

REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI VERBANIA  
**COMUNE DI STRESA**

Progetto Esecutivo

RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A SEGUITO  
DI DANNI DERIVANTI DA ECCEZIONALI EVENTI  
METEOREOLOGICI DEL RIO BERTA

RELAZIONE TECNICO-STRUTTURALE

Data: Agosto 2019

Aggiornamenti:

Elaborato: RTS

COMMITTENTE:

**Comune di Stresa**

Via Giacomo Matteotti, 6  
STRESA (VB)

PROGETTISTI:

**Dott. Ing. Andrea Isoli**

Corso Cobiانchi n° 33 - 28921 Verbania (VB)  
Tel./Fax 0323.515969 - e-mail: andiso70@yahoo.it  
P.IVA 01712350030  
Albo degli Ingegneri Provincia del V.C.O. n.212

  
**Dott. Ing. ANDREA ISOLI**  
ALBO INGEGNERI PROV. VCO  
N° 212

**Dott. Geol. Massimiliano Coretta**

Corso Cobiانchi n° 33 - 28921 Verbania (VB)  
Tel./Fax 0323.515969 - e-mail: maxcoretta@tiscali.it  
P.IVA 01949270035  
Albo dei Geologi della Regione Piemonte n.599

# RELAZIONE TECNICO-STRUTTURALE

## PREMESSA

Per conto della committenza sono state eseguite le necessarie analisi di stabilità di scogliere di sostegno in blocchi di altezze variabili, site entro il territorio del Comune di Stresa ed in particolare lungo il Rio Berta.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento e la verifica delle scogliere di sostegno nell'ambito del progetto:

### **RIPRISTINO E MESSA A SICUREZZA DEL TERRITORIO A SEGUITO DI DANNI DA ECCEZIONALI EVENTI METEOROLOGICI DEL RIO BERTA**

La caratterizzazione geologico-geotecnica dei terreni è stata effettuata dai consulenti geologi ed utilizzata ai fini della modellazione strutturale.

Da un punto di vista geotecnico si assume la seguente stratigrafia caratterizzata dai seguenti parametri di riferimento:

Depositi glaciali:

- angolo di attrito pari a  $33^\circ$
- peso di volume del terreno  $1850 \text{ kg/m}^3$
- assenza di coesione

Si trascura, a favore di sicurezza, il substrato roccioso considerando i terreni a monte e a valle caratterizzati dalla medesima tipologia.

Si indagano soltanto le sezioni dei muri più caratteristiche sia in termini di dimensioni che di carichi a monte.

Rispetto al progetto vengono quindi verificate le seguenti sezioni:

Sez. 3 in quanto soggetta al carico stradale ed altezza maggiore.

Sez. 9 poiché soggetta al carico da folla, in quanto di sostegno alla stradina pedonale parallela al Rio, e di altezza maggiore.

Sez. 20 poiché risulta essere quella caratterizzata da maggior altezza anche se di sostegno soltanto al terreno.

Le verifiche di equilibrio e di interazione con il terreno sono invece riportate, nel proseguo della relazione con i relativi dati di input.

Le verifiche previste dalla vigente normativa sono state effettuate mediante apposito programma di calcolo automatico Max 10 prodotto dalla ditta AZTEC srl.

## Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

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 complessa fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

## Calcolo della spinta sul muro

### Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

### Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  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

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

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

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

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

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

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

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

$$F_{iH} = k_H W \quad F_{iV} = \pm k_V W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi. Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

## Verifica a 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.

## 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  $\eta_s \geq 1.0$ .

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

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

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  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.

## 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:

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

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4\phi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

#### Fattori di profondità

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

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

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

#### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  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:

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

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

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

## Verifica alla stabilità globale

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

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 finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## Normativa

### N.T.C. 2018

#### 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 uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,30	1,10
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:

Parametri		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 uniaassiale	$\gamma_{qu}$	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:

Carichi	Effetto		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	1,10
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:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,00	1,00	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

###### Verifica

	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	

###### Coefficienti parziali

## SCOGLIERA SEZ. 3

### Geometria muro e fondazione

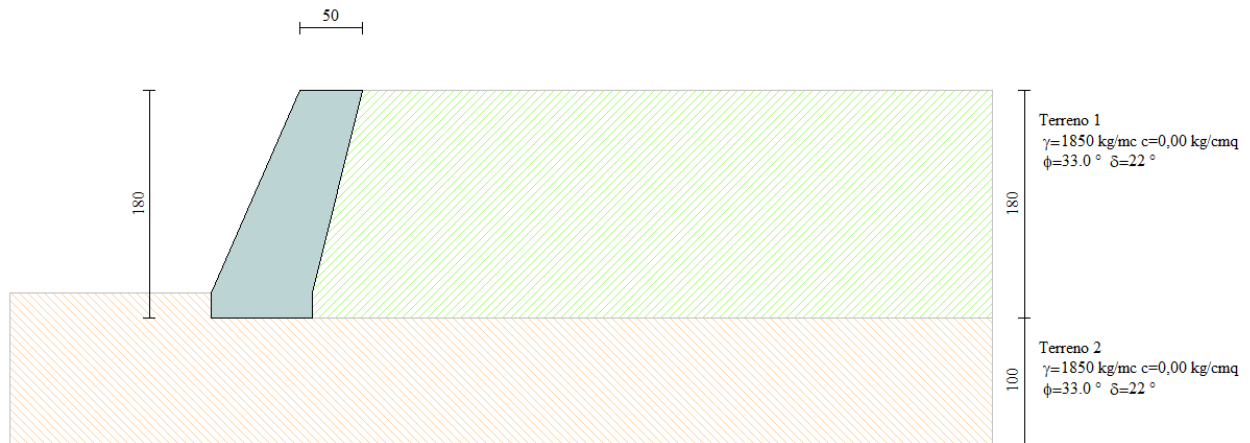
#### Descrizione

Altezza del paramento	1,60 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,80 [m]
Inclinazione paramento esterno	23,50 [°]
Inclinazione paramento interno	-14,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

#### Muro a gravità in pietrame

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	0,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,20 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]





## Materiali utilizzati per la struttura

### Pietrame

Peso specifico	2600,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

## 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	5,00	0,00	0,00

## 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]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno 1	1850	2000	33.00	22.00	0,000	0,000
Terreno 2	1850	2000	33.00	22.00	0,000	0,000

## Stratigrafia

Terreno spingente:	Terreno 1
Terreno di fondazione:	Terreno 2

## Condizioni di carico

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=5,00$	$Q_i=1000,00$	$Q_f=1000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

## 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 EQU (SLU)

	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° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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° 4 - 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
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	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
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	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	1,00	1.00	1,00

#### Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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	1,00	1.00	1,00

#### Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.70	0.70

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### ***Impostazioni avanzate***

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

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>sco</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>rib</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>qlim</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>stab</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1,84	--	2,85	--
2	EQU - [1]	--	--	4,76	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,29
4	A1-M1 - [2]	--	1,11	--	2,10	--
5	EQU - [2]	--	--	2,43	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,12
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,21	--	3,05	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,21	--	3,07	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,39	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,24	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,59
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,59
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,66	--	2,90	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,66	--	2,93	--
15	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,67	--	--
16	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,61	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,49
19	SLEQ - [1]	--	1,76	--	2,96	--
20	SLEF - [1]	--	1,69	--	2,93	--
21	SLER - [1]	--	1,50	--	2,83	--

## 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 Bishop  
 Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine  
 Longitudine  
 Comune  
 Provincia  
 Regione

45.884555  
 8.532981  
 Stresa  
 Verbano-Cusio-Ossola  
 Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo

10254 - 10032 - 10031 - 10253

#### **Tipo di opera**

Tipo di costruzione  
 Vita nominale  
 Classe d'uso  
 Vita di riferimento

Opera ordinaria  
 50 anni  
 II - Normali affollamenti e industrie non pericolose  
 50 anni

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.42 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.00  
 1.00  
 0.20  
 0.50  
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.86$   
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.43$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.20 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.00  
 1.00  
 0.20  
 0.50  
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.40$   
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.20$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)  
 Lunghezza del muro

0,0  
 10,00 [m]

Peso muro  
 Baricentro del muro

3111,61 [kg]  
 X=-0,58 Y=-0,97

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta  
 Punto superiore superficie di spinta  
 Altezza della superficie di spinta  
 Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

X = -0,40 Y = -1,80  
 X = 0,00 Y = 0,00  
 1,80 [m]  
 -12,50 [°]

### COMBINAZIONE n° 4

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

Valore della spinta statica  
 Componente orizzontale della spinta statica

1220,46 [kg]  
 1203,70 [kg]

Componente verticale della spinta statica	201,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,24	[m]	Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,92	[°]		

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

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1203,70	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3313,13	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3313,13	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1203,70	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3525,01	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,97	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	75,65	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	6957,55	[kg]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4873	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3443	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 38.64$	$N_q = 26.09$	$N_\gamma = 26.17$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25.56$	$N'_q = 16.53$	$N'_\gamma = 4.27$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.11
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.10

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	1220,46	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1203,70	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	201,51	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,24	[m]	Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,92	[°]		

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

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1203,70	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3313,13	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	870,03	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2114,29	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3313,13	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1203,70	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]		
Risultante in fondazione	3525,01	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,97	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	75,65	[kgm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.43
--	------



## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kg]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,22 Y[m]= 0,27

Raggio del cerchio R[m]= 2,23

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,00

Larghezza della striscia dx[m]= 0,14

Coefficiente di sicurezza C= 1.12

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	245,69	75.36	237,71	0,54	27.45	0,00	0,00	---	---
2	349,89	64.86	316,74	0,32	27.45	0,00	0,00	---	---
3	414,50	57.40	349,21	0,26	27.45	0,00	0,00	---	---
4	463,66	51.29	361,79	0,22	27.45	0,00	0,00	---	---
5	503,53	45.91	361,68	0,20	27.45	0,00	0,00	---	---
6	536,80	41.02	352,34	0,18	27.45	0,00	0,00	---	---
7	564,94	36.48	335,85	0,17	27.45	0,00	0,00	---	---
8	473,22	32.18	252,06	0,16	27.45	0,00	0,00	---	---
9	500,55	28.09	235,67	0,16	27.45	0,00	0,00	---	---
10	574,58	24.14	235,01	0,15	27.45	0,00	0,00	---	---
11	642,75	20.32	223,16	0,15	27.45	0,00	0,00	---	---
12	591,89	16.58	168,92	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
13	488,07	12.92	109,13	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
14	381,91	9.31	61,79	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
15	273,50	5.74	27,35	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
16	162,22	2.19	6,20	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
17	90,06	-1.35	-2,12	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
18	88,15	-4.90	-7,53	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
19	84,05	-8.46	-12,37	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
20	77,71	-12.06	-16,24	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
21	69,05	-15.71	-18,70	0,14	27.45	0,00	0,00	---	---
22	57,97	-19.42	-19,28	0,15	27.45	0,00	0,00	---	---
23	44,30	-23.23	-17,47	0,15	27.45	0,00	0,00	---	---
24	27,83	-27.14	-12,70	0,15	27.45	0,00	0,00	---	---
25	8,28	-31.20	-4,29	0,16	27.45	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 7715,07$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3523,92$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 4008,18$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.01$

## SCOGLIERA SEZ. 9

### Geometria muro e fondazione

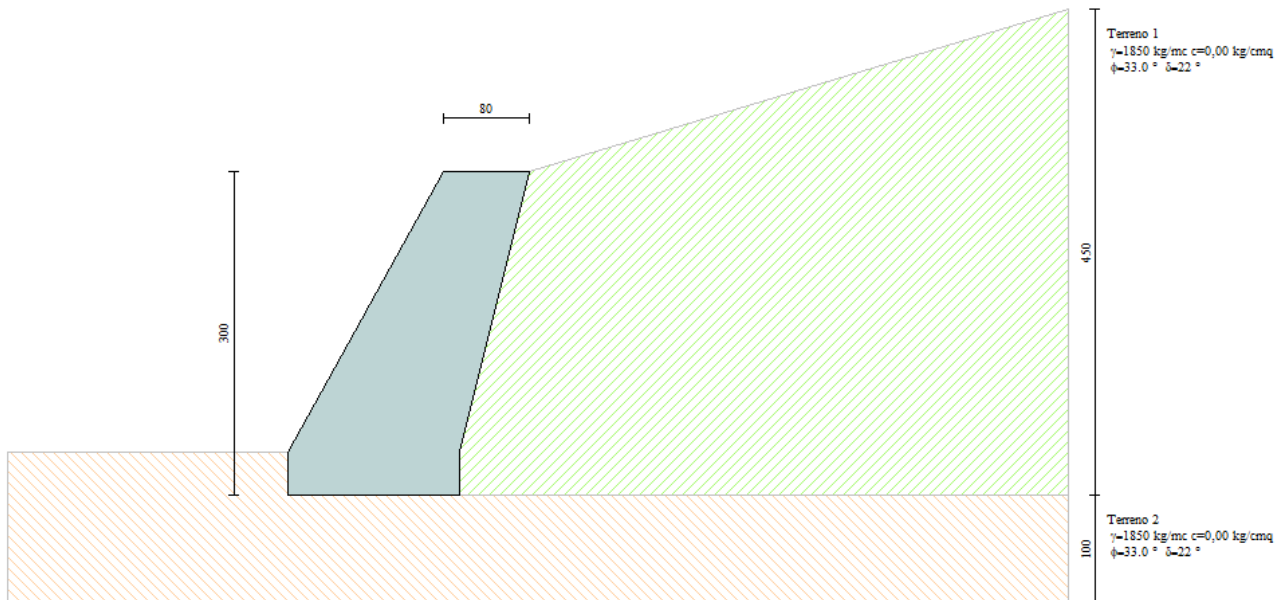
#### Descrizione

Altezza del paramento	2,60 [m]
Spessore in sommità	0,80 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,59 [m]
Inclinazione paramento esterno	29,00 [°]
Inclinazione paramento interno	-14,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

#### Muro a gravità in pietrame

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,59 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]



## Materiali utilizzati per la struttura

### Pietrame

Peso specifico	2600,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

## 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	5,00	1,50	16,70

## 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]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno 1	1850	2000	33.00	22.00	0,000	0,000
Terreno 2	1850	2000	33.00	22.00	0,000	0,000

## Stratigrafia

Terreno spingente:	Terreno 1
Terreno di fondazione:	Terreno 2

## Condizioni di carico

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=5,00$	$Q_i=1000,00$	$Q_f=1000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

N.B.: si ipotizza che la stradina possa essere utilizzata per il passaggio di piccoli veicoli. Tale carico risulta preponderante rispetto al carico da folla.

## 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 EQU (SLU)

	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° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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° 4 - 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
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	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
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	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	1,00	1.00	1,00

#### Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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	1,00	1.00	1,00

#### Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.70	0.70

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### ***Impostazioni avanzate***

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

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>sco</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>rib</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>qlim</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>stab</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2,05	--	3,86	--
2	EQU - [1]	--	--	6,10	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,41
4	A1-M1 - [2]	--	1,47	--	3,44	--
5	EQU - [2]	--	--	3,84	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,28
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,45	--	4,12	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,45	--	4,16	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6,85	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	6,60	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,73
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,73
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,04	--	3,97	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,04	--	4,01	--
15	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,35	--	--
16	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,20	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,66
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,66
19	SLEQ - [1]	--	2,18	--	4,06	--
20	SLEF - [1]	--	2,12	--	4,04	--
21	SLER - [1]	--	1,96	--	3,96	--



## 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 Bishop  
 Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine  
 Longitudine  
 Comune  
 Provincia  
 Regione

45.884555  
 8.532981  
 Stresa  
 Verbano-Cusio-Ossola  
 Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo

10254 - 10032 - 10031 - 10253

#### **Tipo di opera**

Tipo di costruzione  
 Vita nominale  
 Classe d'uso  
 Vita di riferimento

Opera ordinaria  
 50 anni  
 II - Normali affollamenti e industrie non pericolose  
 50 anni

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.42 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.00  
 1.00  
 0.20  
 0.50  
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.86$   
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.43$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.20 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.00  
 1.00  
 0.20  
 0.50  
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.40$   
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.20$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)  
 Lunghezza del muro

0,0  
 10,00 [m]

Peso muro  
 Baricentro del muro

9744,84 [kg]  
 X=-1,06 Y=-1,67

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta  
 Punto superiore superficie di spinta  
 Altezza della superficie di spinta  
 Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

X = -0,65 Y = -3,00  
 X = 0,00 Y = 0,00  
 3,00 [m]  
 -12,19 [°]

### COMBINAZIONE n° 4

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

Valore della spinta statica  
 Componente orizzontale della spinta statica

2861,83 [kg]  
 2820,02 [kg]

Componente verticale della spinta statica	487,44	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,40	[m]	Y = -1,85	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,05	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2820,02	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10232,29	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10232,29	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2820,02	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,59	[m]
Risultante in fondazione	10613,77	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1033,24	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	35246,92	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	1,59	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3980	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8867	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 38.64$	$N_q = 26.09$	$N_\gamma = 26.17$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,28$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 29.00$	$N'_q = 18.75$	$N'_\gamma = 7.78$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.47
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.44

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	2861,83	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2820,02	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	487,44	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,40	[m]	Y = -1,85	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,05	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2820,02	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10232,29	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3234,09	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	12417,09	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10232,29	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2820,02	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,59	[m]
Risultante in fondazione	10613,77	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1033,24	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.84
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 $Ctn, Ctt$  contributo tiranti espresso in [kg]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,03 Y[m]= 0,45

Raggio del cerchio R[m]= 3,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,16

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,67

Larghezza della striscia dx[m]= 0,23

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	497,02	75.44	481,04	0,93	27.45	0,00	0,00	---	---
2	796,48	64.54	719,11	0,54	27.45	0,00	0,00	---	---
3	979,83	57.04	822,15	0,43	27.45	0,00	0,00	---	---
4	1119,38	50.88	868,48	0,37	27.45	0,00	0,00	---	---
5	1232,45	45.47	878,53	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
6	1326,66	40.53	862,19	0,31	27.45	0,00	0,00	---	---
7	1406,21	35.94	825,45	0,29	27.45	0,00	0,00	---	---
8	1275,39	31.61	668,49	0,27	27.45	0,00	0,00	---	---
9	1448,24	27.47	668,07	0,26	27.45	0,00	0,00	---	---
10	1664,43	23.48	663,22	0,25	27.45	0,00	0,00	---	---
11	1817,95	19.61	610,18	0,25	27.45	0,00	0,00	---	---
12	1638,03	15.83	446,89	0,24	27.45	0,00	0,00	---	---
13	1407,85	12.12	295,66	0,24	27.45	0,00	0,00	---	---
14	1170,89	8.46	172,35	0,24	27.45	0,00	0,00	---	---
15	927,38	4.84	78,26	0,23	27.45	0,00	0,00	---	---
16	677,47	1.24	14,62	0,23	27.45	0,00	0,00	---	---
17	411,76	-2.36	-16,98	0,23	27.45	0,00	0,00	---	---
18	277,71	-5.97	-28,89	0,23	27.45	0,00	0,00	---	---
19	263,92	-9.60	-44,03	0,24	27.45	0,00	0,00	---	---
20	243,52	-13.28	-55,93	0,24	27.45	0,00	0,00	---	---
21	216,25	-17.01	-63,25	0,24	27.45	0,00	0,00	---	---
22	181,72	-20.81	-64,56	0,25	27.45	0,00	0,00	---	---
23	139,41	-24.72	-58,29	0,26	27.45	0,00	0,00	---	---
24	88,63	-28.75	-42,63	0,27	27.45	0,00	0,00	---	---
25	28,39	-32.94	-15,44	0,28	27.45	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 21236,98$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8684,71$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 11033,17$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.77$

# SCOGLIERA SEZ. 20

## Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

### Descrizione dei gradoni

#### Simbologia adottata

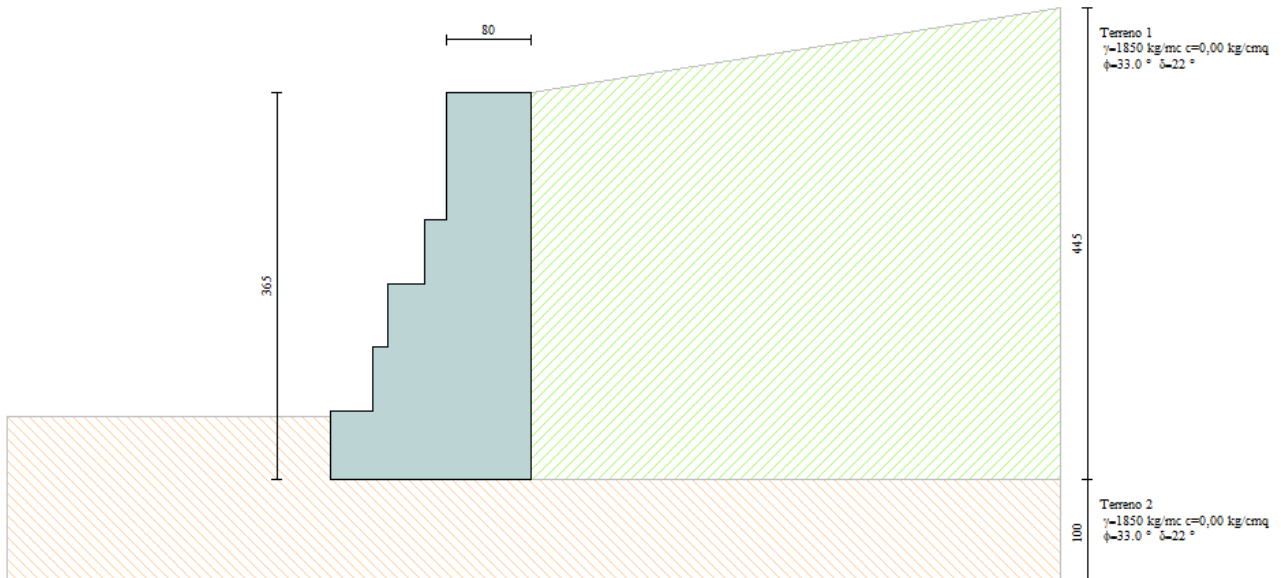
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in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

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0,80	0,80	1,20	0,00	0,00
2	1,00	1,00	0,60	0,00	0,00
3	1,35	1,35	0,80	0,00	0,00
4	1,50	1,50	0,80	0,00	0,00
5	1,90	1,90	0,60	0,00	0,00

Altezza del paramento 4,00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,90 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	1,50 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]



## Materiali utilizzati per la struttura

### Pietrame

Peso specifico	2600,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	45,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]

## 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	5,00	0,80	9,09

## 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]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno 1	1850	2000	33,00	22,00	0,000	0,000
Terreno 2	1850	2000	33,00	22,00	0,000	0,000

## Stratigrafia

Terreno spingente:	Terreno 1
Terreno di fondazione:	Terreno 2

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=5,00$	$Q_i=400,00$	$Q_f=400,00$
---	---------	------------	------------	--------------	--------------

## 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 EQU (SLU)

	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° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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° 4 - 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
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	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
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
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 EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	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	1,00	1.00	1,00

#### Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	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	1,00	1.00	1,00

#### Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
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
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	0.70	0.70

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma^* \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### ***Impostazioni avanzate***

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



## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>sco</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>rib</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>qlim</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>stab</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1,21	--	1,82	--
2	EQU - [1]	--	--	2,44	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,25
4	A1-M1 - [2]	--	1,10	--	1,42	--
5	EQU - [2]	--	--	2,14	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,22
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,48	--	2,57	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,48	--	2,59	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,80	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,77	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,54
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,54
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,40	--	2,32	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,40	--	2,34	--
15	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,61	--	--
16	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,59	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,52
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,52
19	SLEQ - [1]	--	1,47	--	2,51	--
20	SLEF - [1]	--	1,45	--	2,47	--
21	SLER - [1]	--	1,42	--	2,35	--

## 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 Bishop  
 Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine  
 Longitudine  
 Comune  
 Provincia  
 Regione

45.884555  
 8.532981  
 Stresa  
 Verbano-Cusio-Ossola  
 Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo

10254 - 10032 - 10031 - 10253

#### **Tipo di opera**

Tipo di costruzione  
 Vita nominale  
 Classe d'uso  
 Vita di riferimento

Opera ordinaria  
 50 anni  
 II - Normali affollamenti e industrie non pericolose  
 50 anni

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.42 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.00  
 1.00  
 0.20  
 0.50  
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.86$   
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.43$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)  
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)  
 Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )  
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale  
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.20 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.00  
 1.00  
 0.20  
 0.50  
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.40$   
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.20$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)  
 Lunghezza del muro

25,0  
 10,00 [m]

Peso muro  
 Baricentro del muro

15046,89 [kg]  
 X=-0,72 Y=-2,60

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta  
 Punto superiore superficie di spinta  
 Altezza della superficie di spinta  
 Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

X = 0,00 Y = -4,45  
 X = 0,00 Y = 0,00  
 4,45 [m]  
 0,00 [°]

### COMBINAZIONE n° 4

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

Valore della spinta statica  
 Componente orizzontale della spinta statica

7825,36 [kg]  
 7255,54 [kg]

Componente verticale della spinta statica	2931,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		

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

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7255,54	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	17978,32	[kg]		
Resistenza passiva a valle del muro	-125,51	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	18162,09	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6782,44	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,27	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,90	[m]		
Risultante in fondazione	19387,18	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,48	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4829,04	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	25801,65	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,90	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,7576	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,1535	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 38.64$	$N_q = 26.09$	$N_\gamma = 26.17$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,60$	$i_q = 0,60$	$i_\gamma = 0,14$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 24.84$	$N'_q = 16.17$	$N'_\gamma = 3.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.42

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	7825,36	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7255,54	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	2931,43	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,89	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	22,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		

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

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7255,54	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	17978,32	[kg]		
Resistenza passiva a valle del muro	-125,51	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	10943,32	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	23374,18	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	18162,09	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6782,44	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,27	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,90	[m]		
Risultante in fondazione	19387,18	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,48	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4829,04	[kgm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.14
--	------

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kg]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,37 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 5,04

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,46

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,66

Larghezza della striscia dx[m]= 0,32

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	1046,66	77.70	1022,63	1,52	27.45	0,00	0,00	---	---
2	1668,82	64.69	1508,65	0,76	27.45	0,00	0,00	---	---
3	1993,86	56.99	1671,94	0,60	27.45	0,00	0,00	---	---
4	2231,79	50.69	1726,74	0,51	27.45	0,00	0,00	---	---
5	2417,70	45.16	1714,31	0,46	27.45	0,00	0,00	---	---
6	2566,73	40.13	1654,32	0,42	27.45	0,00	0,00	---	---
7	2687,14	35.45	1558,63	0,40	27.45	0,00	0,00	---	---
8	2784,03	31.04	1435,35	0,38	27.45	0,00	0,00	---	---
9	3609,18	26.82	1628,18	0,36	27.45	0,00	0,00	---	---
10	3872,50	22.75	1497,46	0,35	27.45	0,00	0,00	---	---
11	3596,35	18.80	1158,98	0,34	27.45	0,00	0,00	---	---
12	2620,17	14.94	675,60	0,34	27.45	0,00	0,00	---	---
13	1960,05	11.15	379,14	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
14	1204,67	7.41	155,43	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
15	645,54	3.70	41,71	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
16	625,01	0.01	0,13	0,32	27.45	0,00	0,00	---	---
17	618,76	-3.68	-39,73	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
18	599,84	-7.39	-77,15	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
19	568,02	-11.13	-109,64	0,33	27.45	0,00	0,00	---	---
20	522,86	-14.92	-134,61	0,34	27.45	0,00	0,00	---	---
21	463,74	-18.78	-149,26	0,34	27.45	0,00	0,00	---	---
22	389,77	-22.72	-150,56	0,35	27.45	0,00	0,00	---	---
23	299,71	-26.79	-135,08	0,36	27.45	0,00	0,00	---	---
24	191,88	-31.01	-98,85	0,38	27.45	0,00	0,00	---	---
25	63,93	-35.42	-37,05	0,40	27.45	0,00	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 39248,69$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 16897,27$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 20390,72$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.88$

# **PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA**

## **Premessa**

Il presente Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera è relativo al progetto per:

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA E RIPRISTINO MURI DI SOSTEGNO DI VALLE DELLA VIA PER COMNAGO A SEGUITO DI EVENTO IDROMETEREOLOGICO DEL MAGGIO 2016**

E' da considerarsi come elemento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Tale piano di manutenzione delle strutture, coordinato con quello generale della costruzione, costituisce parte essenziale della progettazione strutturale. Viene corredato del manuale d'uso, del manuale di manutenzione e del programma di manutenzione delle strutture.

## **DESCRIZIONE DELL'ELEMENTO STRUTTURALE: Opere di fondazione**

Elementi del sistema edilizio atti a trasmettere al terreno le azioni esterne e il peso proprio della struttura

### **Livello minimo delle prestazioni**

- Resistenza ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione.

### **Modalità di controllo**

- Controllo visivo atto a riscontrare possibili anomalie che precedano fenomeni di cedimenti strutturali.

### **Periodicità**

- Annuale.

### **Problemi riscontrabili**

- Formazione di fessurazioni o crepe.
- Corrosione delle armature.
- Disgregazione del copriferro con evidenza barre di armatura

### **Possibili cause**

- Alternanza di penetrazione e di ritiro dell'acqua.

**Tipo di intervento** (in ogni caso consultare preventivamente un tecnico strutturale).

- Riparazioni localizzate delle parti strutturali.
- Ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato.
- Protezione dei calcestruzzi da azioni disgreganti.
- Protezione delle armature da azioni disgreganti.

### **Strumenti atti a migliorare la conservazione dell'opera**

- Vernici, malte e trattamenti speciali.
- Prodotti contenenti resine idrofuganti e altri additivi specifici.

## **DESCRIZIONE DELL'ELEMENTO STRUTTURALE: Opere di elevazione in cemento armato**

Elementi del sistema edilizio aventi il compito di resistere alle azioni verticali ed orizzontali agenti sulla parte di struttura fuori terra e di trasmetterle alle opere di fondazione.

### **Livello minimo delle prestazioni**

- Resistenza ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione
- Adeguata resistenza meccanica a compressione
- Buona resistenza termica ed un'elevata permeabilità al passaggio del vapor acqueo
- Adeguata resistenza al fuoco

### **Catteristiche minime dei materiali**

- Murature in calcestruzzo Rck minimo: 300 kg/cm<sup>2</sup>

### **Modalità di controllo**

- Controllo visivo atto a riscontrare possibili anomalie che precedano fenomeni di cedimenti strutturali

### **Periodicità**

- Annuale.

### **Problemi riscontrabili**

- Insorgere di efflorescenze o comparsa di muffe
- Formazione di fessurazioni o crepe
- Movimenti relativi fra i giunti
- Corrosione delle armature
- Disgregazione o deterioramento del cemento con conseguente perdita degli aggregati
- Formazione di bolle d'aria

### **Possibili cause**

- Alternanza di penetrazione e di ritiro dell'acqua

- Urti

**Tipo di intervento** (in ogni caso consultare preventivamente un tecnico strutturale)

- Riparazioni localizzate delle parti strutturali
- Ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato
- Protezione dei calcestruzzi da azioni disgreganti
- Protezione delle armature da azioni disgreganti

**Strumenti atti a migliorare la conservazione dell'opera**

- Vernici, malte e trattamenti speciali



•