

# REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'  
DIPARTIMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITA' E DEI TRASPORTI

## ISOLA DI SALINA (MESSINA)

### COMUNE DI MALFA

LAVORI DI RIQUALIFICA E DI ADEGUAMENTO  
DELLE OPERE FORANEE, DELLE BANCHINE, DELLO SCALO DI  
ALAGGIO E DEI FONDALI DELL' APPRODO DI SCALO GALERA

Progetto Definitivo:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi Ufficio del Genio Civile di Messina in data 21.07.2004

Progetto Esecutivo 1° stralcio funzionale:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 20.12.2006 dell'importo complessivo di € 4.800.000,00

Progetto Esecutivo 1° stralcio di completamento:

A seguito di rescissione contrattuale ed approvazione Perizia di riparazione danni di forza maggiore di variante in diminuzione in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 07 marzo-26 marzo 2013 dell'importo complessivo di € 1.612.247,45

Progetto Esecutivo stralcio di completamento:

Approvato in linea tecnica in Conferenza Speciale di Servizi del Genio Civile di Messina in data 19.07.2017 dell'importo complessivo di € 13.700.000,00



## PROGETTO ESECUTIVO DI RIUNIONE ED AGGIORNAMENTO DEI LAVORI DEL 1° STRALCIO E DI QUELLO DI COMPLETAMENTO

REV.	DATA	EMISSIONE	RED.	VER.	APPR.
0	27/06/19	PRIMA EMISSIONE	C.VALORE	C.VALORE	C.VALORE
1	04/10/19	PRIMA REVISIONE	M. ZICcarelli	C. VALORE	F. GIORDANO
2					
CODICE PROGETTO 1 9 0 1		ELABORATO: All. 10.4	REV. B	SCALA: -	

### Relazione geotecnica - Allegato C

Verifiche geotecniche delle banchine di riva di levante, centrale e di ponente - Relazione di calcolo

IL R.U.P.:

Geom. Arturo Ciampi

4° Settore Tecnico Lavori Pubblici



**DINAMICA S.r.l.**  
PROGETTO VERIFICATO



IL SUPPORTO ESTERNO AL R.U.P.:

Ing. Salvatore Perillo

IL PROGETTISTA:

Ing. Francesco Giordano

ingfrancescogiordano@gmail.com

COLLABORAZIONE:

Sigma Ingegneria S.r.l.

sigmaingsrl@gmail.com

IL SINDACO:

Dott.ssa Clara Rametta

Regione Siciliana  
Assessorato delle Infrastrutture e della Mobilità  
Dipartimento Regionale Tecnico  
**COMMISSIONE REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI**  
Legge regionale 12 luglio 2011, n. 12 art.5, comma 12  
Copia conforme all'elaborato esaminato nelle sedute  
del 04 Dicembre 2019 e 17 Dicembre 2019



Parere n° 128  
Firma: Ing. Antonino Platania  
(ing. Capo Ufficio del Genio Civile di Messina)

REGIONE SICILIANA  
UFFICIO DEL GENIO CIVILE - MESSINA  
Visto: Si certifica essere favorevole in linea tecnica ai sensi dell'art. 12 del R. C. N. e con riferimento alla nota di pari data e protocollo.

15 NOV. 2019



**UFFICIO DEL GENIO CIVILE**  
— MESSINA —

Si attesta che le previsioni del presente progetto sono conformi alle norme di edilizia sismica. L'autorizzazione alla firma dei lavori è subordinata alla verifica della conformità al titolo dell'art. 17 della Legge 64/1974

Messina 15 NOV. 2019

Ing. Antonino Platania

## INDICE

1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	3
2	RICHIAMI TEORICI .....	4
3	SEZIONE BANCHINA DI RIVA DI LEVANTE E CENTRALE.....	8
4	BANCHINA DI RIVA DI PONENTE.....	20

# 1 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)

## 2 RICHIAMI TEORICI

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

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: 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 falda*

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

#### *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  $\theta = \arctg(C)$  essendo  $C$  il coefficiente di intensità sismica.

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  $\eta_r$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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  $\eta_s$

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

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  $B$ , la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_r + c_s B_r$$

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,  $\delta_r$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_r$  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:

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

#### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} K_p^{0.5}$$

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

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} K_p^{0.5} \quad \text{per } \phi > 0$$

#### 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:

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

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

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

### Verifica alla stabilità globale

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

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.

### 3 SEZIONE BANCHINA DI RIVA DI LEVANTE E CENTRALE

#### Dati

##### Materiali

###### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso
<b>Calcestruzzo non armato</b>	
C	Classe di resistenza
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

##### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

##### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
	0	0
B450C	450000	540000

##### Calcestruzzo non armato

n°	Descr	C	$\gamma$	$R_{ck}$	E	ntc
			[kN/mc]	[kPa]	[kPa]	
3	Calcestruzzo non armato	Rck 250	24.5170	24517	30073438	0.50

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

(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
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000
3	18.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

#### Falda

##### Simbologia adottata

(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
----	---	---	---

	[m]	[m]	[°]
1	-15.00	-1.30	0.000
2	20.00	-1.30	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	Calcestruzzo non armato	
Altezza paramento	3.30	[m]
Altezza paramento libero	3.30	[m]
Spessore in sommità	3.00	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	3.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.00	[m]
Lunghezza totale	3.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	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]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$	Cesp	$\tau_l$
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]
1	Massi artificiali tipo accropodi e scogli da 7-10t	17.0000	20.0000	42.000	28.000	0	0		
2	Terreni di fondazione	17.0000	20.0000	42.000	42.000	200	20		
3	Scogli 2-5t	17.0000	20.0000	42.000	42.000	0	0		

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)
Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')	
Kst <sub>star</sub> , Kst <sub>sis</sub>	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	3.29	0.000	Scogli 2-5t	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	15.00	0.000	Terreni di fondazione	3.000	3.000	1.000	3.000	1.000	0.000	0.000

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

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 <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

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

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

#### Condizione n° 2 (Condizione 2) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018)**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(e)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - EQU

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Malfa
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	38.578939
Longitudine	14.833681
Indice punti di interpolazione	39892 - 39891 - 40113 - 40114
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		2.482	0.987
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.253	0.101
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.619	2.511
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.312	0.293
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.135	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	
Coeff. di riduzione	$\beta_m$			0.380	0.470
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	$\beta_m$			0.570	0.705
Coeff. di intensità sismica orizzontale	$k_h$	[%]		10.913	5.674
Coeff. di intensità sismica verticale	$k_v=0.50 k_h$	[%]		5.457	2.837

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Meyerhof
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico	limite ( $0.5B\gamma N_\gamma$ ) Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls	

### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	5.00 [cm]

### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	20.02	42.00	14.88	13.39	0.01	-2.12
	Peso/Inerzia muro			0.00	242.72/0.00	-1.50	-1.65
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	0.62/0.00	0.01	-1.64
	Spinta falda da monte			25.50		0.01	-2.63
	Sottostinta della falda				77.00	-1.50	-3.30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	15.40	42.00	11.44	10.30	0.01	-2.12
	Incremento di spinta sismica		6.25	4.65	4.19	0.01	-2.20
	Peso/Inerzia muro			26.49	242.72/13.24	-1.50	-1.65
	Peso/Inerzia terrapieno			0.07	0.62/0.03	0.01	-1.64
	Spinta falda da monte			19.61		0.01	-2.63
	Sottostinta della falda				59.23	-1.50	-3.30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	15.40	42.00	11.44	10.30	0.01	-2.12
	Incremento di spinta sismica		4.67	3.47	3.12	0.01	-2.20
	Peso/Inerzia muro			26.49	242.72/-13.24	-1.50	-1.65
	Peso/Inerzia terrapieno			0.07	0.62/-0.03	0.01	-1.64
	Spinta falda da monte			19.61		0.01	-2.63
	Sottostinta della falda				59.23	-1.50	-3.30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR A1-M1-R3		5.504		101.078			
2 - STR A1-M1-R3	H + V	4.034		70.478			
3 - STR A1-M1-R3	H - V	3.705		74.922			
4 - EQU			2.711				
5 - EQU	H + V		2.369				
6 - EQU	H - V		1.902				

#### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR A1-M1-R3	222.23	0.00	0.00	--	--	222.23	40.37	5.504

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR A1-M1-R3 H + V	251.17	0.00	0.00	--	--	251.17	62.26	4.034
3 - STR A1-M1-R3 H - V	226.31	0.00	0.00	--	--	226.31	61.08	3.705

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR A1-M1-R3	179.73	18167.17	12976.55	101.078
2 - STR A1-M1-R3 H + V	211.88	14932.67	12443.89	70.478
3 - STR A1-M1-R3 H - V	184.26	13804.90	11504.09	74.922

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y/N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	93.706	0.738	1.000	--	--	1.351	--	1.000	0.00	1.00	10.19	42.00	200
	85.374	0.738	1.000	--	--	1.176	--	--	--	1.12	--	--	--
	139.317	0.488	1.000	--	--	1.176	--	--	--	--	--	--	--
2	93.706	0.669	1.000	--	--	1.400	--	1.000	0.00	1.00	10.19	42.00	200
	85.374	0.669	1.000	--	--	1.200	--	--	--	1.12	--	--	--
	139.317	0.372	1.000	--	--	1.200	--	--	--	--	--	--	--
3	93.706	0.634	1.000	--	--	1.413	--	1.000	0.00	1.00	10.19	42.00	200
	85.374	0.634	1.000	--	--	1.206	--	--	--	1.12	--	--	--
	139.317	0.317	1.000	--	--	1.206	--	--	--	--	--	--	--

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
4 - EQU	408.83	150.83	2.711
5 - EQU H + V	449.77	189.89	2.369
6 - EQU H - V	415.24	218.27	1.902

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

*Paramento*Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.16	12.10	0.04	0.00
3	-0.33	24.20	0.18	0.02
4	-0.49	36.30	0.39	0.07
5	-0.66	48.40	0.70	0.15
6	-0.82	60.50	1.09	0.30
7	-0.99	72.59	1.57	0.52
8	-1.15	84.69	2.14	0.82
9	-1.32	96.79	2.79	1.23
10	-1.48	108.89	3.71	1.75
11	-1.65	120.99	5.03	2.47
12	-1.81	133.09	6.75	3.43
13	-1.97	145.19	8.87	4.71
14	-2.14	157.29	11.38	6.37
15	-2.30	169.39	14.30	8.48
16	-2.47	181.49	17.61	11.09
17	-2.63	193.59	21.31	14.29
18	-2.80	205.69	25.42	18.13
19	-2.96	217.78	29.92	22.67
20	-3.13	229.88	34.82	27.99
21	-3.29	241.98	40.11	34.15

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.16	12.10	1.37	0.11
3	-0.33	24.20	2.82	0.45
4	-0.49	36.30	4.37	1.04
5	-0.66	48.40	6.01	1.90
6	-0.82	60.50	7.73	3.03
7	-0.99	72.59	9.55	4.45
8	-1.15	84.69	11.46	6.17
9	-1.32	96.79	13.45	8.22
10	-1.48	108.89	15.68	10.61
11	-1.65	120.99	18.23	13.39
12	-1.81	133.09	21.12	16.63
13	-1.97	145.19	24.34	20.36
14	-2.14	157.29	27.89	24.65
15	-2.30	169.39	31.76	29.55
16	-2.47	181.49	35.96	35.12
17	-2.63	193.59	40.50	41.40
18	-2.80	205.69	45.36	48.46
19	-2.96	217.78	50.55	56.34
20	-3.13	229.88	56.06	65.11
21	-3.29	241.98	61.91	74.81

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.16	12.10	1.36	0.11
3	-0.33	24.20	2.81	0.45
4	-0.49	36.30	4.34	1.04
5	-0.66	48.40	5.96	1.89
6	-0.82	60.50	7.66	3.01
7	-0.99	72.59	9.44	4.41
8	-1.15	84.69	11.31	6.12
9	-1.32	96.79	13.26	8.14
10	-1.48	108.89	15.44	10.49
11	-1.65	120.99	17.94	13.23
12	-1.81	133.09	20.77	16.41
13	-1.97	145.19	23.91	20.08
14	-2.14	157.29	27.39	24.30
15	-2.30	169.39	31.18	29.11
16	-2.47	181.49	35.30	34.57
17	-2.63	193.59	39.74	40.74
18	-2.80	205.69	44.50	47.67

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
19	-2.96	217.78	49.59	55.40
20	-3.13	229.88	55.00	64.00
21	-3.29	241.98	60.73	73.51

### Fondazione

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3.01	0.00	0.00	0.00
2	-3.00	0.00	0.93	0.00
3	0.00	0.00	-0.04	0.00
4	0.01	0.00	0.00	0.00

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3.01	0.00	0.00	0.00
2	-3.00	0.00	1.24	0.01
3	0.00	0.00	-0.07	0.00
4	0.01	0.00	0.00	0.00

#### Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3.01	0.00	0.00	0.00
2	-3.00	0.00	1.15	0.01
3	0.00	0.00	-0.16	0.00
4	0.01	0.00	0.00	0.00

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
2	Spinta statica	15.40	42.00	11.44	10.30	0.01	-2.12
	Incremento di spinta sismica		6.25	4.65	4.19	0.01	-2.20
	Peso/Inerzia muro			26.49	242.72/13.24	-1.50	-1.65
	Peso/Inerzia terrapieno			0.07	0.62/0.03	0.01	-1.64
	Spinta falda da monte			19.61		0.01	-2.63
	Sottostinta della falda				59.23	-1.50	-3.30
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR A1-M1-R3		5.504		101.078			
2 - STR A1-M1-R3	H + V	4.034		70.478			
3 - STR A1-M1-R3	H - V	3.705		74.922			
4 - EQU			2.711				
5 - EQU	H + V		2.369				
6 - EQU	H - V		1.902				

#### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
3 - STR A1-M1-R3 H - V	226.31	0.00	0.00	--	--	226.31	61.08	3.705

#### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR A1-M1-R3 H + V	211.88	14932.67	12443.89	70.478

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	$\gamma$	$\phi$	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
2	93.706 85.374 139.317	0.669 0.669 0.372	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	1.400 1.200 1.200	-- -- --	1.000	0.00	1.00 1.12	10.19	42.00	200

## Verifica a ribaltamento

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
6 - EQU H - V	415.24	218.27	1.902

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

## Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.16	12.10	12.10	0.04	1.37	0.00	0.11
3	-0.33	24.20	24.20	0.18	2.82	0.02	0.45
4	-0.49	36.30	36.30	0.39	4.37	0.07	1.04
5	-0.66	48.40	48.40	0.70	6.01	0.15	1.90
6	-0.82	60.50	60.50	1.09	7.73	0.30	3.03
7	-0.99	72.59	72.59	1.57	9.55	0.52	4.45
8	-1.15	84.69	84.69	2.14	11.46	0.82	6.17
9	-1.32	96.79	96.79	2.79	13.45	1.23	8.22
10	-1.48	108.89	108.89	3.71	15.68	1.75	10.61
11	-1.65	120.99	120.99	5.03	18.23	2.47	13.39
12	-1.81	133.09	133.09	6.75	21.12	3.43	16.63
13	-1.97	145.19	145.19	8.87	24.34	4.71	20.36
14	-2.14	157.29	157.29	11.38	27.89	6.37	24.65
15	-2.30	169.39	169.39	14.30	31.76	8.48	29.55
16	-2.47	181.49	181.49	17.61	35.96	11.09	35.12
17	-2.63	193.59	193.59	21.31	40.50	14.29	41.40
18	-2.80	205.69	205.69	25.42	45.36	18.13	48.46
19	-2.96	217.78	217.78	29.92	50.55	22.67	56.34
20	-3.13	229.88	229.88	34.82	56.06	27.99	65.11
21	-3.29	241.98	241.98	40.11	61.91	34.15	74.81

*Contrafforte*

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.16	12.10	12.10	1.36	1.36	0.11	0.11
3	-0.33	24.20	24.20	2.81	2.81	0.45	0.45
4	-0.49	36.30	36.30	4.34	4.34	1.04	1.04
5	-0.66	48.40	48.40	5.96	5.96	1.89	1.89
6	-0.82	60.50	60.50	7.66	7.66	3.01	3.01
7	-0.99	72.59	72.59	9.44	9.44	4.41	4.41
8	-1.15	84.69	84.69	11.31	11.31	6.12	6.12
9	-1.32	96.79	96.79	13.26	13.26	8.14	8.14
10	-1.48	108.89	108.89	15.44	15.44	10.49	10.49
11	-1.65	120.99	120.99	17.94	17.94	13.23	13.23
12	-1.81	133.09	133.09	20.77	20.77	16.41	16.41
13	-1.97	145.19	145.19	23.91	23.91	20.08	20.08
14	-2.14	157.29	157.29	27.39	27.39	24.30	24.30
15	-2.30	169.39	169.39	31.18	31.18	29.11	29.11
16	-2.47	181.49	181.49	35.30	35.30	34.57	34.57
17	-2.63	193.59	193.59	39.74	39.74	40.74	40.74
18	-2.80	205.69	205.69	44.50	44.50	47.67	47.67
19	-2.96	217.78	217.78	49.59	49.59	55.40	55.40
20	-3.13	229.88	229.88	55.00	55.00	64.00	64.00
21	-3.29	241.98	241.98	60.73	60.73	73.51	73.51

## 4 BANCHINA DI RIVA DI PONENTE

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso
<b>Calcestruzzo non armato</b>	
C	Classe di resistenza
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
	0	0
B450C	450000	540000

#### Calcestruzzo non armato

n°	Descr	C	$\gamma$	$R_{ck}$	E	ntc
			[kN/mc]	[kPa]	[kPa]	
3	Calcestruzzo non armato	Rck 250	24.5170	24517	30073438	0.50

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

(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
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000
3	18.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

#### Falda

##### Simbologia adottata

(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
	[m]	[m]	[°]
1	-15.00	-1.30	0.000
2	20.00	-1.30	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	Calcestruzzo non armato	
Altezza paramento	4.30	[m]
Altezza paramento libero	4.30	[m]
Spessore in sommità	3.00	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	3.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Fondazione

Materiale	Clis Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.00	[m]
Lunghezza totale	3.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	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]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$	Cesp	$\tau_l$
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]
1	Pietrame e materiale lapideo	17.0000	20.0000	42.000	28.000	0	0		
2	Terreni di fondazione	17.0000	20.0000	42.000	42.000	200	20		
3	Scogli 2-5t	17.0000	20.0000	42.000	42.000	0	0		

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)
Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')	
Kst <sub>star</sub> , Kst <sub>sis</sub>	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>3</sup> ]	[Kg/cm <sup>3</sup> ]	[Kg/cm <sup>3</sup> ]				
1	4.30	0.000	Pietrame e materiale lapideo	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	15.00	0.000	Terreni di fondazione	3.000	3.000	1.000	3.000	1.000	0.000	0.000

## Condizioni di carico

**Simbologia adottata**

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<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]**Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE**Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ **Carichi sul muro**

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito	Fondazione					-3.00	0.00	0.0000	-11.6600

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.00	3.00	20.0000	20.0000

**Condizione n° 2 (Condizione 2) - VARIABILE**Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ **Normativa**Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018)****Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

**Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

**Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

**Descrizione combinazioni di carico**

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_{Qj}$  sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - EQU

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - EQU H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - EQU H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Dati sismici

Comune	Malfa
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	38.578939
Longitudine	14.833681
Indice punti di interpolazione	39892 - 39891 - 40113 - 40114
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	2.482	0.987
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.253	0.101
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.619	2.511

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T <sub>c</sub> *			0.312	0.293
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	S <sub>s</sub>		B	1.135	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	S <sub>t</sub>		T1	1.000	
Coeff. di riduzione	$\beta_m$			0.380	0.470
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	$\beta_m$			0.570	0.705
Coeff. di intensità sismica orizzontale	k <sub>h</sub>	[%]		10.913	5.674
Coeff. di intensità sismica verticale	k <sub>v</sub> =0.50 k <sub>h</sub>	[%]		5.457	2.837

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Meyerhof
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico	limite ( $0.5B\gamma N_\gamma$ ) Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls	

### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	5.00 [cm]

### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	30.25	28.00	26.71	14.21	0.01	-2.76
	Peso/Inerzia muro			0.00	317.01/0.00	-1.50	-2.16
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	0.82/0.00	0.01	-2.15
	Spinta falda da monte			57.75		0.01	-3.31
	Sottostinta della falda				115.89	-1.50	-4.31
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	23.27	28.00	20.55	10.93	0.01	-2.76
	Incremento di spinta sismica		8.70	7.68	4.09	0.01	-2.87
	Peso/Inerzia muro			34.60	317.01/17.30	-1.50	-2.16
	Peso/Inerzia terrapieno			0.09	0.82/0.04	0.01	-2.15
	Spinta falda da monte			44.43		0.01	-3.31
	Sottostinta della falda				89.15	-1.50	-4.31
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	23.27	28.00	20.55	10.93	0.01	-2.76
	Incremento di spinta sismica		6.27	5.53	2.94	0.01	-2.87
	Peso/Inerzia muro			34.60	317.01/-17.30	-1.50	-2.16
	Peso/Inerzia terrapieno			0.09	0.82/-0.04	0.01	-2.15
	Spinta falda da monte			44.43		0.01	-3.31
	Sottostinta della falda				89.15	-1.50	-4.31
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR A1-M1-R3		3.019		56.789			
2 - STR A1-M1-R3	H + V	2.724		40.791			
3 - STR A1-M1-R3	H - V	2.416		41.191			
4 - EQU			1.911				
5 - EQU	H + V		1.683				
6 - EQU	H - V		1.408				

#### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR A1-M1-R3	255.02	0.00	0.00	--	--	255.02	84.47	3.019

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR A1-M1-R3 H + V	292.42	0.00	0.00	--	--	292.42	107.34	2.724
3 - STR A1-M1-R3 H - V	254.12	0.00	0.00	--	--	254.12	105.19	2.416

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR A1-M1-R3	216.15	12274.72	8767.65	56.789
2 - STR A1-M1-R3 H + V	261.04	10648.18	8873.48	40.791
3 - STR A1-M1-R3 H - V	225.21	9276.78	7730.65	41.191

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	93.706	0.582	1.009	--	--	1.437	--	1.000	0.02	1.00	10.19	42.00	200
	85.374	0.582	1.004	--	--	1.218	--						
	139.317	0.242	1.004	--	--	1.218	--						
2	93.706	0.565	1.009	--	--	1.514	--	1.000	0.02	1.00	10.19	42.00	200
	85.374	0.565	1.004	--	--	1.257	--						
	139.317	0.219	1.004	--	--	1.257	--						
3	93.706	0.521	1.009	--	--	1.559	--	1.000	0.02	1.00	10.19	42.00	200
	85.374	0.521	1.004	--	--	1.280	--						
	139.317	0.163	1.004	--	--	1.280	--						

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
4 - EQU	524.06	274.27	1.911
5 - EQU H + V	572.98	340.49	1.683
6 - EQU H - V	528.77	375.54	1.408

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

*Paramento*Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.21	15.81	0.08	0.01
3	-0.43	31.63	0.33	0.05
4	-0.64	47.44	0.75	0.16
5	-0.86	63.25	1.33	0.38
6	-1.07	79.07	2.08	0.74
7	-1.29	94.88	2.98	1.29
8	-1.50	110.69	4.29	2.05
9	-1.72	126.51	6.29	3.18
10	-1.93	142.32	8.99	4.81
11	-2.15	158.13	12.37	7.09
12	-2.36	173.95	16.44	10.18
13	-2.58	189.76	21.20	14.21
14	-2.79	205.58	26.65	19.35
15	-3.01	221.39	32.79	25.72
16	-3.22	237.20	39.61	33.49
17	-3.44	253.02	47.13	42.81
18	-3.65	268.83	55.33	53.81
19	-3.87	284.64	64.22	66.65
20	-4.08	300.46	73.81	81.47
21	-4.30	316.27	84.08	98.43

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.21	15.81	1.81	0.19
3	-0.43	31.63	3.79	0.79
4	-0.64	47.44	5.93	1.83
5	-0.86	63.25	8.23	3.35
6	-1.07	79.07	10.71	5.38
7	-1.29	94.88	13.34	7.97
8	-1.50	110.69	16.32	11.14
9	-1.72	126.51	19.88	15.02
10	-1.93	142.32	24.00	19.73
11	-2.15	158.13	28.69	25.39
12	-2.36	173.95	33.95	32.11
13	-2.58	189.76	39.78	40.03
14	-2.79	205.58	46.18	49.26
15	-3.01	221.39	53.14	59.92
16	-3.22	237.20	60.68	72.15
17	-3.44	253.02	68.78	86.06
18	-3.65	268.83	77.45	101.77
19	-3.87	284.64	86.69	119.40
20	-4.08	300.46	96.49	139.08
21	-4.30	316.27	106.87	160.93

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.21	15.81	1.80	0.19
3	-0.43	31.63	3.76	0.79
4	-0.64	47.44	5.88	1.82
5	-0.86	63.25	8.15	3.33
6	-1.07	79.07	10.57	5.33
7	-1.29	94.88	13.15	7.88
8	-1.50	110.69	16.06	11.01
9	-1.72	126.51	19.53	14.83
10	-1.93	142.32	23.57	19.45
11	-2.15	158.13	28.16	25.00
12	-2.36	173.95	33.30	31.60
13	-2.58	189.76	39.01	39.36
14	-2.79	205.58	45.27	48.41
15	-3.01	221.39	52.09	58.87
16	-3.22	237.20	59.47	70.85
17	-3.44	253.02	67.40	84.48
18	-3.65	268.83	75.90	99.87

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
19	-3.87	284.64	84.95	117.16
20	-4.08	300.46	94.56	136.44
21	-4.30	316.27	104.72	157.85

### Fondazione

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3.01	0.00	0.00	0.00
2	-3.00	0.00	1.60	0.01
3	0.00	0.00	-0.47	0.00
4	0.01	0.00	0.00	0.00

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3.01	0.00	0.00	0.00
2	-3.00	0.00	2.06	0.01
3	0.00	0.00	-0.53	0.00
4	0.01	0.00	0.00	0.00

#### Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3.01	0.00	0.00	0.00
2	-3.00	0.00	1.95	0.01
3	0.00	0.00	-0.53	0.00
4	0.01	0.00	0.00	0.00

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
2	Spinta statica	23.27	28.00	20.55	10.93	0.01	-2.76
	Incremento di spinta sismica		8.70	7.68	4.09	0.01	-2.87
	Peso/Inerzia muro			34.60	317.01/17.30	-1.50	-2.16
	Peso/Inerzia terrapieno			0.09	0.82/0.04	0.01	-2.15
	Spinta falda da monte			44.43		0.01	-3.31
	Sottostinta della falda				89.15	-1.50	-4.31
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR A1-M1-R3		3.019		56.789			
2 - STR A1-M1-R3	H + V	2.724		40.791			
3 - STR A1-M1-R3	H - V	2.416		41.191			
4 - EQU			1.911				
5 - EQU	H + V		1.683				
6 - EQU	H - V		1.408				

#### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
3 - STR A1-M1-R3 H - V	254.12	0.00	0.00	--	--	254.12	105.19	2.416

#### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR A1-M1-R3 H + V	261.04	10648.18	8873.48	40.791

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
2	93.706 85.374 139.317	0.565 0.565 0.219	1.009 1.004 1.004	-- -- --	-- -- --	1.514 1.257 1.257	-- -- --	1.000	0.02	1.00 1.12	10.19	42.00	200

## Verifica a ribaltamento

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
6 - EQU H - V	528.77	375.54	1.408

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

## Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.21	15.81	15.81	0.08	1.81	0.01	0.19
3	-0.43	31.63	31.63	0.33	3.79	0.05	0.79
4	-0.64	47.44	47.44	0.75	5.93	0.16	1.83
5	-0.86	63.25	63.25	1.33	8.23	0.38	3.35
6	-1.07	79.07	79.07	2.08	10.71	0.74	5.38
7	-1.29	94.88	94.88	2.98	13.34	1.29	7.97
8	-1.50	110.69	110.69	4.29	16.32	2.05	11.14
9	-1.72	126.51	126.51	6.29	19.88	3.18	15.02
10	-1.93	142.32	142.32	8.99	24.00	4.81	19.73
11	-2.15	158.13	158.13	12.37	28.69	7.09	25.39
12	-2.36	173.95	173.95	16.44	33.95	10.18	32.11
13	-2.58	189.76	189.76	21.20	39.78	14.21	40.03
14	-2.79	205.58	205.58	26.65	46.18	19.35	49.26
15	-3.01	221.39	221.39	32.79	53.14	25.72	59.92
16	-3.22	237.20	237.20	39.61	60.68	33.49	72.15
17	-3.44	253.02	253.02	47.13	68.78	42.81	86.06
18	-3.65	268.83	268.83	55.33	77.45	53.81	101.77
19	-3.87	284.64	284.64	64.22	86.69	66.65	119.40
20	-4.08	300.46	300.46	73.81	96.49	81.47	139.08
21	-4.30	316.27	316.27	84.08	106.87	98.43	160.93

*Contrafforte*

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.21	15.81	15.81	1.80	1.80	0.19	0.19
3	-0.43	31.63	31.63	3.76	3.76	0.79	0.79
4	-0.64	47.44	47.44	5.88	5.88	1.82	1.82
5	-0.86	63.25	63.25	8.15	8.15	3.33	3.33
6	-1.07	79.07	79.07	10.57	10.57	5.33	5.33
7	-1.29	94.88	94.88	13.15	13.15	7.88	7.88
8	-1.50	110.69	110.69	16.06	16.06	11.01	11.01
9	-1.72	126.51	126.51	19.53	19.53	14.83	14.83
10	-1.93	142.32	142.32	23.57	23.57	19.45	19.45
11	-2.15	158.13	158.13	28.16	28.16	25.00	25.00
12	-2.36	173.95	173.95	33.30	33.30	31.60	31.60
13	-2.58	189.76	189.76	39.01	39.01	39.36	39.36
14	-2.79	205.58	205.58	45.27	45.27	48.41	48.41
15	-3.01	221.39	221.39	52.09	52.09	58.87	58.87
16	-3.22	237.20	237.20	59.47	59.47	70.85	70.85
17	-3.44	253.02	253.02	67.40	67.40	84.48	84.48
18	-3.65	268.83	268.83	75.90	75.90	99.87	99.87
19	-3.87	284.64	284.64	84.95	84.95	117.16	117.16
20	-4.08	300.46	300.46	94.56	94.56	136.44	136.44
21	-4.30	316.27	316.27	104.72	104.72	157.85	157.85