Periodo di riferimento	VR:	50
Categoria del sottosuolo		C
Coefficiente stratigrafico		1,5
Categoria topografica:		T1
Amplificazione topografica ST		1
Zona sismica del sito		3s Deliberazione della Giunta Regionale n. 11-13058 del 19/01/2010, <i>Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006.</i> e dalla successiva Deliberazione della Giunta Regionale n. 4-3084 del 12/12/2011
Coordinate del sito:		Long. = 7.314813 Lat. = 44.89214.

## 6 RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE

### 6.1 Scogliera in condizioni di svaso rapido

Si è fatto riferimento alla situazione successiva ad un evento di piena, con presenza di un battente d'acqua a tergo della scogliera e livello dell'alveo posto sul del fondo scorrevole, rappresentata dalla seguente geometria:

La geometria dell'opera e del terreno utilizzata è quella più gravosa riferita al settore di intervento 1.



### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	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	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90

Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE****Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

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

**Geometria muro e fondazione**

Descrizione	<b>Muro a gravità in pietrame</b>
Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,80 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,85 [m]
Inclinazione paramento esterno	40,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-26,00 [°]
Lunghezza del muro	20,00 [m]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,85 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

**Materiali utilizzati per la struttura**

<i>Pietrame</i>	
Peso specifico	20,000 [kN/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	3000 [kPa]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	50 [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	1,00	0,50	26,57
2	6,00	1,00	5,71

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]  
 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 2,00 [m]  
 Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 1,00 [m]

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
 Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
 c Coesione espressa in [kPa]  
 c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Terreno 1	18,00	19,00	35,00	23,33	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<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2,50	15,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	5,00	0,00	20,39	0,00	Terreno 2

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 6 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 9 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
--	------------	----------	--------	-----------------

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° 10 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

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

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  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
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLIM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1,33	--	17,20	--
2	A1-M1 - [1]	--	1,85	--	17,38	--
3	A1-M1 - [1]	--	1,38	--	17,33	--
4	A1-M1 - [1]	--	1,80	--	17,44	--
5	A2-M2 - [1]	--	1,18	--	5,81	--
6	EQU - [1]	--	--	3,03	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1,40
8	SLEQ - [1]	--	1,85	--	22,59	--
9	SLEF - [1]	--	1,85	--	22,59	--
10	SLER - [1]	--	1,85	--	22,59	--

## 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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.28 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.70$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.50 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.37$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.69$

Forma diagramma incremento sismico statico      Stessa    forma    diagramma

Partecipazione spinta passiva (percento)      0,0  
Lunghezza del muro      20,00 [m]

Peso muro      136,7051 [kN]  
Baricentro del muro      X=-2,10 Y=-2,45

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = -1,46	Y = -4,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00	Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	4,00 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	-20,09 [°]	

**COMBINAZIONE n° 1****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	20,8366	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	20,7506	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,8911	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,84	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,10	[°]		
Spinta falda	25,4977	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,33	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46,2483	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	115,7469	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	115,7469	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46,2483	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	124,6445	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-55,0589	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1990,2982	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	81,11	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,57$	$i_q = 0,57$	$i_\gamma = 0,23$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$N'_c = 62.31$	$N'_q = 52.91$	$N'_\gamma = 34.83$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	17.20



## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,07	0,86	0,0299	2	1,18	0,00	52,29	652,36
3	0,30	0,9054	5,02	-0,30	1,77	0,0594	3	2,82	0,01	28,42	194,78
4	0,45	0,9581	7,69	-0,68	2,72	0,0886	4	4,95	0,05	20,44	101,09
5	0,60	1,0108	10,48	-1,23	3,72	0,1174	3	7,57	0,12	16,42	65,28
6	0,75	1,0635	13,37	-1,95	4,76	0,1460	2	10,72	0,23	13,99	47,32
7	0,90	1,1162	16,38	-2,85	5,84	0,1743	1	14,42	0,39	12,36	36,82
8	1,05	1,1689	19,49	-3,94	6,97	0,2023	34	18,68	0,62	11,19	30,05
9	1,20	1,2216	22,72	-5,23	8,13	0,2302	40	23,53	0,93	10,31	25,40
10	1,35	1,2743	26,05	-6,72	9,32	0,2579	46	29,00	1,32	9,64	22,05
11	1,50	1,3271	29,50	-8,42	10,53	0,2856	52	35,09	1,80	9,10	19,54
12	1,65	1,3798	33,05	-10,35	11,77	0,3132	58	41,84	2,38	8,67	17,60
13	1,80	1,4325	36,72	-12,51	13,04	0,3408	65	49,27	3,07	8,31	16,07
14	1,95	1,4852	40,49	-14,92	14,34	0,3685	72	57,40	3,87	8,00	14,82
15	2,10	1,5379	44,38	-17,58	15,72	0,3962	79	66,25	4,81	7,72	13,78
16	2,25	1,5906	48,37	-20,48	17,37	0,4233	87	75,84	5,90	7,36	12,86
17	2,40	1,6433	52,47	-23,58	19,31	0,4493	94	86,20	7,20	6,97	11,98
18	2,55	1,6960	56,69	-26,84	21,53	0,4735	101	97,47	8,77	6,57	11,12
19	2,70	1,7487	61,01	-30,25	24,03	0,4957	107	109,64	10,65	6,18	10,29
20	2,85	1,8014	65,45	-33,77	26,82	0,5160	113	122,67	12,88	5,80	9,52
21	3,00	1,8541	69,99	-37,42	29,55	0,5347	119	136,55	15,47	5,51	8,82

COMBINAZIONE n° 2**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	20,8366	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	20,7506	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,8911	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,84	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,10	[°]		
Spinta falda	25,4977	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,33	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	17,5984	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46,2483	[kN]		

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	160,8196	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	160,8196	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46,2483	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	167,3375	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,04	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-76,4992	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2794,6325	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	112,69	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,38$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$N'_c = 62.31$	$N'_q = 52.91$	$N'_\gamma = 34.83$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.85
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	17.38

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	3,19	-0,08	1,37	0,0239	3	1,54	0,00	33,49	848,33
3	0,30	0,9054	6,53	-0,31	2,76	0,0483	5	3,67	0,01	18,74	253,35
4	0,45	0,9581	10,00	-0,73	4,19	0,0729	6	6,44	0,05	13,83	131,52
5	0,60	1,0108	13,62	-1,33	5,64	0,0979	6	9,86	0,12	11,38	84,95
6	0,75	1,0635	17,39	-2,14	7,12	0,1232	5	13,96	0,23	9,92	61,59
7	0,90	1,1162	21,29	-3,17	8,62	0,1487	4	18,77	0,39	8,94	47,94
8	1,05	1,1689	25,34	-4,42	10,15	0,1746	2	24,32	0,62	8,26	39,13
9	1,20	1,2216	29,53	-5,93	11,69	0,2007	0	30,64	0,93	7,75	33,08
10	1,35	1,2743	33,87	-7,69	13,25	0,2272	55	37,76	1,32	7,36	28,72

11	1,50	1,3271	38,35	-9,74	14,82	0,2540	62	45,71	1,80	7,07	25,46
12	1,65	1,3798	42,97	-12,08	16,40	0,2811	70	54,51	2,38	6,83	22,93
13	1,80	1,4325	47,73	-14,73	17,98	0,3086	78	64,19	3,07	6,64	20,93
14	1,95	1,4852	52,64	-17,71	19,58	0,3365	86	74,79	3,87	6,48	19,31
15	2,10	1,5379	57,69	-21,04	21,24	0,3647	95	86,33	4,81	6,34	17,96
16	2,25	1,5906	62,88	-24,70	23,16	0,3927	104	98,84	5,90	6,15	16,76
17	2,40	1,6433	68,22	-28,67	25,35	0,4203	113	112,35	7,20	5,93	15,61
18	2,55	1,6960	73,70	-32,91	27,80	0,4466	122	127,01	8,77	5,70	14,48
19	2,70	1,7487	79,32	-37,41	30,52	0,4717	131	142,82	10,65	5,46	13,41
20	2,85	1,8014	85,08	-42,16	33,50	0,4956	140	159,74	12,88	5,23	12,40
21	3,00	1,8541	90,99	-47,17	36,41	0,5184	148	177,76	15,47	5,04	11,49

**COMBINAZIONE n° 3****Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	20,8366	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	20,7506	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	1,8911	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,84	[m]	Y = -2,30	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,10	[°]			
Spinta falda	25,4977	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,33	[m]	
Sottospinta falda	36,3865	[kN]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	17,5984	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46,2483	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	119,8080	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	119,8080	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46,2483	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]			
Risultante in fondazione	128,4246	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,11	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-56,9907	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	2075,7975	[kN]			

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	83,96	[kPa]			

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93,71$	$N_q = 85,37$	$N_\gamma = 139,32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,59$	$i_q = 0,59$	$i_\gamma = 0,25$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 62,31$	$N'_q = 52,91$	$N'_\gamma = 34,83$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	17.33

**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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,06	1,02	0,0251	2	1,18	0,00	44,29	652,36
3	0,30	0,9054	5,02	-0,25	2,08	0,0501	4	2,82	0,01	24,23	194,78
4	0,45	0,9581	7,69	-0,58	3,17	0,0751	4	4,95	0,05	17,53	101,09
5	0,60	1,0108	10,48	-1,05	4,31	0,1001	4	7,57	0,12	14,17	65,28
6	0,75	1,0635	13,37	-1,67	5,48	0,1250	4	10,72	0,23	12,14	47,32
7	0,90	1,1162	16,38	-2,46	6,70	0,1499	3	14,42	0,39	10,78	36,82
8	1,05	1,1689	19,49	-3,41	7,95	0,1748	2	18,68	0,62	9,81	30,05
9	1,20	1,2216	22,72	-4,54	9,22	0,1997	0	23,53	0,93	9,08	25,40
10	1,35	1,2743	26,05	-5,85	10,53	0,2247	42	29,00	1,32	8,53	22,05
11	1,50	1,3271	29,50	-7,37	11,85	0,2498	48	35,09	1,80	8,09	19,54
12	1,65	1,3798	33,05	-9,09	13,20	0,2750	53	41,84	2,38	7,73	17,60
13	1,80	1,4325	36,72	-11,03	14,56	0,3005	59	49,27	3,07	7,44	16,07
14	1,95	1,4852	40,49	-13,20	15,95	0,3261	65	57,40	3,87	7,19	14,82
15	2,10	1,5379	44,38	-15,61	17,42	0,3518	71	66,25	4,81	6,96	13,78
16	2,25	1,5906	48,37	-18,25	19,15	0,3773	77	75,84	5,90	6,68	12,86
17	2,40	1,6433	52,47	-21,08	21,17	0,4017	83	86,20	7,20	6,36	11,98
18	2,55	1,6960	56,69	-24,06	23,46	0,4244	89	97,47	8,77	6,03	11,12
19	2,70	1,7487	61,01	-27,17	26,03	0,4453	95	109,64	10,65	5,70	10,29
20	2,85	1,8014	65,45	-30,39	28,87	0,4643	100	122,67	12,88	5,39	9,52
21	3,00	1,8541	69,99	-33,73	31,66	0,4819	105	136,55	15,47	5,14	8,82

**COMBINAZIONE n° 4****Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	20,8366	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	20,7506	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,8911	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,84	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,10	[°]		
Spinta falda	25,4977	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,33	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46,2483	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	156,7584	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	156,7584	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46,2483	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	163,4384	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-74,5674	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2734,0337	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	109,85	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,37$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 62.31$	$N'_q = 52.91$	$N'_\gamma = 34.83$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.80
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	17.44

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	3,19	-0,09	1,21	0,0276	3	1,54	0,00	37,79	848,33
3	0,30	0,9054	6,53	-0,36	2,46	0,0554	5	3,67	0,01	21,07	253,35
4	0,45	0,9581	10,00	-0,83	3,74	0,0832	5	6,44	0,05	15,50	131,52
5	0,60	1,0108	13,62	-1,52	5,05	0,1112	5	9,86	0,12	12,72	84,95

6	0,75	1,0635	17,39	-2,42	6,39	0,1393	3	13,96	0,23	11,04	61,59
7	0,90	1,1162	21,29	-3,57	7,76	0,1675	2	18,77	0,39	9,93	47,94
8	1,05	1,1689	25,34	-4,96	9,17	0,1958	43	24,32	0,62	9,14	39,13
9	1,20	1,2216	29,53	-6,62	10,60	0,2242	51	30,64	0,93	8,55	33,08
10	1,35	1,2743	33,87	-8,56	12,04	0,2528	59	37,76	1,32	8,11	28,72
11	1,50	1,3271	38,35	-10,80	13,50	0,2815	67	45,71	1,80	7,76	25,46
12	1,65	1,3798	42,97	-13,34	14,97	0,3105	76	54,51	2,38	7,48	22,93
13	1,80	1,4325	47,73	-16,21	16,46	0,3397	85	64,19	3,07	7,25	20,93
14	1,95	1,4852	52,64	-19,43	17,97	0,3691	94	74,79	3,87	7,06	19,31
15	2,10	1,5379	57,69	-23,00	19,54	0,3987	104	86,33	4,81	6,89	17,96
16	2,25	1,5906	62,88	-26,92	21,38	0,4282	114	98,84	5,90	6,66	16,76
17	2,40	1,6433	68,22	-31,17	23,49	0,4569	125	112,35	7,20	6,40	15,61
18	2,55	1,6960	73,70	-35,70	25,87	0,4844	135	127,01	8,77	6,13	14,48
19	2,70	1,7487	79,32	-40,49	28,52	0,5105	145	142,82	10,65	5,85	13,41
20	2,85	1,8014	85,08	-45,55	31,44	0,5353	155	159,74	12,88	5,57	12,40
21	3,00	1,8541	90,99	-50,86	34,30	0,5590	165	177,76	15,47	5,36	11,49

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	24,5438	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	24,5421	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	0,2928	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,85	[m]	Y = -2,31	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,78	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,60	[°]			

Spinta falda	19,6136	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,33	[m]	
Sottospinta falda	27,9896	[kN]			

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	44,1557	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	122,5455	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	122,5455	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	44,1557	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]			
Risultante in fondazione	130,2579	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,82	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-58,2929	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	712,4013	[kN]			

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	85,87	[kPa]			

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93,71$	$N_q = 85,37$	$N_\gamma = 139,32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$

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

$$N'_c = 62.31$$

$$N'_q = 52.91$$

$$N'_\gamma = 34.83$$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.18

5.81

### 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	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,09	0,65	0,0366	2	1,18	0,00	69,49	445,80
3	0,30	0,9054	5,02	-0,36	1,38	0,0717	3	2,81	0,02	36,36	132,69
4	0,45	0,9581	7,69	-0,81	2,20	0,1055	3	4,90	0,07	25,27	68,78
5	0,60	1,0108	10,48	-1,45	3,09	0,1381	2	7,48	0,17	19,75	44,62
6	0,75	1,0635	13,37	-2,27	4,04	0,1697	1	10,58	0,32	16,48	32,71
7	0,90	1,1162	16,38	-3,29	5,04	0,2006	31	14,20	0,55	14,32	25,83
8	1,05	1,1689	19,49	-4,50	6,09	0,2309	37	18,37	0,86	12,79	21,43
9	1,20	1,2216	22,72	-5,92	7,20	0,2607	43	23,12	1,26	11,65	18,39
10	1,35	1,2743	26,05	-7,56	8,34	0,2900	50	28,45	1,76	10,76	16,18
11	1,50	1,3271	29,50	-9,41	9,54	0,3189	57	34,40	2,37	10,05	14,50
12	1,65	1,3798	33,05	-11,49	10,78	0,3475	64	40,97	3,11	9,47	13,18
13	1,80	1,4325	36,72	-13,80	12,06	0,3758	72	48,20	3,97	8,98	12,13
14	1,95	1,4852	40,49	-16,35	13,39	0,4037	80	56,10	4,98	8,57	11,26
15	2,10	1,5379	44,38	-19,15	14,80	0,4314	88	64,70	6,14	8,19	10,53
16	2,25	1,5906	48,37	-22,18	16,44	0,4585	96	74,01	7,49	7,78	9,89
17	2,40	1,6433	52,47	-25,43	18,32	0,4845	104	84,07	9,05	7,35	9,29
18	2,55	1,6960	56,69	-28,85	20,43	0,5088	111	95,02	10,88	6,93	8,73
19	2,70	1,7487	61,01	-32,43	22,76	0,5315	119	106,85	13,02	6,52	8,21
20	2,85	1,8014	65,45	-36,16	25,32	0,5525	125	119,52	15,49	6,14	7,71
21	3,00	1,8541	69,99	-40,05	27,77	0,5722	132	133,10	18,31	5,86	7,27

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	26,9982	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	26,9963	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,3221	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,85	[m]	Y = -2,31	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,78	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,60	[°]		
Spinta falda	21,5750	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,33	[m]

Sottospinta falda	30,7886	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	12,1835	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48,5713	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	104,7516	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	103,8152	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	314,9991	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	104,7516	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48,5713	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	115,4645	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-49,8286	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.03
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 7

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]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	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]= -2,74 Y[m]= 0,30

Raggio del cerchio R[m]= 4,59

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,93

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,84

Larghezza della striscia dx[m]= 0,31

Coefficiente di sicurezza C= 1.40

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	717.04	77.33	699.58	1.42	29.26	0.000	0.000
2	1274.85	64.01	1145.96	0.71	29.26	0.000	0.000
3	1577.26	56.10	1309.11	0.56	33.08	0.000	0.025
4	1764.41	49.62	1344.06	0.48	35.77	0.000	0.066
5	1883.67	43.93	1306.78	0.43	35.77	0.000	0.099
6	1966.58	38.74	1230.73	0.40	35.77	0.000	0.127
7	2064.94	33.91	1152.15	0.37	35.77	0.000	0.050
8	2211.70	29.35	1083.99	0.36	35.77	0.000	0.069



9	2307.61	24.98	974.50	0.34	35.77	0.000	0.085
10	2211.58	20.76	783.99	0.33	35.77	0.000	0.098
11	2083.17	16.66	597.24	0.32	35.77	0.000	0.109
12	1928.29	12.64	422.12	0.32	35.77	0.000	0.117
13	1744.18	8.69	263.58	0.31	35.77	0.000	0.123
14	1558.48	4.78	129.88	0.31	35.77	0.000	0.126
15	1360.40	0.89	21.16	0.31	35.77	0.000	0.128
16	1150.02	-2.99	-60.06	0.31	35.77	0.000	0.127
17	945.94	-6.89	-113.52	0.31	35.77	0.000	0.125
18	899.76	-10.82	-168.97	0.32	35.77	0.000	0.120
19	881.27	-14.81	-225.24	0.32	35.77	0.000	0.113
20	845.29	-18.87	-273.34	0.33	35.77	0.000	0.103
21	777.25	-23.03	-304.04	0.34	35.77	0.000	0.091
22	507.72	-27.32	-233.04	0.35	29.26	0.000	0.077
23	355.08	-31.79	-187.06	0.37	29.26	0.000	0.059
24	228.02	-36.49	-135.60	0.39	29.26	0.000	0.038
25	76.23	-41.50	-50.51	0.41	29.26	0.000	0.013

$\Sigma W_i = 326,7701$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 105,0650$  [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 196,4708$  [kN]

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

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,06	1,05	0,0239	2	1,18	0,00	42,84	848,33
3	0,30	0,9054	5,02	-0,24	2,13	0,0483	4	2,83	0,01	23,65	253,35
4	0,45	0,9581	7,69	-0,56	3,22	0,0729	4	4,95	0,04	17,26	131,52
5	0,60	1,0108	10,48	-1,03	4,34	0,0979	4	7,58	0,09	14,07	84,95
6	0,75	1,0635	13,37	-1,65	5,47	0,1232	4	10,74	0,17	12,16	61,59
7	0,90	1,1162	16,38	-2,44	6,63	0,1487	3	14,44	0,30	10,89	47,94
8	1,05	1,1689	19,49	-3,40	7,81	0,1746	2	18,71	0,48	9,98	39,13
9	1,20	1,2216	22,72	-4,56	9,00	0,2007	0	23,57	0,71	9,32	33,08
10	1,35	1,2743	26,05	-5,92	10,19	0,2272	42	29,05	1,01	8,81	28,72
11	1,50	1,3271	29,50	-7,49	11,40	0,2540	48	35,16	1,38	8,41	25,46
12	1,65	1,3798	33,05	-9,29	12,61	0,2811	54	41,93	1,83	8,09	22,93
13	1,80	1,4325	36,72	-11,33	13,83	0,3086	60	49,38	2,36	7,83	20,93
14	1,95	1,4852	40,49	-13,63	15,06	0,3365	66	57,53	2,98	7,62	19,31
15	2,10	1,5379	44,38	-16,18	16,34	0,3647	73	66,41	3,70	7,42	17,96
16	2,25	1,5906	48,37	-19,00	17,81	0,3927	80	76,03	4,54	7,18	16,76
17	2,40	1,6433	52,47	-22,05	19,50	0,4203	87	86,42	5,54	6,91	15,61
18	2,55	1,6960	56,69	-25,32	21,39	0,4466	94	97,70	6,75	6,62	14,48

19	2,70	1,7487	61,01	-28,78	23,47	0,4717	101	109,86	8,19	6,32	13,41
20	2,85	1,8014	65,45	-32,43	25,77	0,4956	108	122,87	9,91	6,04	12,40
21	3,00	1,8541	69,99	-36,28	28,01	0,5184	114	136,74	11,90	5,81	11,49

### 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,06	1,05	0,0239	2	1,18	0,00	42,84	848,33
3	0,30	0,9054	5,02	-0,24	2,13	0,0483	4	2,83	0,01	23,65	253,35
4	0,45	0,9581	7,69	-0,56	3,22	0,0729	4	4,95	0,04	17,26	131,52
5	0,60	1,0108	10,48	-1,03	4,34	0,0979	4	7,58	0,09	14,07	84,95
6	0,75	1,0635	13,37	-1,65	5,47	0,1232	4	10,74	0,17	12,16	61,59
7	0,90	1,1162	16,38	-2,44	6,63	0,1487	3	14,44	0,30	10,89	47,94
8	1,05	1,1689	19,49	-3,40	7,81	0,1746	2	18,71	0,48	9,98	39,13
9	1,20	1,2216	22,72	-4,56	9,00	0,2007	0	23,57	0,71	9,32	33,08
10	1,35	1,2743	26,05	-5,92	10,19	0,2272	42	29,05	1,01	8,81	28,72
11	1,50	1,3271	29,50	-7,49	11,40	0,2540	48	35,16	1,38	8,41	25,46
12	1,65	1,3798	33,05	-9,29	12,61	0,2811	54	41,93	1,83	8,09	22,93
13	1,80	1,4325	36,72	-11,33	13,83	0,3086	60	49,38	2,36	7,83	20,93
14	1,95	1,4852	40,49	-13,63	15,06	0,3365	66	57,53	2,98	7,62	19,31
15	2,10	1,5379	44,38	-16,18	16,34	0,3647	73	66,41	3,70	7,42	17,96
16	2,25	1,5906	48,37	-19,00	17,81	0,3927	80	76,03	4,54	7,18	16,76
17	2,40	1,6433	52,47	-22,05	19,50	0,4203	87	86,42	5,54	6,91	15,61
18	2,55	1,6960	56,69	-25,32	21,39	0,4466	94	97,70	6,75	6,62	14,48
19	2,70	1,7487	61,01	-28,78	23,47	0,4717	101	109,86	8,19	6,32	13,41
20	2,85	1,8014	65,45	-32,43	25,77	0,4956	108	122,87	9,91	6,04	12,40
21	3,00	1,8541	69,99	-36,28	28,01	0,5184	114	136,74	11,90	5,81	11,49

### 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

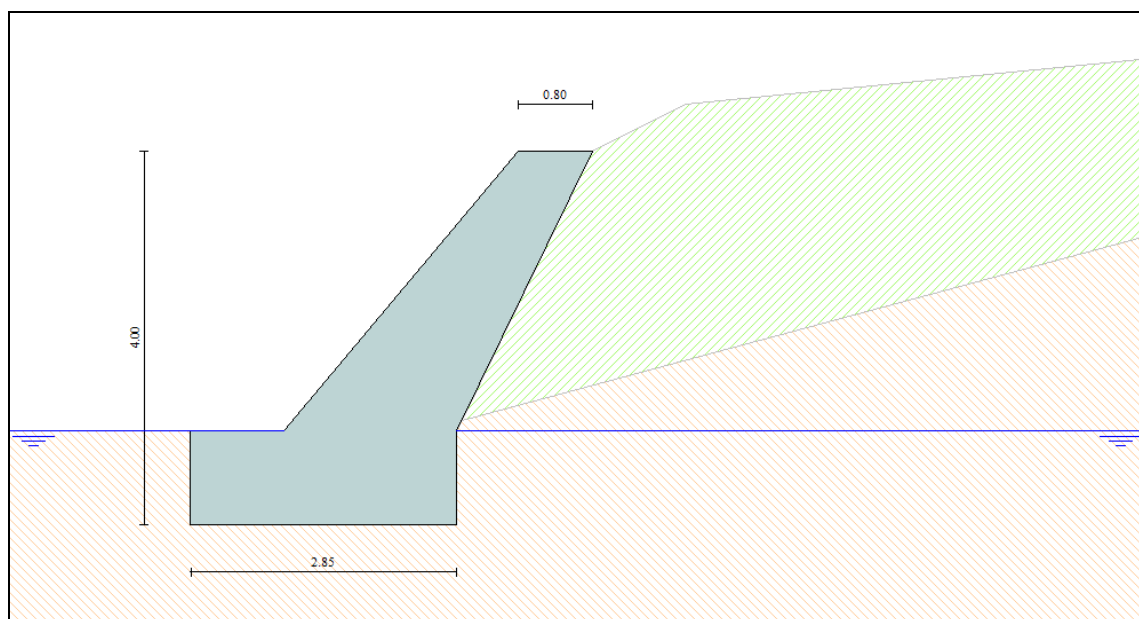
H	altezza della sezione espressa in [m]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza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

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,06	1,05	0,0239	2	1,18	0,00	42,84	848,33
3	0,30	0,9054	5,02	-0,24	2,13	0,0483	4	2,83	0,01	23,65	253,35
4	0,45	0,9581	7,69	-0,56	3,22	0,0729	4	4,95	0,04	17,26	131,52
5	0,60	1,0108	10,48	-1,03	4,34	0,0979	4	7,58	0,09	14,07	84,95
6	0,75	1,0635	13,37	-1,65	5,47	0,1232	4	10,74	0,17	12,16	61,59
7	0,90	1,1162	16,38	-2,44	6,63	0,1487	3	14,44	0,30	10,89	47,94
8	1,05	1,1689	19,49	-3,40	7,81	0,1746	2	18,71	0,48	9,98	39,13
9	1,20	1,2216	22,72	-4,56	9,00	0,2007	0	23,57	0,71	9,32	33,08
10	1,35	1,2743	26,05	-5,92	10,19	0,2272	42	29,05	1,01	8,81	28,72
11	1,50	1,3271	29,50	-7,49	11,40	0,2540	48	35,16	1,38	8,41	25,46
12	1,65	1,3798	33,05	-9,29	12,61	0,2811	54	41,93	1,83	8,09	22,93
13	1,80	1,4325	36,72	-11,33	13,83	0,3086	60	49,38	2,36	7,83	20,93
14	1,95	1,4852	40,49	-13,63	15,06	0,3365	66	57,53	2,98	7,62	19,31
15	2,10	1,5379	44,38	-16,18	16,34	0,3647	73	66,41	3,70	7,42	17,96
16	2,25	1,5906	48,37	-19,00	17,81	0,3927	80	76,03	4,54	7,18	16,76
17	2,40	1,6433	52,47	-22,05	19,50	0,4203	87	86,42	5,54	6,91	15,61
18	2,55	1,6960	56,69	-25,32	21,39	0,4466	94	97,70	6,75	6,62	14,48
19	2,70	1,7487	61,01	-28,78	23,47	0,4717	101	109,86	8,19	6,32	13,41
20	2,85	1,8014	65,45	-32,43	25,77	0,4956	108	122,87	9,91	6,04	12,40
21	3,00	1,8541	69,99	-36,28	28,01	0,5184	114	136,74	11,90	5,81	11,49

## 6.2 Scogliera in condizioni sismiche

Si è fatto riferimento alla situazione ordinaria con livello di falda prossimo al fondo alveo e presenza di sisma rappresentata dalla seguente geometria:

La geometria dell'opera e del terreno utilizzata è quella più gravosa riferita al settore di intervento 1.



## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	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>		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40

Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a gravità in pietrame</b>
Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,80 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,85 [m]
Inclinazione paramento esterno	40,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-26,00 [°]
Lunghezza del muro	20,00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,85 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

## Materiali utilizzati per la struttura

### *Pietrame*

Peso specifico	20,000 [kN/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	3000 [kPa]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	50 [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	1,00	0,50	26,57
2	6,00	1,00	5,71

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
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	1,00 [m]
Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	1,00 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno 1	18,00	19,00	35,00	23,33	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 <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2,50	15,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	5,00	0,00	20,39	0,00	Terreno 2

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

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° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 6 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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 A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
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

**Impostazioni di analisi**Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

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

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  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
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLIM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale



C	Tipo	Sisma	CS <sub>sco</sub>	CS <sub>rib</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	2,16	--	27,21	--
2	A1-M1 - [1]	--	3,01	--	23,73	--
3	A1-M1 - [1]	--	2,24	--	26,92	--
4	A1-M1 - [1]	--	2,93	--	24,04	--
5	A2-M2 - [1]	--	1,68	--	8,12	--
6	EQU - [1]	--	--	3,40	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1,48
8	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,87	--	22,07	--
9	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,81	--	22,66	--
10	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,13	--	5,34	--
11	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,09	--	5,44	--
12	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,99	--	--
13	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,23	--	--
14	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,38
15	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,36
16	SLEQ - [1]	--	3,01	--	30,84	--
17	SLEF - [1]	--	3,01	--	30,84	--
18	SLER - [1]	--	3,01	--	30,84	--

## 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

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Meyerhof

metodo di Fellenius

Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

1.28 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.24

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.70$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 2.35$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.50 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.37$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.69$

Forma diagramma incremento sismico statico	Stessa	forma	diagramma
Partecipazione spinta passiva (per cento)	0,0		
Lunghezza del muro	20,00	[m]	
Peso muro	136,7051	[kN]	
Baricentro del muro	X=-2,10	Y=-2,45	
<u>Superficie di spinta</u>			
Punto inferiore superficie di spinta	X = -1,46	Y = -4,00	
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00	Y = 0,00	
Altezza della superficie di spinta	4,00	[m]	
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	-20,09	[°]	

COMBINAZIONE n° 1**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	22,2062	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	22,1101	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2,0632	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		
Spinta falda	6,3744	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28,4846	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	115,9190	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	115,9190	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28,4846	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Risultante in fondazione	119,3675	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,81	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-55,1408	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	3154,5600	[kN]		
<u>Tensioni sul terreno</u>				
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	81,23	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93,71$	$N_q = 85,37$	$N_\gamma = 139,32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,45$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$$N'_c = 77.73$$

$$N'_q = 66.01$$

$$N'_\gamma = 67.72$$

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.16

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

27.21

### 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,05	1,24	0,0184	3	1,18	0,00	36,50	652,36
3	0,30	0,9054	5,02	-0,19	2,50	0,0372	4	2,82	0,01	20,09	194,78
4	0,45	0,9581	7,69	-0,43	3,80	0,0564	5	4,95	0,05	14,62	101,09
5	0,60	1,0108	10,48	-0,80	5,13	0,0759	6	7,57	0,12	11,89	65,28
6	0,75	1,0635	13,37	-1,28	6,50	0,0958	6	10,72	0,23	10,25	47,32
7	0,90	1,1162	16,38	-1,90	7,89	0,1159	6	14,42	0,39	9,15	36,82
8	1,05	1,1689	19,49	-2,66	9,31	0,1364	5	18,68	0,62	8,37	30,05
9	1,20	1,2216	22,72	-3,57	10,76	0,1572	4	23,53	0,93	7,79	25,40
10	1,35	1,2743	26,05	-4,65	12,22	0,1783	3	29,00	1,32	7,35	22,05
11	1,50	1,3271	29,50	-5,89	13,69	0,1998	2	35,09	1,80	7,00	19,54
12	1,65	1,3798	33,05	-7,33	15,18	0,2218	1	41,84	2,38	6,72	17,60
13	1,80	1,4325	36,72	-8,96	16,69	0,2441	52	49,27	3,07	6,49	16,07
14	1,95	1,4852	40,49	-10,81	18,20	0,2669	57	57,40	3,87	6,30	14,82
15	2,10	1,5379	44,38	-12,87	19,73	0,2901	62	66,25	4,80	6,15	13,79
16	2,25	1,5906	48,37	-15,17	21,28	0,3136	67	75,83	5,87	6,01	12,92
17	2,40	1,6433	52,47	-17,71	22,83	0,3376	72	86,19	7,07	5,90	12,18
18	2,55	1,6960	56,69	-20,49	24,40	0,3615	78	97,46	8,45	5,80	11,53
19	2,70	1,7487	61,01	-23,53	25,96	0,3857	83	109,64	9,99	5,72	10,97
20	2,85	1,8014	65,45	-26,85	27,53	0,4103	89	122,68	11,70	5,65	10,49
21	3,00	1,8541	69,99	-30,51	28,72	0,4358	95	136,56	13,54	5,67	10,09

#### COMBINAZIONE n° 2

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	22,2062	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	22,1101	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	2,0632	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]	

Spinta falda	6,3744	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	17,5984	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28,4846	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	160,9917	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	160,9917	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28,4846	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	163,4922	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-76,5811	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3819,5346	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	112,81	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,79$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,58$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	23.73

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	3,19	-0,05	1,74	0,0151	3	1,54	0,00	26,32	848,33
3	0,30	0,9054	6,53	-0,20	3,50	0,0312	6	3,67	0,01	14,81	253,35

4	0,45	0,9581	10,00	-0,48	5,27	0,0482	7	6,44	0,05	10,99	131,52
5	0,60	1,0108	13,62	-0,90	7,05	0,0660	8	9,86	0,12	9,10	84,95
6	0,75	1,0635	17,39	-1,47	8,85	0,0845	9	13,96	0,23	7,97	61,59
7	0,90	1,1162	21,29	-2,21	10,67	0,1038	8	18,77	0,39	7,23	47,94
8	1,05	1,1689	25,34	-3,14	12,49	0,1239	8	24,32	0,62	6,71	39,13
9	1,20	1,2216	29,53	-4,27	14,32	0,1446	7	30,64	0,93	6,33	33,08
10	1,35	1,2743	33,87	-5,62	16,15	0,1659	6	37,76	1,32	6,04	28,72
11	1,50	1,3271	38,35	-7,21	17,98	0,1880	4	45,71	1,80	5,82	25,46
12	1,65	1,3798	42,97	-9,06	19,80	0,2108	3	54,51	2,38	5,65	22,93
13	1,80	1,4325	47,73	-11,18	21,62	0,2343	1	64,19	3,07	5,52	20,93
14	1,95	1,4852	52,64	-13,60	23,44	0,2584	72	74,79	3,87	5,41	19,31
15	2,10	1,5379	57,69	-16,33	25,26	0,2831	79	86,33	4,80	5,33	17,97
16	2,25	1,5906	62,88	-19,39	27,06	0,3084	86	98,83	5,87	5,26	16,84
17	2,40	1,6433	68,22	-22,80	28,87	0,3343	93	112,34	7,07	5,21	15,88
18	2,55	1,6960	73,70	-26,56	30,66	0,3604	101	127,00	8,45	5,17	15,03
19	2,70	1,7487	79,32	-30,70	32,44	0,3870	109	142,81	9,99	5,14	14,29
20	2,85	1,8014	85,08	-35,24	34,21	0,4142	117	159,74	11,70	5,12	13,66
21	3,00	1,8541	90,99	-40,25	35,58	0,4424	125	177,78	13,54	5,16	13,13

**COMBINAZIONE n° 3****Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	22,2062	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	22,1101	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2,0632	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		
Spinta falda	6,3744	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	17,5984	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28,4846	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	119,9802	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	119,9802	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28,4846	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	123,3151	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-57,0726	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3230,0840	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	84,08	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93,71$	$N_q = 85,37$	$N_\gamma = 139,32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,73$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,47$

<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.24
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	26.92

**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	sfuerzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sfuerzo rispetto al baricentro [m]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,03	1,39	0,0136	3	1,18	0,00	32,41	652,36
3	0,30	0,9054	5,02	-0,14	2,81	0,0280	5	2,82	0,01	17,90	194,78
4	0,45	0,9581	7,69	-0,33	4,25	0,0430	6	4,95	0,05	13,07	101,09
5	0,60	1,0108	10,48	-0,61	5,72	0,0586	7	7,57	0,12	10,66	65,28
6	0,75	1,0635	13,37	-1,00	7,22	0,0748	7	10,72	0,23	9,22	47,32
7	0,90	1,1162	16,38	-1,50	8,75	0,0916	7	14,42	0,39	8,25	36,82
8	1,05	1,1689	19,49	-2,12	10,29	0,1088	7	18,68	0,62	7,57	30,05
9	1,20	1,2216	22,72	-2,88	11,85	0,1267	7	23,53	0,93	7,07	25,40
10	1,35	1,2743	26,05	-3,78	13,43	0,1451	6	29,00	1,32	6,69	22,05
11	1,50	1,3271	29,50	-4,84	15,01	0,1640	6	35,09	1,80	6,38	19,54
12	1,65	1,3798	33,05	-6,07	16,60	0,1836	5	41,84	2,38	6,15	17,60
13	1,80	1,4325	36,72	-7,48	18,21	0,2038	4	49,27	3,07	5,95	16,07
14	1,95	1,4852	40,49	-9,09	19,82	0,2245	3	57,40	3,87	5,79	14,82
15	2,10	1,5379	44,38	-10,91	21,43	0,2458	1	66,25	4,80	5,66	13,79
16	2,25	1,5906	48,37	-12,94	23,06	0,2676	61	75,83	5,87	5,55	12,92
17	2,40	1,6433	52,47	-15,21	24,69	0,2899	66	86,19	7,07	5,45	12,18
18	2,55	1,6960	56,69	-17,71	26,33	0,3124	71	97,46	8,45	5,37	11,53
19	2,70	1,7487	61,01	-20,45	27,96	0,3352	75	109,64	9,99	5,31	10,97
20	2,85	1,8014	65,45	-23,47	29,59	0,3586	80	122,68	11,70	5,26	10,49
21	3,00	1,8541	69,99	-26,81	30,83	0,3830	86	136,56	13,54	5,28	10,09

**COMBINAZIONE n° 4****Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	22,2062	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	22,1101	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2,0632	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		
Spinta falda	6,3744	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	36,3865	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28,4846	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	156,9305	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	156,9305	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28,4846	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Risultante in fondazione	159,4947	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,29	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-74,6493	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	3772,4195	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	109,97	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,78$	$i_q = 0,78$	$i_\gamma = 0,57$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.93
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	24.04

**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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	3,19	-0,06	1,59	0,0188	3	1,54	0,00	28,90	848,33
3	0,30	0,9054	6,53	-0,25	3,19	0,0383	5	3,67	0,01	16,23	253,35
4	0,45	0,9581	10,00	-0,59	4,82	0,0585	7	6,44	0,05	12,02	131,52
5	0,60	1,0108	13,62	-1,08	6,46	0,0793	7	9,86	0,12	9,93	84,95
6	0,75	1,0635	17,39	-1,75	8,13	0,1007	7	13,96	0,23	8,68	61,59
7	0,90	1,1162	21,29	-2,61	9,81	0,1226	7	18,77	0,39	7,86	47,94
8	1,05	1,1689	25,34	-3,68	11,52	0,1450	6	24,32	0,62	7,28	39,13
9	1,20	1,2216	29,53	-4,96	13,23	0,1680	4	30,64	0,93	6,85	33,08
10	1,35	1,2743	33,87	-6,49	14,94	0,1915	3	37,76	1,32	6,53	28,72
11	1,50	1,3271	38,35	-8,27	16,66	0,2156	1	45,71	1,80	6,28	25,46
12	1,65	1,3798	42,97	-10,32	18,38	0,2402	64	54,51	2,38	6,09	22,93
13	1,80	1,4325	47,73	-12,66	20,10	0,2653	71	64,19	3,07	5,94	20,93
14	1,95	1,4852	52,64	-15,32	21,83	0,2910	78	74,79	3,87	5,81	19,31
15	2,10	1,5379	57,69	-18,30	23,56	0,3171	85	86,33	4,80	5,71	17,97
16	2,25	1,5906	62,88	-21,62	25,28	0,3438	93	98,83	5,87	5,63	16,84
17	2,40	1,6433	68,22	-25,30	27,01	0,3709	101	112,34	7,07	5,57	15,88
18	2,55	1,6960	73,70	-29,35	28,74	0,3982	109	127,00	8,45	5,52	15,03
19	2,70	1,7487	79,32	-33,78	30,45	0,4259	118	142,81	9,99	5,48	14,29
20	2,85	1,8014	85,08	-38,63	32,16	0,4540	127	159,74	11,70	5,45	13,66
21	3,00	1,8541	90,99	-43,95	33,47	0,4830	137	177,78	13,54	5,49	13,13

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	26,1909	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	26,1884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,3618	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,88	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,85	[°]		

Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	31,0918	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	122,6144	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	122,6144	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	31,0918	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Risultante in fondazione	126,4951	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-58,3257	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	995,0683	[kN]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	85,92	[kPa]		



Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,71$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,36$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$

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

$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.12

## 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	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [m]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,07	0,92	0,0283	2	1,18	0,00	48,99	445,80
3	0,30	0,9054	5,02	-0,28	1,92	0,0556	4	2,81	0,02	26,23	132,69
4	0,45	0,9581	7,69	-0,63	2,99	0,0821	4	4,90	0,07	18,61	68,78
5	0,60	1,0108	10,48	-1,13	4,12	0,1079	4	7,48	0,17	14,81	44,62
6	0,75	1,0635	13,37	-1,78	5,30	0,1332	3	10,58	0,32	12,55	32,71
7	0,90	1,1162	16,38	-2,59	6,53	0,1581	2	14,20	0,55	11,05	25,83
8	1,05	1,1689	19,49	-3,57	7,80	0,1829	1	18,37	0,86	9,99	21,43
9	1,20	1,2216	22,72	-4,71	9,11	0,2075	38	23,12	1,26	9,20	18,39
10	1,35	1,2743	26,05	-6,05	10,46	0,2320	43	28,45	1,76	8,59	16,18
11	1,50	1,3271	29,50	-7,57	11,84	0,2565	48	34,40	2,37	8,10	14,50
12	1,65	1,3798	33,05	-9,29	13,26	0,2809	54	40,97	3,11	7,70	13,18
13	1,80	1,4325	36,72	-11,21	14,71	0,3053	60	48,20	3,97	7,36	12,13
14	1,95	1,4852	40,49	-13,35	16,20	0,3298	65	56,10	4,98	7,08	11,26
15	2,10	1,5379	44,38	-15,72	17,73	0,3542	71	64,69	6,14	6,84	10,53
16	2,25	1,5906	48,37	-18,32	19,29	0,3787	77	74,00	7,46	6,63	9,91
17	2,40	1,6433	52,47	-21,15	20,89	0,4031	84	84,03	8,96	6,45	9,38
18	2,55	1,6960	56,69	-24,22	22,51	0,4273	90	94,96	10,65	6,28	8,92
19	2,70	1,7487	61,01	-27,54	24,16	0,4513	96	106,77	12,54	6,14	8,51
20	2,85	1,8014	65,45	-31,12	25,83	0,4755	103	119,41	14,63	6,02	8,16
21	3,00	1,8541	69,99	-35,01	27,13	0,5003	109	132,97	16,90	6,00	7,87

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	28,8100	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	28,8072	[kN]
Componente verticale della spinta statica	0,3979	[kN]

Punto d'applicazione della spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,88	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,85	[°]		
Spinta falda	5,3937	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	30,7886	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	12,1835	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
<b><i>Risultanti</i></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	34,2010	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	104,8274	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	92,7865	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	315,2548	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	104,8274	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	34,2010	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Risultante in fondazione	110,2656	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,07	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-49,8647	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.40

**Stabilità globale muro + terreno****Combinazione n° 7**

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]

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

$\phi$  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]= -2,74 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 4,30

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,83

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,53

Larghezza della striscia dx[m]= 0,29

Coefficiente di sicurezza C= 1.48

Le strisce sono numerate da monte verso valle

**Caratteristiche delle strisce**

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	871.08	75.42	843.01	1.17	29.26	0.000	0.000
2	1317.73	63.24	1176.61	0.65	29.26	0.000	0.000

3	1539.30	55.42	1267.39	0.52	35.32	0.000	0.000
4	1680.29	48.97	1267.63	0.45	35.77	0.000	0.000
5	1779.36	43.29	1220.07	0.40	35.77	0.000	0.013
6	1882.57	38.10	1161.62	0.37	35.77	0.000	0.038
7	2030.92	33.26	1113.85	0.35	35.77	0.000	0.059
8	2158.79	28.68	1035.97	0.34	35.77	0.000	0.077
9	2149.97	24.29	884.37	0.32	35.77	0.000	0.092
10	2035.07	20.05	697.64	0.31	35.77	0.000	0.104
11	1927.66	15.92	528.74	0.31	35.77	0.000	0.113
12	1765.57	11.87	363.31	0.30	35.77	0.000	0.121
13	1606.77	7.89	220.55	0.30	35.77	0.000	0.126
14	1437.63	3.94	98.84	0.30	35.77	0.000	0.129
15	1257.26	0.01	0.31	0.29	35.77	0.000	0.130
16	1065.71	-3.91	-72.75	0.30	35.77	0.000	0.129
17	891.49	-7.86	-121.93	0.30	35.77	0.000	0.126
18	860.62	-11.85	-176.67	0.30	35.77	0.000	0.121
19	840.60	-15.89	-230.16	0.31	35.77	0.000	0.113
20	805.35	-20.02	-275.69	0.31	35.77	0.000	0.104
21	738.36	-24.26	-303.35	0.32	35.77	0.000	0.092
22	491.80	-28.65	-235.76	0.34	29.26	0.000	0.077
23	339.31	-33.23	-185.92	0.35	29.26	0.000	0.059
24	218.50	-38.06	-134.71	0.37	29.26	0.000	0.038
25	73.70	-43.25	-50.50	0.40	29.26	0.000	0.013

$\Sigma W_i = 311,5173$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 98,9748$  [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi = 186,9004$  [kN]

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

### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	17,0817	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17,0078	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,5871	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		
Incremento sismico della spinta	7,3995	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,97	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
Inerzia del muro	6,4199	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3,2099	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,6357	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,3179	[kN]		
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	36,3343	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	128,0551	[kN]		

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	128,0551	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36,3343	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	133,1100	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,84	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-60,9137	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2826,2667	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	89,73	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,39$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.87
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	22.07

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,07	0,92	0,0283	2	1,18	0,01	49,26	110,84
3	0,30	0,9054	5,02	-0,28	1,89	0,0560	3	2,82	0,05	26,56	54,80
4	0,45	0,9581	7,69	-0,64	2,93	0,0831	4	4,95	0,14	18,95	36,40
5	0,60	1,0108	10,48	-1,15	4,04	0,1096	4	7,57	0,28	15,11	27,33
6	0,75	1,0635	13,37	-1,81	5,21	0,1356	3	10,72	0,49	12,78	21,95
7	0,90	1,1162	16,38	-2,64	6,44	0,1610	2	14,41	0,78	11,22	18,41
8	1,05	1,1689	19,49	-3,63	7,72	0,1860	1	18,66	1,17	10,09	15,90
9	1,20	1,2216	22,72	-4,78	9,06	0,2106	38	23,51	1,67	9,25	14,05
10	1,35	1,2743	26,05	-6,12	10,45	0,2349	43	28,96	2,29	8,59	12,64
11	1,50	1,3271	29,50	-7,64	11,87	0,2590	49	35,05	3,04	8,07	11,53
12	1,65	1,3798	33,05	-9,35	13,34	0,2829	54	41,79	3,93	7,65	10,64
13	1,80	1,4325	36,72	-11,26	14,86	0,3066	60	49,20	4,97	7,29	9,90

14	1,95	1,4852	40,49	-13,37	16,41	0,3303	65	57,31	6,17	6,99	9,29
15	2,10	1,5379	44,38	-15,70	18,00	0,3539	71	66,14	7,54	6,74	8,77
16	2,25	1,5906	48,37	-18,25	19,64	0,3774	77	75,71	9,09	6,51	8,33
17	2,40	1,6433	52,47	-21,03	21,32	0,4008	83	86,04	10,83	6,32	7,94
18	2,55	1,6960	56,69	-24,03	23,03	0,4238	89	97,31	12,80	6,14	7,60
19	2,70	1,7487	61,01	-27,25	24,77	0,4466	95	109,50	14,99	5,99	7,31
20	2,85	1,8014	65,45	-30,73	26,54	0,4696	101	122,55	17,39	5,86	7,05
21	3,00	1,8541	69,99	-34,51	27,90	0,4931	108	136,44	19,99	5,83	6,83

**COMBINAZIONE n° 9**

Valore della spinta statica	17,0817	[kN]									
Componente orizzontale della spinta statica	17,0078	[kN]									
Componente verticale della spinta statica	1,5871	[kN]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]									
Incremento sismico della spinta	6,6394	[kN]									
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,78	[°]									
Spinta falda	4,9034	[kN]									
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]							
Sottospinta falda	27,9896	[kN]									
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]							
Inerzia del muro	6,4199	[kN]									
Inerzia verticale del muro	-3,2099	[kN]									
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,6357	[kN]									
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0,3179	[kN]									
<b><u>Risultanti</u></b>											
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	35,5774	[kN]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	120,9289	[kN]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	120,9289	[kN]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	35,5774	[kN]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]									
Risultante in fondazione	126,0537	[kN]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,39	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-57,5239	[kNm]									
Carico ultimo della fondazione	2740,7139	[kN]									
<b><u>Tensioni sul terreno</u></b>											
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	84,74	[kPa]									

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93,71$	$N_q = 85,37$	$N_\gamma = 139,32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,37$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$$N'_c = 77.73$$

$$N'_q = 66.01$$

$$N'_\gamma = 67.72$$

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.81  
22.66

### 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,07	0,87	0,0299	2	1,18	0,01	52,09	111,48
3	0,30	0,9054	5,02	-0,30	1,79	0,0590	3	2,82	0,05	28,04	55,33
4	0,45	0,9581	7,69	-0,67	2,78	0,0875	4	4,95	0,13	19,98	36,85
5	0,60	1,0108	10,48	-1,21	3,83	0,1154	3	7,57	0,27	15,91	27,72
6	0,75	1,0635	13,37	-1,91	4,95	0,1427	2	10,72	0,48	13,45	22,30
7	0,90	1,1162	16,38	-2,77	6,12	0,1694	1	14,41	0,77	11,79	18,73
8	1,05	1,1689	19,49	-3,81	7,36	0,1957	33	18,67	1,15	10,59	16,20
9	1,20	1,2216	22,72	-5,03	8,64	0,2215	39	23,51	1,64	9,70	14,32
10	1,35	1,2743	26,05	-6,43	9,97	0,2469	45	28,97	2,25	9,00	12,89
11	1,50	1,3271	29,50	-8,03	11,34	0,2722	50	35,06	2,98	8,45	11,77
12	1,65	1,3798	33,05	-9,82	12,76	0,2972	56	41,80	3,85	8,00	10,86
13	1,80	1,4325	36,72	-11,82	14,21	0,3220	62	49,22	4,86	7,62	10,12
14	1,95	1,4852	40,49	-14,04	15,71	0,3467	68	57,33	6,04	7,30	9,50
15	2,10	1,5379	44,38	-16,48	17,25	0,3713	74	66,16	7,38	7,03	8,97
16	2,25	1,5906	48,37	-19,15	18,83	0,3958	81	75,74	8,89	6,79	8,52
17	2,40	1,6433	52,47	-22,05	20,45	0,4202	87	86,08	10,59	6,58	8,13
18	2,55	1,6960	56,69	-25,18	22,11	0,4442	94	97,34	12,51	6,40	7,78
19	2,70	1,7487	61,01	-28,55	23,79	0,4679	100	109,53	14,65	6,24	7,48
20	2,85	1,8014	65,45	-32,18	25,51	0,4917	107	122,58	17,00	6,10	7,21
21	3,00	1,8541	69,99	-36,12	26,82	0,5161	114	136,47	19,53	6,07	6,99

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	26,1909	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	26,1884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,3618	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,88	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,85	[°]		
Incremento sismico della spinta	9,5232	[kN]		

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,47	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
Inerzia del muro	6,4199	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3,2099	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,6357	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,3179	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	47,6697	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126,2738	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126,2738	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47,6697	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Risultante in fondazione	134,9721	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,68	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-60,0664	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	674,5701	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	88,49	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,59$	$i_q = 0,59$	$i_\gamma = 0,18$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.13
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.34

## 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]

$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr	
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,11	0,39	0,0448	2	1,18	0,01	115,28	95,35	
3	0,30	0,9054	5,02	-0,43	0,93	0,0865	2	2,79	0,06	54,05	43,10	
4	0,45	0,9581	7,69	-0,96	1,61	0,1254	2	4,87	0,18	34,43	26,98	
5	0,60	1,0108	10,48	-1,69	2,43	0,1617	0	7,43	0,38	25,13	19,48	
6	0,75	1,0635	13,37	-2,62	3,35	0,1958	27	10,49	0,69	19,85	15,29	
7	0,90	1,1162	16,38	-3,74	4,38	0,2281	33	14,07	1,11	16,48	12,65	
8	1,05	1,1689	19,49	-5,05	5,51	0,2588	40	18,19	1,68	14,15	10,86	
9	1,20	1,2216	22,72	-6,55	6,73	0,2881	47	22,87	2,39	12,45	9,57	
10	1,35	1,2743	26,05	-8,24	8,04	0,3162	54	28,13	3,27	11,16	8,59	
11	1,50	1,3271	29,50	-10,12	9,45	0,3430	61	33,98	4,34	10,14	7,83	
12	1,65	1,3798	33,05	-12,19	10,95	0,3688	69	40,45	5,60	9,32	7,22	
13	1,80	1,4325	36,72	-14,45	12,54	0,3936	76	47,56	7,08	8,64	6,72	
14	1,95	1,4852	40,49	-16,91	14,22	0,4175	83	55,32	8,78	8,07	6,30	
15	2,10	1,5379	44,38	-19,55	15,99	0,4406	90	63,75	10,73	7,58	5,94	
16	2,25	1,5906	48,37	-22,39	17,86	0,4628	97	72,88	12,93	7,16	5,64	
17	2,40	1,6433	52,47	-25,41	19,81	0,4843	104	82,73	15,40	6,80	5,37	
18	2,55	1,6960	56,69	-28,60	21,84	0,5046	110	93,50	18,19	6,48	5,14	
19	2,70	1,7487	61,01	-31,97	23,94	0,5240	116	105,18	21,29	6,20	4,94	
20	2,85	1,8014	65,45	-35,54	26,12	0,5430	122	117,67	24,70	5,95	4,76	
21	3,00	1,8541	69,99	-39,35	27,82	0,5621	128	131,11	28,39	5,85	4,62	

**COMBINAZIONE n° 11**

Valore della spinta statica	26,1909	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	26,1884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,3618	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,88	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,85	[°]		
Incremento sismico della spinta	8,3406	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,28	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
Inerzia del muro	6,4199	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3,2099	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,6357	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0,3179	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46,4871	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	119,2018	[kN]		



Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	119,2018	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46,4871	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	127,9458	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-56,7023	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	648,3804	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83,53	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,58$	$i_q = 0,58$	$i_\gamma = 0,16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,14$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,07$

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

$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.44

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,11	0,36	0,0457	2	1,18	0,01	125,00	96,28
3	0,30	0,9054	5,02	-0,44	0,87	0,0884	2	2,80	0,06	58,08	43,75
4	0,45	0,9581	7,69	-0,99	1,51	0,1282	2	4,88	0,18	36,76	27,47
5	0,60	1,0108	10,48	-1,73	2,29	0,1655	0	7,44	0,37	26,70	19,88
6	0,75	1,0635	13,37	-2,68	3,17	0,2007	27	10,50	0,67	21,02	15,63
7	0,90	1,1162	16,38	-3,83	4,15	0,2340	34	14,09	1,09	17,40	12,95
8	1,05	1,1689	19,49	-5,18	5,23	0,2658	41	18,21	1,64	14,91	11,12
9	1,20	1,2216	22,72	-6,73	6,40	0,2961	48	22,90	2,33	13,10	9,81
10	1,35	1,2743	26,05	-8,47	7,66	0,3251	56	28,16	3,20	11,72	8,81
11	1,50	1,3271	29,50	-10,41	9,02	0,3530	63	34,02	4,24	10,63	8,03
12	1,65	1,3798	33,05	-12,56	10,46	0,3799	71	40,51	5,47	9,76	7,41
13	1,80	1,4325	36,72	-14,90	11,99	0,4057	79	47,62	6,90	9,03	6,90

14	1,95	1,4852	40,49	-17,44	13,61	0,4306	87	55,40	8,56	8,43	6,47
15	2,10	1,5379	44,38	-20,18	15,32	0,4547	94	63,85	10,46	7,91	6,11
16	2,25	1,5906	48,37	-23,12	17,12	0,4780	102	73,00	12,60	7,47	5,79
17	2,40	1,6433	52,47	-26,26	19,01	0,5005	109	82,87	15,00	7,08	5,52
18	2,55	1,6960	56,69	-29,58	20,97	0,5218	116	93,65	17,72	6,75	5,29
19	2,70	1,7487	61,01	-33,08	23,01	0,5422	122	105,35	20,73	6,45	5,08
20	2,85	1,8014	65,45	-36,79	25,11	0,5622	129	117,86	24,05	6,19	4,90
21	3,00	1,8541	69,99	-40,76	26,75	0,5824	135	131,31	27,64	6,08	4,75

**COMBINAZIONE n° 12**

Valore della spinta statica	26,1909	[kN]									
Componente orizzontale della spinta statica	26,1884	[kN]									
Componente verticale della spinta statica	0,3618	[kN]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,87	[m]						Y = -2,37	[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,88	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,85	[°]									
Incremento sismico della spinta	8,3406	[kN]									
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,87	[m]						Y = -2,37	[m]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,28	[°]									
Spinta falda	4,9034	[kN]									
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]						Y = -3,67	[m]		
Sottospinta falda	27,9896	[kN]									
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]						Y = -2,36	[m]		
Inerzia del muro	6,4199	[kN]									
Inerzia verticale del muro	-3,2099	[kN]									
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,6357	[kN]									
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0,3179	[kN]									
<b>Risultanti</b>											
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	46,4871	[kN]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	119,2018	[kN]									
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	117,1520	[kNm]									
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	350,4033	[kNm]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	119,2018	[kN]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	46,4871	[kN]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]									
Risultante in fondazione	127,9458	[kN]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,31	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-56,7023	[kNm]									

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.99

**COMBINAZIONE n° 13**

Valore della spinta statica	26,1909	[kN]									
Componente orizzontale della spinta statica	26,1884	[kN]									
Componente verticale della spinta statica	0,3618	[kN]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,87	[m]						Y = -2,37	[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,88	[°]									

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,85	[°]		
Incremento sismico della spinta	9,5232	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,87	[m]	Y = -2,37	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,47	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]
Inerzia del muro	6,4199	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3,2099	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,6357	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,3179	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	47,6697	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126,2738	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	110,8945	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	358,6488	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126,2738	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47,6697	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]		
Risultante in fondazione	134,9721	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,68	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-60,0664	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.23
--	------

**Stabilità globale muro + terreno****Combinazione n° 14**

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]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	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]= -2,74	Y[m]= 0,00
Raggio del cerchio	R[m]= 4,30	
Ascissa a valle del cerchio	Xi[m]= -5,83	
Ascissa a monte del cerchio	Xs[m]= 1,53	
Larghezza della striscia dx[m]	0,29	
Coefficiente di sicurezza	C= 1.38	

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	871.08	75.42	843.01	1.17	29.26	0.000	0.000
2	1317.73	63.24	1176.61	0.65	29.26	0.000	0.000
3	1539.30	55.42	1267.39	0.52	35.32	0.000	0.000
4	1680.29	48.97	1267.63	0.45	35.77	0.000	0.000
5	1779.36	43.29	1220.07	0.40	35.77	0.000	0.013
6	1882.57	38.10	1161.62	0.37	35.77	0.000	0.038
7	2030.92	33.26	1113.85	0.35	35.77	0.000	0.059
8	2158.79	28.68	1035.97	0.34	35.77	0.000	0.077
9	2149.97	24.29	884.37	0.32	35.77	0.000	0.092
10	2035.07	20.05	697.64	0.31	35.77	0.000	0.104
11	1927.66	15.92	528.74	0.31	35.77	0.000	0.113
12	1765.57	11.87	363.31	0.30	35.77	0.000	0.121
13	1606.77	7.89	220.55	0.30	35.77	0.000	0.126
14	1437.63	3.94	98.84	0.30	35.77	0.000	0.129
15	1257.26	0.01	0.31	0.29	35.77	0.000	0.130
16	1065.71	-3.91	-72.75	0.30	35.77	0.000	0.129
17	891.49	-7.86	-121.93	0.30	35.77	0.000	0.126
18	860.62	-11.85	-176.67	0.30	35.77	0.000	0.121
19	840.60	-15.89	-230.16	0.31	35.77	0.000	0.113
20	805.35	-20.02	-275.69	0.31	35.77	0.000	0.104
21	738.36	-24.26	-303.35	0.32	35.77	0.000	0.092
22	491.80	-28.65	-235.76	0.34	29.26	0.000	0.077
23	339.31	-33.23	-185.92	0.35	29.26	0.000	0.059
24	218.50	-38.06	-134.71	0.37	29.26	0.000	0.038
25	73.70	-43.25	-50.50	0.40	29.26	0.000	0.013

$$\Sigma W_i = 311,5173 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 98,9748 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 186,9004 \text{ [kN]}$$

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

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 15

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]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in  $^{\circ}$  (positivo antiorario)

$\phi$  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]= -2,74 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 4,30

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,83

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,53

Larghezza della striscia dx[m]= 0,29

Coefficiente di sicurezza C= 1.36

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

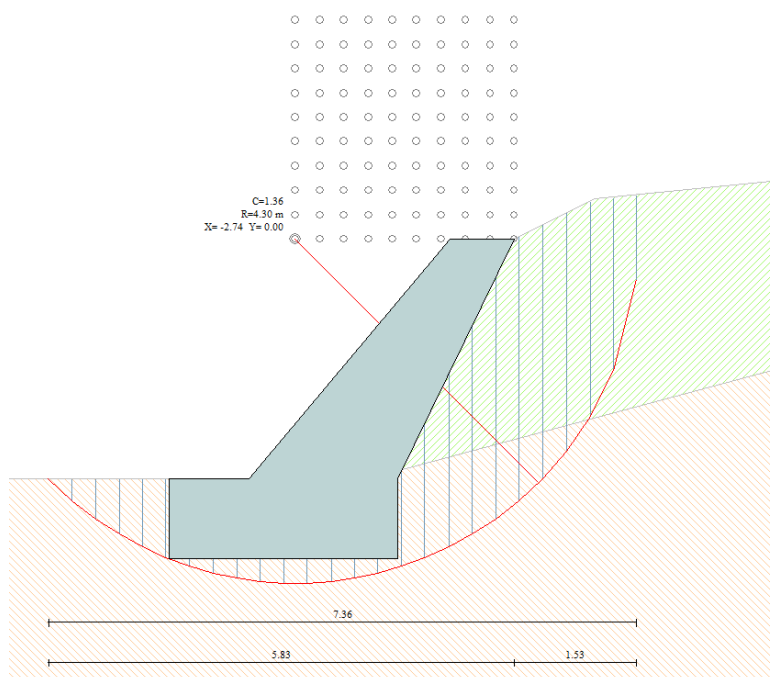
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	871.08	75.42	843.01	1.17	29.26	0.000	0.000
2	1317.73	63.24	1176.61	0.65	29.26	0.000	0.000
3	1539.30	55.42	1267.39	0.52	35.32	0.000	0.000
4	1680.29	48.97	1267.63	0.45	35.77	0.000	0.000
5	1779.36	43.29	1220.07	0.40	35.77	0.000	0.013
6	1882.57	38.10	1161.62	0.37	35.77	0.000	0.038
7	2030.92	33.26	1113.85	0.35	35.77	0.000	0.059
8	2158.79	28.68	1035.97	0.34	35.77	0.000	0.077
9	2149.97	24.29	884.37	0.32	35.77	0.000	0.092
10	2035.07	20.05	697.64	0.31	35.77	0.000	0.104
11	1927.66	15.92	528.74	0.31	35.77	0.000	0.113
12	1765.57	11.87	363.31	0.30	35.77	0.000	0.121
13	1606.77	7.89	220.55	0.30	35.77	0.000	0.126
14	1437.63	3.94	98.84	0.30	35.77	0.000	0.129
15	1257.26	0.01	0.31	0.29	35.77	0.000	0.130
16	1065.71	-3.91	-72.75	0.30	35.77	0.000	0.129
17	891.49	-7.86	-121.93	0.30	35.77	0.000	0.126
18	860.62	-11.85	-176.67	0.30	35.77	0.000	0.121
19	840.60	-15.89	-230.16	0.31	35.77	0.000	0.113
20	805.35	-20.02	-275.69	0.31	35.77	0.000	0.104
21	738.36	-24.26	-303.35	0.32	35.77	0.000	0.092
22	491.80	-28.65	-235.76	0.34	29.26	0.000	0.077
23	339.31	-33.23	-185.92	0.35	29.26	0.000	0.059
24	218.50	-38.06	-134.71	0.37	29.26	0.000	0.038
25	73.70	-43.25	-50.50	0.40	29.26	0.000	0.013

$$\Sigma W_i = 311,5173 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 98,9748 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 186,9004 \text{ [kN]}$$

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



COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	17,0817	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17,0078	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,5871	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	21,9112	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	123,8398	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	123,8398	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	21,9112	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	125,7632	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-58,9085	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3819,5346	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	86,78	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,79$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,58$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	30.84

## 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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,04	1,34	0,0151	3	1,18	0,00	33,66	848,33
3	0,30	0,9054	5,02	-0,16	2,69	0,0312	4	2,83	0,01	18,69	253,35
4	0,45	0,9581	7,69	-0,37	4,05	0,0482	6	4,95	0,04	13,72	131,52
5	0,60	1,0108	10,48	-0,69	5,43	0,0660	6	7,58	0,09	11,25	84,95
6	0,75	1,0635	13,37	-1,13	6,81	0,0845	7	10,74	0,17	9,77	61,59
7	0,90	1,1162	16,38	-1,70	8,21	0,1038	6	14,44	0,30	8,80	47,94
8	1,05	1,1689	19,49	-2,41	9,61	0,1239	6	18,71	0,48	8,11	39,13
9	1,20	1,2216	22,72	-3,28	11,02	0,1446	5	23,57	0,71	7,61	33,08
10	1,35	1,2743	26,05	-4,32	12,43	0,1659	4	29,05	1,01	7,22	28,72
11	1,50	1,3271	29,50	-5,55	13,83	0,1880	3	35,16	1,38	6,93	25,46
12	1,65	1,3798	33,05	-6,97	15,23	0,2108	2	41,93	1,83	6,70	22,93
13	1,80	1,4325	36,72	-8,60	16,63	0,2343	0	49,38	2,36	6,51	20,93
14	1,95	1,4852	40,49	-10,46	18,03	0,2584	56	57,53	2,98	6,36	19,31
15	2,10	1,5379	44,38	-12,56	19,43	0,2831	61	66,40	3,70	6,24	17,97
16	2,25	1,5906	48,37	-14,92	20,82	0,3084	66	76,02	4,51	6,14	16,84
17	2,40	1,6433	52,47	-17,54	22,21	0,3343	72	86,41	5,44	6,06	15,88
18	2,55	1,6960	56,69	-20,43	23,59	0,3604	78	97,69	6,50	6,00	15,03
19	2,70	1,7487	61,01	-23,61	24,96	0,3870	83	109,86	7,69	5,95	14,29
20	2,85	1,8014	65,45	-27,11	26,32	0,4142	90	122,88	9,00	5,91	13,66
21	3,00	1,8541	69,99	-30,96	27,37	0,4424	96	136,75	10,41	5,95	13,13

**COMBINAZIONE n° 17**

Valore della spinta statica	17,0817	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17,0078	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,5871	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		

Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	21,9112	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	123,8398	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	123,8398	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	21,9112	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	125,7632	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-58,9085	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3819,5346	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	86,78	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,79$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,58$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	30.84

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 17

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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,04	1,34	0,0151	3	1,18	0,00	33,66	848,33
3	0,30	0,9054	5,02	-0,16	2,69	0,0312	4	2,83	0,01	18,69	253,35
4	0,45	0,9581	7,69	-0,37	4,05	0,0482	6	4,95	0,04	13,72	131,52
5	0,60	1,0108	10,48	-0,69	5,43	0,0660	6	7,58	0,09	11,25	84,95
6	0,75	1,0635	13,37	-1,13	6,81	0,0845	7	10,74	0,17	9,77	61,59
7	0,90	1,1162	16,38	-1,70	8,21	0,1038	6	14,44	0,30	8,80	47,94
8	1,05	1,1689	19,49	-2,41	9,61	0,1239	6	18,71	0,48	8,11	39,13
9	1,20	1,2216	22,72	-3,28	11,02	0,1446	5	23,57	0,71	7,61	33,08
10	1,35	1,2743	26,05	-4,32	12,43	0,1659	4	29,05	1,01	7,22	28,72
11	1,50	1,3271	29,50	-5,55	13,83	0,1880	3	35,16	1,38	6,93	25,46
12	1,65	1,3798	33,05	-6,97	15,23	0,2108	2	41,93	1,83	6,70	22,93
13	1,80	1,4325	36,72	-8,60	16,63	0,2343	0	49,38	2,36	6,51	20,93
14	1,95	1,4852	40,49	-10,46	18,03	0,2584	56	57,53	2,98	6,36	19,31
15	2,10	1,5379	44,38	-12,56	19,43	0,2831	61	66,40	3,70	6,24	17,97
16	2,25	1,5906	48,37	-14,92	20,82	0,3084	66	76,02	4,51	6,14	16,84
17	2,40	1,6433	52,47	-17,54	22,21	0,3343	72	86,41	5,44	6,06	15,88
18	2,55	1,6960	56,69	-20,43	23,59	0,3604	78	97,69	6,50	6,00	15,03
19	2,70	1,7487	61,01	-23,61	24,96	0,3870	83	109,86	7,69	5,95	14,29
20	2,85	1,8014	65,45	-27,11	26,32	0,4142	90	122,88	9,00	5,91	13,66
21	3,00	1,8541	69,99	-30,96	27,37	0,4424	96	136,75	10,41	5,95	13,13



COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	17,0817	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17,0078	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	1,5871	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,86	[m]	Y = -2,35	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,42	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,28	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = -1,46	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	27,9896	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13,5372	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = -0,98	[m]	Y = -2,36	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	21,9112	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	123,8398	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	123,8398	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	21,9112	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Risultante in fondazione	125,7632	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-58,9085	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3819,5346	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,85	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	86,78	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 93.71$	$N_q = 85.37$	$N_\gamma = 139.32$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,79$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,58$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,16$	$d_q = 1,08$	$d_\gamma = 1,08$

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

$N'_c = 77.73$	$N'_q = 66.01$	$N'_\gamma = 67.72$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	30.84

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 18

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]
$\sigma_p$	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	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	0,8000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,15	0,8527	2,45	-0,04	1,34	0,0151	3	1,18	0,00	33,66	848,33
3	0,30	0,9054	5,02	-0,16	2,69	0,0312	4	2,83	0,01	18,69	253,35
4	0,45	0,9581	7,69	-0,37	4,05	0,0482	6	4,95	0,04	13,72	131,52
5	0,60	1,0108	10,48	-0,69	5,43	0,0660	6	7,58	0,09	11,25	84,95
6	0,75	1,0635	13,37	-1,13	6,81	0,0845	7	10,74	0,17	9,77	61,59
7	0,90	1,1162	16,38	-1,70	8,21	0,1038	6	14,44	0,30	8,80	47,94
8	1,05	1,1689	19,49	-2,41	9,61	0,1239	6	18,71	0,48	8,11	39,13
9	1,20	1,2216	22,72	-3,28	11,02	0,1446	5	23,57	0,71	7,61	33,08
10	1,35	1,2743	26,05	-4,32	12,43	0,1659	4	29,05	1,01	7,22	28,72
11	1,50	1,3271	29,50	-5,55	13,83	0,1880	3	35,16	1,38	6,93	25,46
12	1,65	1,3798	33,05	-6,97	15,23	0,2108	2	41,93	1,83	6,70	22,93
13	1,80	1,4325	36,72	-8,60	16,63	0,2343	0	49,38	2,36	6,51	20,93
14	1,95	1,4852	40,49	-10,46	18,03	0,2584	56	57,53	2,98	6,36	19,31
15	2,10	1,5379	44,38	-12,56	19,43	0,2831	61	66,40	3,70	6,24	17,97
16	2,25	1,5906	48,37	-14,92	20,82	0,3084	66	76,02	4,51	6,14	16,84
17	2,40	1,6433	52,47	-17,54	22,21	0,3343	72	86,41	5,44	6,06	15,88
18	2,55	1,6960	56,69	-20,43	23,59	0,3604	78	97,69	6,50	6,00	15,03
19	2,70	1,7487	61,01	-23,61	24,96	0,3870	83	109,86	7,69	5,95	14,29
20	2,85	1,8014	65,45	-27,11	26,32	0,4142	90	122,88	9,00	5,91	13,66
21	3,00	1,8541	69,99	-30,96	27,37	0,4424	96	136,75	10,41	5,95	13,13

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

### **Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### **Tipo di analisi svolta**

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### **Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	Geo Engineering s.r.l.
Licenza	AIU17881S

#### **Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### **Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### **Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.