



COMUNE:

CIVITAVECCHIA

PROVINCIA:

ROMA

COMMITTENTE:

CITTA' DI CIVITAVECCHIA

SINDACO:

avv. Ernesto Tedesco

**RIFUNZIONALIZZAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA
POLIFUNZIONALE GIOVANNI MARIA FATTORI**
Località Punta del Pecoraio_via Maratona Civitavecchia

PROGETTO ESECUTIVO

ai sensi D.Lgs. 50/2016 e D.M. 154/2017

CUP: J35D1900015001

CIG: 8501346CA4

DIRIGENTE SERVIZIO 4 LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE

Ing. Giulio Iorio

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (R.U.P.):

Arch. Anthony Marcello Scalise

PROGETTISTI:

CAPOGRUPPO

PROGETTO STRUTTURALE

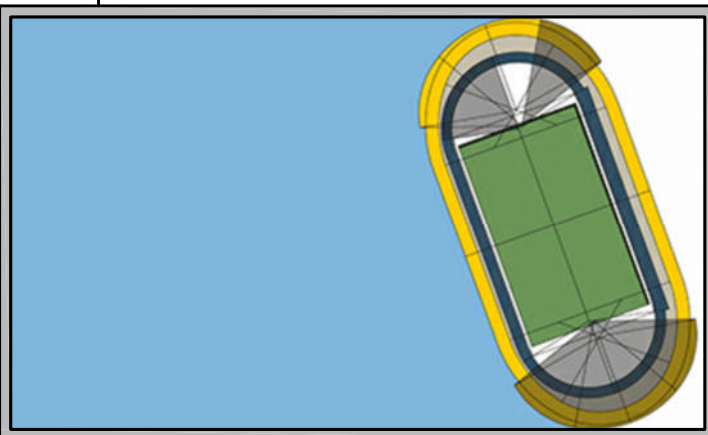
Ing. Roberto De Angelis

PROGETTO ARCHITETTONICO

Studio Associato Emmepiquadroesse
arch. Marco Pietrosanto
arch. Alessandro Micucci
arch. Roberto Sica

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA
TOPOGRAFIA

geom. Daniele Cenci



RVER_MUR
Relazione di Verifica
dei Muri

RELAZIONE DI CALCOLO DEL MURO M1 CON SPINTA AGGIUNTIVA DI 300 KG/M**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)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

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 γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di 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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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 ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

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

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

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 θ .

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

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

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

$$F_{IH} = k_H W \quad F_{IV} = \pm k_V W$$

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

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

Verifica a ribaltamento

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

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

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

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

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

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c_i} + q N_q d_{q_i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_i}$$

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

Fattori di profondità

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

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

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

Fattori di inclinazione

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

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

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

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

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e dove:

$$R_e = 1.0 - 2.0 e/B \quad \text{per terreni coesivi}$$

$$R_e = 1.0 - (e/B)^{0.5} \quad \text{per terreni incoerenti}$$

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume ($0.5 B \gamma N_\gamma$) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log(B / 2.0)$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_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 α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	2500.00	250.00	306659	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.65	5506.38

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	8.00	0.00	0.000

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	3.80	[m]
Altezza paramento libero	3.80	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.40	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.20	[m]
Lunghezza totale	2.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τ_l	
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
1	Terreno superficiale	1940.00	2000.00	15.000	10.000	1.26	0.63			
2	Terreno 2	1870.00	2000.00	15.000	10.000	0.30	0.15			

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /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')	
Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]				
1	3.80	0.000	Terreno superficiale	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	2.00	0.000	Terreno 2	0.000	0.000	0.000	0.000	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 _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]
 Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILECoeff. 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]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Concentrato	Paramento	-0.20; 0.00	300.00	200.00	300.00				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					0.30	5.00	500.00	500.00

Condizione n° 2 (Condizione 2) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 5 (Condizione 5) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 6 (Condizione 6) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 7 (Condizione 7) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 8 (Condizione 8) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 9 (Condizione 9) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 10 (Condizione 10) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 11 (Condizione 11) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 12 (Condizione 12) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 13 (Condizione 13) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 14 (Condizione 14) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 15 (Condizione 15) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 16 (Condizione 16) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 17 (Condizione 17) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 18 (Condizione 18) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 19 (Condizione 19) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

Condizione n° 20 (Condizione 20) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 21 (Condizione 21) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 22 (Condizione 22) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 23 (Condizione 23) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 24 (Condizione 24) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 25 (Condizione 25) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 26 (Condizione 26) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 27 (Condizione 27) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 28 (Condizione 28) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 29 (Condizione 29) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 30 (Condizione 30) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 31 (Condizione 31) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 32 (Condizione 32) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 33 (Condizione 33) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 34 (Condizione 34) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 35 (Condizione 35) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 36 (Condizione 36) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 37 (Condizione 37) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 38 (Condizione 38) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 39 (Condizione 39) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 40 (Condizione 40) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 41 (Condizione 41) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 42 (Condizione 42) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ NormativaNormativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

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	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_t	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_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
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
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 caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Civitavecchia
Provincia	Roma
Regione	Lazio
Latitudine	42.091180
Longitudine	11.796814
Indice punti di interpolazione	27614 - 27392 - 27391 - 27613
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.607	0.335
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.062	0.034
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.859	2.672
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.327	0.254
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		A	1.000	1.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	2.353	1.177
Ultimo - Ribaltamento	1.000	3.530	1.765
Esercizio	0.470	1.604	0.802

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

Opzioni di calcoloSpinta

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)	Ponderata
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 _y N _y) Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazioneSpinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
 A Tipo azione
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
 V Valore dell'azione, espressa in [kg]
 Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
 Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	810	10.00	798	141	1.20	-4.07
	Peso/Inerzia muro			0	6300/0	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0	9521/0	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			450	300	--	--
2	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Incremento di spinta sismica		93	92	16	1.20	-2.87
	Peso/Inerzia muro			148	6300/74	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			219	9296/109	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			305	200	--	--
3	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Incremento di spinta sismica		42	42	7	1.20	-2.87
	Peso/Inerzia muro			148	6300/-74	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			219	9296/-109	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			305	200	--	--
10	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Peso/Inerzia muro			0	6300/0	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0	9296/0	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			300	200	--	--
11	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Peso/Inerzia muro			0	6300/0	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0	9296/0	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			300	200	--	--
12	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Peso/Inerzia muro			0	6300/0	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0	9296/0	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			300	200	--	--
13	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Incremento di spinta sismica		63	62	11	1.20	-2.87
	Peso/Inerzia muro			101	6300/51	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			149	9296/75	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			303	200	--	--
14	Spinta statica	137	10.00	135	24	1.20	-4.13
	Incremento di spinta sismica		29	28	5	1.20	-2.87
	Peso/Inerzia muro			101	6300/-51	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			149	9296/-75	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			303	200	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		4.701		4.063			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	6.486		4.203			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	6.792		4.320			
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.026		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.909		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				5.009		
7 - EQU (A1-M1-R3)			7.231				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		6.163				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		5.656				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	5867	0	0	--	--	5867	1248	4.701
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	5825	0	0	--	--	5825	898	6.486
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	5758	0	0	--	--	5758	848	6.792

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	16262	66072	47194	4.063
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	16020	67339	56116	4.203
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	15644	67581	56318	4.320

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ 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 [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ²]
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	r _y	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
1	10.977	0.905	1.065	--	--	--	--	1.000	0.50	2.00	1870	15.00	0.30
	3.941	0.905	1.033	--	--	--	--			1.30			
	1.129	0.500	1.033	--	--	--	--						
2	10.977	0.930	1.065	--	--	--	--	1.000	0.50	2.00	1870	15.00	0.30
	3.941	0.930	1.033	--	--	--	--			1.30			
	1.129	0.618	1.033	--	--	--	--						
3	10.977	0.932	1.065	--	--	--	--	1.000	0.50	2.00	1870	15.00	0.30
	3.941	0.932	1.033	--	--	--	--			1.30			
	1.129	0.629	1.033	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
 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
	[kgm]	[kgm]	
7 - EQU (A1-M1-R3)	18571	2568	7.231
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	18325	2974	6.163
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	17985	3180	5.656

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 1.00	6.20	4.026
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.00; 1.00	6.20	4.909
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.00; 1.00	6.20	5.009

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm^q]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm^q]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm^q]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]	[kg/cm ^q]	[kg]
1	542	262	4.13 - 0.40	73.807	12.099	1.01	0.000	
2	1395	262	0.40	63.230	12.099	1.01	0.000	
3	1938	262	0.40	55.786	12.099	1.01	0.000	
4	2354	262	0.40	49.604	12.099	1.01	0.000	
5	2692	262	0.40	44.139	12.099	1.01	0.000	
6	2971	262	0.40	39.146	12.099	0.24	0.000	
7	3200	262	0.40	34.489	12.099	0.24	0.000	
8	3491	262	0.40	30.081	12.099	0.24	0.000	
9	3680	262	0.40	25.863	12.099	0.24	0.000	
10	3814	131	0.40	21.791	12.099	0.24	0.000	
11	4569	260	0.40	17.832	12.099	0.24	0.000	
12	1601	0	0.40	13.960	12.099	0.24	0.000	
13	1009	0	0.40	10.153	12.099	0.24	0.000	
14	1024	0	0.40	6.390	12.099	0.24	0.000	
15	1048	0	0.40	2.655	12.099	0.24	0.000	

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
16	1052	0	0.40	-1.068	12.099	0.24	0.000	
17	1036	0	0.40	-4.797	12.099	0.24	0.000	
18	1001	0	0.40	-8.545	12.099	0.24	0.000	
19	945	0	0.40	-12.332	12.099	0.24	0.000	
20	868	0	0.40	-16.174	12.099	0.24	0.000	
21	768	0	0.40	-20.092	12.099	0.24	0.000	
22	645	0	0.40	-24.112	12.099	0.24	0.000	
23	496	0	0.40	-28.263	12.099	0.24	0.000	
24	317	0	0.40	-32.584	12.099	0.24	0.000	
25	105	0	-5.94 - 0.40	-35.992	12.099	0.24	0.000	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
1	542	201	4.13 - 0.40	73.807	15.000	1.26	0.000	
2	1395	201	0.40	63.230	15.000	1.26	0.000	
3	1938	201	0.40	55.786	15.000	1.26	0.000	
4	2354	201	0.40	49.604	15.000	1.26	0.000	
5	2692	201	0.40	44.139	15.000	1.26	0.000	
6	2971	201	0.40	39.146	15.000	0.30	0.000	
7	3200	201	0.40	34.489	15.000	0.30	0.000	
8	3491	201	0.40	30.081	15.000	0.30	0.000	
9	3680	201	0.40	25.863	15.000	0.30	0.000	
10	3814	101	0.40	21.791	15.000	0.30	0.000	
11	4569	200	0.40	17.832	15.000	0.30	0.000	
12	1601	0	0.40	13.960	15.000	0.30	0.000	
13	1009	0	0.40	10.153	15.000	0.30	0.000	
14	1024	0	0.40	6.390	15.000	0.30	0.000	
15	1048	0	0.40	2.655	15.000	0.30	0.000	
16	1052	0	0.40	-1.068	15.000	0.30	0.000	
17	1036	0	0.40	-4.797	15.000	0.30	0.000	
18	1001	0	0.40	-8.545	15.000	0.30	0.000	
19	945	0	0.40	-12.332	15.000	0.30	0.000	
20	868	0	0.40	-16.174	15.000	0.30	0.000	
21	768	0	0.40	-20.092	15.000	0.30	0.000	
22	645	0	0.40	-24.112	15.000	0.30	0.000	
23	496	0	0.40	-28.263	15.000	0.30	0.000	
24	317	0	0.40	-32.584	15.000	0.30	0.000	
25	105	0	-5.94 - 0.40	-35.992	15.000	0.30	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
1	542	201	4.13 - 0.40	73.807	15.000	1.26	0.000	
2	1395	201	0.40	63.230	15.000	1.26	0.000	
3	1938	201	0.40	55.786	15.000	1.26	0.000	
4	2354	201	0.40	49.604	15.000	1.26	0.000	
5	2692	201	0.40	44.139	15.000	1.26	0.000	
6	2971	201	0.40	39.146	15.000	0.30	0.000	
7	3200	201	0.40	34.489	15.000	0.30	0.000	
8	3491	201	0.40	30.081	15.000	0.30	0.000	
9	3680	201	0.40	25.863	15.000	0.30	0.000	
10	3814	101	0.40	21.791	15.000	0.30	0.000	
11	4569	200	0.40	17.832	15.000	0.30	0.000	
12	1601	0	0.40	13.960	15.000	0.30	0.000	
13	1009	0	0.40	10.153	15.000	0.30	0.000	
14	1024	0	0.40	6.390	15.000	0.30	0.000	
15	1048	0	0.40	2.655	15.000	0.30	0.000	
16	1052	0	0.40	-1.068	15.000	0.30	0.000	
17	1036	0	0.40	-4.797	15.000	0.30	0.000	
18	1001	0	0.40	-8.545	15.000	0.30	0.000	
19	945	0	0.40	-12.332	15.000	0.30	0.000	
20	868	0	0.40	-16.174	15.000	0.30	0.000	
21	768	0	0.40	-20.092	15.000	0.30	0.000	
22	645	0	0.40	-24.112	15.000	0.30	0.000	
23	496	0	0.40	-28.263	15.000	0.30	0.000	
24	317	0	0.40	-32.584	15.000	0.30	0.000	
25	105	0	-5.94 - 0.40	-35.992	15.000	0.30	0.000	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	300	450	450
2	-0.10	400	450	495
3	-0.20	500	450	540
4	-0.30	600	450	585
5	-0.40	700	450	630
6	-0.50	800	450	675
7	-0.60	900	450	720
8	-0.70	1000	450	765
9	-0.80	1100	450	810
10	-0.90	1200	450	855
11	-1.00	1300	450	900
12	-1.10	1400	450	945
13	-1.20	1500	450	990
14	-1.30	1600	450	1035
15	-1.40	1700	450	1080
16	-1.50	1800	450	1125
17	-1.60	1900	450	1170
18	-1.70	2000	450	1215
19	-1.80	2100	450	1260
20	-1.90	2200	450	1305
21	-2.00	2300	450	1350
22	-2.10	2400	450	1395
23	-2.20	2500	450	1440
24	-2.30	2600	450	1485
25	-2.40	2700	450	1530
26	-2.50	2800	450	1575
27	-2.60	2900	450	1620
28	-2.70	3000	450	1665
29	-2.80	3100	450	1710
30	-2.90	3200	450	1755
31	-3.00	3300	450	1800
32	-3.10	3400	450	1845
33	-3.20	3500	450	1890
34	-3.30	3600	450	1935
35	-3.40	3700	450	1980
36	-3.50	3800	450	2025
37	-3.60	3900	450	2070
38	-3.70	4000	450	2115
39	-3.80	4100	450	2160

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	305	300
2	-0.10	300	307	331
3	-0.20	400	309	361
4	-0.30	500	312	392
5	-0.40	600	314	424
6	-0.50	700	316	455
7	-0.60	800	319	487
8	-0.70	900	321	519
9	-0.80	1000	324	551
10	-0.90	1100	326	584
11	-1.00	1200	328	616
12	-1.10	1300	331	649
13	-1.20	1400	333	683
14	-1.30	1500	335	716
15	-1.40	1600	338	750
16	-1.50	1700	340	784
17	-1.60	1800	342	818
18	-1.70	1900	345	852
19	-1.80	2000	347	887
20	-1.90	2100	349	921
21	-2.00	2200	352	956
22	-2.10	2300	354	992

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
23	-2.20	2400	356	1027
24	-2.30	2500	359	1063
25	-2.40	2600	361	1099
26	-2.50	2700	364	1135
27	-2.60	2800	366	1172
28	-2.70	2900	368	1208
29	-2.80	3000	371	1245
30	-2.90	3100	373	1283
31	-3.00	3200	375	1320
32	-3.10	3300	378	1358
33	-3.20	3400	380	1396
34	-3.30	3500	382	1434
35	-3.40	3600	385	1472
36	-3.50	3700	387	1511
37	-3.60	3800	389	1549
38	-3.70	3900	392	1588
39	-3.80	4000	394	1628

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	305	300
2	-0.10	300	307	331
3	-0.20	400	309	361
4	-0.30	500	312	392
5	-0.40	600	314	424
6	-0.50	700	316	455
7	-0.60	800	319	487
8	-0.70	900	321	519
9	-0.80	1000	324	551
10	-0.90	1100	326	584
11	-1.00	1200	328	616
12	-1.10	1300	331	649
13	-1.20	1400	333	683
14	-1.30	1500	335	716
15	-1.40	1600	338	750
16	-1.50	1700	340	784
17	-1.60	1800	342	818
18	-1.70	1900	345	852
19	-1.80	2000	347	887
20	-1.90	2100	349	921
21	-2.00	2200	352	956
22	-2.10	2300	354	992
23	-2.20	2400	356	1027
24	-2.30	2500	359	1063
25	-2.40	2600	361	1099
26	-2.50	2700	364	1135
27	-2.60	2800	366	1172
28	-2.70	2900	368	1208
29	-2.80	3000	371	1245
30	-2.90	3100	373	1283
31	-3.00	3200	375	1320
32	-3.10	3300	378	1358
33	-3.20	3400	380	1396
34	-3.30	3500	382	1434
35	-3.40	3600	385	1472
36	-3.50	3700	387	1511
37	-3.60	3800	389	1549
38	-3.70	3900	392	1588
39	-3.80	4000	394	1628

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	300	300
2	-0.10	300	300	330
3	-0.20	400	300	360
4	-0.30	500	300	390
5	-0.40	600	300	420
6	-0.50	700	300	450
7	-0.60	800	300	480
8	-0.70	900	300	510
9	-0.80	1000	300	540
10	-0.90	1100	300	570

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
11	-1.00	1200	300	600
12	-1.10	1300	300	630
13	-1.20	1400	300	660
14	-1.30	1500	300	690
15	-1.40	1600	300	720
16	-1.50	1700	300	750
17	-1.60	1800	300	780
18	-1.70	1900	300	810
19	-1.80	2000	300	840
20	-1.90	2100	300	870
21	-2.00	2200	300	900
22	-2.10	2300	300	930
23	-2.20	2400	300	960
24	-2.30	2500	300	990
25	-2.40	2600	300	1020
26	-2.50	2700	300	1050
27	-2.60	2800	300	1080
28	-2.70	2900	300	1110
29	-2.80	3000	300	1140
30	-2.90	3100	300	1170
31	-3.00	3200	300	1200
32	-3.10	3300	300	1230
33	-3.20	3400	300	1260
34	-3.30	3500	300	1290
35	-3.40	3600	300	1320
36	-3.50	3700	300	1350
37	-3.60	3800	300	1380
38	-3.70	3900	300	1410
39	-3.80	4000	300	1440

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	300	300
2	-0.10	300	300	330
3	-0.20	400	300	360
4	-0.30	500	300	390
5	-0.40	600	300	420
6	-0.50	700	300	450
7	-0.60	800	300	480
8	-0.70	900	300	510
9	-0.80	1000	300	540
10	-0.90	1100	300	570
11	-1.00	1200	300	600
12	-1.10	1300	300	630
13	-1.20	1400	300	660
14	-1.30	1500	300	690
15	-1.40	1600	300	720
16	-1.50	1700	300	750
17	-1.60	1800	300	780
18	-1.70	1900	300	810
19	-1.80	2000	300	840
20	-1.90	2100	300	870
21	-2.00	2200	300	900
22	-2.10	2300	300	930
23	-2.20	2400	300	960
24	-2.30	2500	300	990
25	-2.40	2600	300	1020
26	-2.50	2700	300	1050
27	-2.60	2800	300	1080
28	-2.70	2900	300	1110
29	-2.80	3000	300	1140
30	-2.90	3100	300	1170
31	-3.00	3200	300	1200
32	-3.10	3300	300	1230
33	-3.20	3400	300	1260
34	-3.30	3500	300	1290
35	-3.40	3600	300	1320
36	-3.50	3700	300	1350
37	-3.60	3800	300	1380
38	-3.70	3900	300	1410
39	-3.80	4000	300	1440

Combinazione n° 12 - SLEO

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	300	300
2	-0.10	300	300	330
3	-0.20	400	300	360
4	-0.30	500	300	390
5	-0.40	600	300	420
6	-0.50	700	300	450
7	-0.60	800	300	480
8	-0.70	900	300	510
9	-0.80	1000	300	540
10	-0.90	1100	300	570
11	-1.00	1200	300	600
12	-1.10	1300	300	630
13	-1.20	1400	300	660
14	-1.30	1500	300	690
15	-1.40	1600	300	720
16	-1.50	1700	300	750
17	-1.60	1800	300	780
18	-1.70	1900	300	810
19	-1.80	2000	300	840
20	-1.90	2100	300	870
21	-2.00	2200	300	900
22	-2.10	2300	300	930
23	-2.20	2400	300	960
24	-2.30	2500	300	990
25	-2.40	2600	300	1020
26	-2.50	2700	300	1050
27	-2.60	2800	300	1080
28	-2.70	2900	300	1110
29	-2.80	3000	300	1140
30	-2.90	3100	300	1170
31	-3.00	3200	300	1200
32	-3.10	3300	300	1230
33	-3.20	3400	300	1260
34	-3.30	3500	300	1290
35	-3.40	3600	300	1320
36	-3.50	3700	300	1350
37	-3.60	3800	300	1380
38	-3.70	3900	300	1410
39	-3.80	4000	300	1440

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	303	300
2	-0.10	300	305	330
3	-0.20	400	306	361
4	-0.30	500	308	392
5	-0.40	600	310	423
6	-0.50	700	311	454
7	-0.60	800	313	485
8	-0.70	900	314	516
9	-0.80	1000	316	548
10	-0.90	1100	318	579
11	-1.00	1200	319	611
12	-1.10	1300	321	643
13	-1.20	1400	322	675
14	-1.30	1500	324	708
15	-1.40	1600	326	740
16	-1.50	1700	327	773
17	-1.60	1800	329	806
18	-1.70	1900	330	839
19	-1.80	2000	332	872
20	-1.90	2100	334	905
21	-2.00	2200	335	938
22	-2.10	2300	337	972
23	-2.20	2400	338	1006
24	-2.30	2500	340	1040
25	-2.40	2600	342	1074
26	-2.50	2700	343	1108
27	-2.60	2800	345	1143
28	-2.70	2900	347	1177
29	-2.80	3000	348	1212
30	-2.90	3100	350	1247
31	-3.00	3200	351	1282
32	-3.10	3300	353	1317

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
33	-3.20	3400	355	1352
34	-3.30	3500	356	1388
35	-3.40	3600	358	1424
36	-3.50	3700	359	1459
37	-3.60	3800	361	1495
38	-3.70	3900	363	1532
39	-3.80	4000	364	1568

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	200	303	300
2	-0.10	300	305	330
3	-0.20	400	306	361
4	-0.30	500	308	392
5	-0.40	600	310	423
6	-0.50	700	311	454
7	-0.60	800	313	485
8	-0.70	900	314	516
9	-0.80	1000	316	548
10	-0.90	1100	318	579
11	-1.00	1200	319	611
12	-1.10	1300	321	643
13	-1.20	1400	322	675
14	-1.30	1500	324	708
15	-1.40	1600	326	740
16	-1.50	1700	327	773
17	-1.60	1800	329	806
18	-1.70	1900	330	839
19	-1.80	2000	332	872
20	-1.90	2100	334	905
21	-2.00	2200	335	938
22	-2.10	2300	337	972
23	-2.20	2400	338	1006
24	-2.30	2500	340	1040
25	-2.40	2600	342	1074
26	-2.50	2700	343	1108
27	-2.60	2800	345	1143
28	-2.70	2900	347	1177
29	-2.80	3000	348	1212
30	-2.90	3100	350	1247
31	-3.00	3200	351	1282
32	-3.10	3300	353	1317
33	-3.20	3400	355	1352
34	-3.30	3500	356	1388
35	-3.40	3600	358	1424
36	-3.50	3700	359	1459
37	-3.60	3800	361	1495
38	-3.70	3900	363	1532
39	-3.80	4000	364	1568

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	725	36
3	-0.60	0	1446	145
4	-0.50	0	2163	325
5	-0.40	0	2877	577
6	0.00	0	-4104	-2519
7	0.10	0	-3840	-2155
8	0.20	0	-3572	-1818
9	0.30	0	-3300	-1508
10	0.40	0	-2948	-1196
11	0.50	0	-2593	-919
12	0.60	0	-2235	-677
13	0.70	0	-1872	-472
14	0.80	0	-1505	-303
15	0.90	0	-1135	-171
16	1.00	0	-760	-76

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
17	1.10	0	-382	-19
18	1.20	0	0	0

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	724	36
3	-0.60	0	1442	145
4	-0.50	0	2156	325
5	-0.40	0	2865	576
6	0.00	0	-1426	-928
7	0.10	0	-1372	-810
8	0.20	0	-1313	-699
9	0.30	0	-1250	-593
10	0.40	0	-1131	-474
11	0.50	0	-1007	-367
12	0.60	0	-878	-273
13	0.70	0	-745	-191
14	0.80	0	-606	-124
15	0.90	0	-462	-70
16	1.00	0	-313	-32
17	1.10	0	-159	-8
18	1.20	0	0	0

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	703	35
3	-0.60	0	1402	141
4	-0.50	0	2095	315
5	-0.40	0	2784	559
6	0.00	0	-1643	-1056
7	0.10	0	-1570	-918
8	0.20	0	-1493	-787
9	0.30	0	-1410	-664
10	0.40	0	-1273	-530
11	0.50	0	-1131	-410
12	0.60	0	-984	-304
13	0.70	0	-832	-213
14	0.80	0	-675	-138
15	0.90	0	-514	-78
16	1.00	0	-347	-35
17	1.10	0	-176	-9
18	1.20	0	0	0

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	591	29
3	-0.60	0	1189	118
4	-0.50	0	1796	268
5	-0.40	0	2410	478
6	0.00	0	-924	-440
7	0.10	0	-840	-374
8	0.20	0	-765	-317
9	0.30	0	-698	-266
10	0.40	0	-589	-202
11	0.50	0	-487	-148
12	0.60	0	-394	-104
13	0.70	0	-309	-69
14	0.80	0	-231	-42
15	0.90	0	-161	-22
16	1.00	0	-100	-9
17	1.10	0	-46	-2
18	1.20	0	0	0

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	591	29
3	-0.60	0	1189	118
4	-0.50	0	1796	268
5	-0.40	0	2410	478
6	0.00	0	-924	-440
7	0.10	0	-840	-374
8	0.20	0	-765	-317
9	0.30	0	-698	-266
10	0.40	0	-589	-202
11	0.50	0	-487	-148
12	0.60	0	-394	-104
13	0.70	0	-309	-69
14	0.80	0	-231	-42
15	0.90	0	-161	-22
16	1.00	0	-100	-9
17	1.10	0	-46	-2
18	1.20	0	0	0

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	591	29
3	-0.60	0	1189	118
4	-0.50	0	1796	268
5	-0.40	0	2410	478
6	0.00	0	-924	-440
7	0.10	0	-840	-374
8	0.20	0	-765	-317
9	0.30	0	-698	-266
10	0.40	0	-589	-202
11	0.50	0	-487	-148
12	0.60	0	-394	-104
13	0.70	0	-309	-69
14	0.80	0	-231	-42
15	0.90	0	-161	-22
16	1.00	0	-100	-9
17	1.10	0	-46	-2
18	1.20	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	681	34
3	-0.60	0	1362	136
4	-0.50	0	2041	306
5	-0.40	0	2720	544
6	0.00	0	-1266	-772
7	0.10	0	-1203	-671
8	0.20	0	-1139	-577
9	0.30	0	-1074	-489
10	0.40	0	-958	-387
11	0.50	0	-841	-297
12	0.60	0	-724	-219
13	0.70	0	-606	-152
14	0.80	0	-486	-98
15	0.90	0	-366	-55
16	1.00	0	-245	-25
17	1.10	0	-123	-6
18	1.20	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	667	33
3	-0.60	0	1334	133
4	-0.50	0	2000	300
5	-0.40	0	2665	533
6	0.00	0	-1414	-860
7	0.10	0	-1338	-744

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
8	0.20	0	-1261	-637
9	0.30	0	-1183	-537
10	0.40	0	-1055	-425
11	0.50	0	-926	-326
12	0.60	0	-796	-240
13	0.70	0	-665	-167
14	0.80	0	-534	-107
15	0.90	0	-402	-60
16	1.00	0	-268	-27
17	1.10	0	-135	-7
18	1.20	0	0	0

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 [kg]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	810	10.00	798	141	1.20	-4.07
	Peso/Inerzia muro			0	6300/0	-0.04	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno			0	9521/0	0.60	-1.90
	Risultante forze sul muro			450	300	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		4.701		4.063			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	6.486		4.203			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	6.792		4.320			
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.026		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.909		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				5.009		
7 - EQU (A1-M1-R3)			7.231				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		6.163				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		5.656				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	5867	0	0	--	--	5867	1248	4.701

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	16262	66072	47194	4.063

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 [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ²]

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]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ²]
1	10.977 3.941 1.129	0.905 0.905 0.500	1.065 1.033 1.033	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	0.50	2.00 1.30	1870	15.00	0.30

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
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
	[kgm]	[kgm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	17985	3180	5.656

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 1.00	6.20	4.026

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	542	262	4.13 - 0.40	73.807	12.099	1.01	0.000	
2	1395	262	0.40	63.230	12.099	1.01	0.000	
3	1938	262	0.40	55.786	12.099	1.01	0.000	
4	2354	262	0.40	49.604	12.099	1.01	0.000	
5	2692	262	0.40	44.139	12.099	1.01	0.000	
6	2971	262	0.40	39.146	12.099	0.24	0.000	
7	3200	262	0.40	34.489	12.099	0.24	0.000	
8	3491	262	0.40	30.081	12.099	0.24	0.000	
9	3680	262	0.40	25.863	12.099	0.24	0.000	
10	3814	131	0.40	21.791	12.099	0.24	0.000	
11	4569	260	0.40	17.832	12.099	0.24	0.000	
12	1601	0	0.40	13.960	12.099	0.24	0.000	
13	1009	0	0.40	10.153	12.099	0.24	0.000	
14	1024	0	0.40	6.390	12.099	0.24	0.000	
15	1048	0	0.40	2.655	12.099	0.24	0.000	
16	1052	0	0.40	-1.068	12.099	0.24	0.000	
17	1036	0	0.40	-4.797	12.099	0.24	0.000	
18	1001	0	0.40	-8.545	12.099	0.24	0.000	
19	945	0	0.40	-12.332	12.099	0.24	0.000	
20	868	0	0.40	-16.174	12.099	0.24	0.000	
21	768	0	0.40	-20.092	12.099	0.24	0.000	
22	645	0	0.40	-24.112	12.099	0.24	0.000	
23	496	0	0.40	-28.263	12.099	0.24	0.000	
24	317	0	0.40	-32.584	12.099	0.24	0.000	
25	105	0	-5.94 - 0.40	-35.992	12.099	0.24	0.000	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0.00	200	300	300	450	300	450
2	-0.10	300	400	300	450	330	495
3	-0.20	400	500	300	450	360	540
4	-0.30	500	600	300	450	390	585
5	-0.40	600	700	300	450	420	630
6	-0.50	700	800	300	450	450	675
7	-0.60	800	900	300	450	480	720
8	-0.70	900	1000	300	450	510	765
9	-0.80	1000	1100	300	450	540	810
10	-0.90	1100	1200	300	450	570	855
11	-1.00	1200	1300	300	450	600	900
12	-1.10	1300	1400	300	450	630	945
13	-1.20	1400	1500	300	450	660	990
14	-1.30	1500	1600	300	450	690	1035
15	-1.40	1600	1700	300	450	720	1080
16	-1.50	1700	1800	300	450	750	1125
17	-1.60	1800	1900	300	450	780	1170
18	-1.70	1900	2000	300	450	810	1215
19	-1.80	2000	2100	300	450	840	1260
20	-1.90	2100	2200	300	450	870	1305
21	-2.00	2200	2300	300	450	900	1350
22	-2.10	2300	2400	300	450	930	1395
23	-2.20	2400	2500	300	450	960	1440
24	-2.30	2500	2600	300	450	990	1485
25	-2.40	2600	2700	300	450	1020	1530
26	-2.50	2700	2800	300	450	1050	1575
27	-2.60	2800	2900	300	450	1080	1620
28	-2.70	2900	3000	300	450	1110	1665
29	-2.80	3000	3100	300	450	1140	1710
30	-2.90	3100	3200	300	450	1170	1755
31	-3.00	3200	3300	300	450	1200	1800
32	-3.10	3300	3400	300	450	1230	1845

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
33	-3.20	3400	3500	300	450	1260	1890
34	-3.30	3500	3600	300	450	1290	1935
35	-3.40	3600	3700	300	450	1320	1980
36	-3.50	3700	3800	300	450	1350	2025
37	-3.60	3800	3900	300	450	1380	2070
38	-3.70	3900	4000	300	450	1410	2115
39	-3.80	4000	4100	300	450	1440	2160

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0	0	0	0
2	-0.70	0	0	591	725	29	36
3	-0.60	0	0	1189	1446	118	145
4	-0.50	0	0	1796	2163	268	325
5	-0.40	0	0	2410	2877	478	577
6	0.00	0	0	-4104	-924	-2519	-440
7	0.10	0	0	-3840	-840	-2155	-374
8	0.20	0	0	-3572	-765	-1818	-317
9	0.30	0	0	-3300	-698	-1508	-266
10	0.40	0	0	-2948	-589	-1196	-202
11	0.50	0	0	-2593	-487	-919	-148
12	0.60	0	0	-2235	-394	-677	-104
13	0.70	0	0	-1872	-309	-472	-69
14	0.80	0	0	-1505	-231	-303	-42
15	0.90	0	0	-1135	-161	-171	-22
16	1.00	0	0	-760	-100	-76	-9
17	1.10	0	0	-382	-46	-19	-2
18	1.20	0	0	0	0	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO DEL MURO M2 CON SPINTA AGGIUNTIVA DI 300 KG/M**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)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

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 complesso 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 γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di 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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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 ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

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

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

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 θ .

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

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

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

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

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

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

Verifica a ribaltamento

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

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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

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

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c1} + q N_q d_{q1} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma1}$$

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

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

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

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

Fattori di inclinazione

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

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

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

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

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e dove:

$$R_e = 1.0 - 2.0 e/B \quad \text{per terreni coesivi}$$

$$R_e = 1.0 - (e/B)^{0.5} \quad \text{per terreni incoerenti}$$

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume ($0.5 B \gamma N_\gamma$) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log (B / 2.0)$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_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 α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	2500.00	250.00	306659	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588.65	5506.38

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	8.00	0.00	0.000

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	Clas Armato	
Altezza paramento	3.80	[m]
Altezza paramento libero	3.80	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	Clas Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.40	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50	[m]
Lunghezza totale	2.30	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τ_l	
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
1	Terreno superficiale	1720.00	2000.00	25.000	16.670	0.00	0.00			
2	Terreno 2	1720.00	2000.00	15.000	10.000	0.43	0.21			

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /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')	
Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]				
1	0.50	0.000	Terreno superficiale	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	5.00	0.000	Terreno 2	0.000	0.000	0.000	0.000	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 _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]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILECoeff. 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]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Concentrato	Paramento	-0.20; 0.00	300.00	6313.00	300.00				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					0.30	5.00	500.00	500.00

Condizione n° 2 (Condizione 2) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 5 (Condizione 5) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 6 (Condizione 6) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 7 (Condizione 7) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 8 (Condizione 8) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 9 (Condizione 9) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 10 (Condizione 10) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 11 (Condizione 11) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 12 (Condizione 12) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 13 (Condizione 13) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 14 (Condizione 14) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 15 (Condizione 15) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 16 (Condizione 16) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 17 (Condizione 17) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 18 (Condizione 18) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 19 (Condizione 19) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 20 (Condizione 20) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

Condizione n° 21 (Condizione 21) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 22 (Condizione 22) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 23 (Condizione 23) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 24 (Condizione 24) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 25 (Condizione 25) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 26 (Condizione 26) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 27 (Condizione 27) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 28 (Condizione 28) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 29 (Condizione 29) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 30 (Condizione 30) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 31 (Condizione 31) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 32 (Condizione 32) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 33 (Condizione 33) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 34 (Condizione 34) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 35 (Condizione 35) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 36 (Condizione 36) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 37 (Condizione 37) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 38 (Condizione 38) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 39 (Condizione 39) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 40 (Condizione 40) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 41 (Condizione 41) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Condizione n° 42 (Condizione 42) - VARIABILECoeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ NormativaNormativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**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	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_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
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
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 caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Civitavecchia
Provincia	Roma
Regione	Lazio
Latitudine	42.091180
Longitudine	11.796814
Indice punti di interpolazione	27614 - 27392 - 27391 - 27613
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.607	0.335
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.062	0.034
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.859	2.672
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.327	0.254
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		A	1.000	1.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	2.353	1.177
Ultimo - Ribaltamento	1.000	3.530	1.765
Esercizio	0.470	1.604	0.802

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)	Ponderata
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 ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

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

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazioneSpinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
 A Tipo azione
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
 V Valore dell'azione, espressa in [kg]
 Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
 Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	243	16.49	233	69	1.50	-0.29
	Peso/Inerzia muro			0	6675/0	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			0	10704/0	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			450	9470	--	--
2	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Incremento di spinta sismica		10	9	3	1.50	-2.87
	Peso/Inerzia muro			157	6675/79	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			245	10404/122	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			449	6313	--	--
3	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Incremento di spinta sismica		6	6	2	1.50	-2.87
	Peso/Inerzia muro			157	6675/-79	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			245	10404/-122	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			449	6313	--	--
10	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Peso/Inerzia muro			0	6675/0	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			0	10404/0	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			300	6313	--	--
11	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Peso/Inerzia muro			0	6675/0	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			0	10404/0	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			300	6313	--	--
12	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Peso/Inerzia muro			0	6675/0	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			0	10404/0	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			300	6313	--	--
13	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Incremento di spinta sismica		7	6	2	1.50	-2.87
	Peso/Inerzia muro			107	6675/54	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			167	10404/83	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			401	6313	--	--
14	Spinta statica	173	16.48	166	49	1.50	-0.29
	Incremento di spinta sismica		4	4	1	1.50	-2.87
	Peso/Inerzia muro			107	6675/-54	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			167	10404/-83	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			401	6313	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		14.187		3.118			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	8.886		3.520			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	8.850		3.557			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.980		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.628		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.691		
7 - EQU (A1-M1-R3)			8.441				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.829				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		5.297				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	9691	0	0	--	--	9691	683	14.187
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	9114	0	0	--	--	9114	1026	8.886
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	9043	0	0	--	--	9043	1022	8.850

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	26917	83922	59944	3.118
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	23645	83230	69358	3.520
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	23242	82679	68899	3.557

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ 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 [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ²]

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	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm _q]
1	10.977	0.968	1.057	--	--	--	--	0.985	0.50	2.30 1.50	1720	15.00	0.43
	3.941	0.968	1.028	--	--	--	--						
	1.129	0.816	1.028	--	--	--	--						
2	10.977	0.946	1.057	--	--	--	--	0.985	0.50	2.30 1.50	1720	15.00	0.43
	3.941	0.946	1.028	--	--	--	--						
	1.129	0.696	1.028	--	--	--	--						
3	10.977	0.945	1.057	--	--	--	--	0.985	0.50	2.30 1.50	1720	15.00	0.43
	3.941	0.945	1.028	--	--	--	--						
	1.129	0.693	1.028	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
 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
	[kgm]	[kgm]	
7 - EQU (A1-M1-R3)	28018	3319	8.441
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	26006	4461	5.829
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	25619	4836	5.297

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 3.00	8.11	2.980
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 2.00	6.79	3.628
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.00; 2.00	6.79	3.691

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm_q]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm_q]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm_q]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm _q]	[kg/cm _q]	[kg]
1	403	0	5.54 - 0.48	63.937	20.458	0.00	0.000	
2	1114	271	0.48	57.457	12.099	0.34	0.000	
3	1672	311	0.48	51.587	12.099	0.34	0.000	
4	2127	311	0.48	46.409	12.099	0.34	0.000	
5	2510	311	0.48	41.689	12.099	0.34	0.000	
6	2835	311	0.48	37.296	12.099	0.34	0.000	
7	3114	311	0.48	33.148	12.099	0.34	0.000	
8	3353	311	0.48	29.189	12.099	0.34	0.000	
9	3660	311	0.48	25.378	12.099	0.34	0.000	
10	3915	311	0.48	21.684	12.099	0.34	0.000	
11	4057	295	0.48	18.083	12.099	0.34	0.000	
12	4775	8207	0.48	14.556	12.099	0.34	0.000	
13	3004	0	0.48	11.083	12.099	0.34	0.000	
14	1059	0	0.48	7.652	12.099	0.34	0.000	
15	1054	0	0.48	4.248	12.099	0.34	0.000	

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
16	1071	0	0.48	0.860	12.099	0.34	0.000	
17	1066	0	0.48	-2.526	12.099	0.34	0.000	
18	1036	0	0.48	-5.921	12.099	0.34	0.000	
19	984	0	0.48	-9.337	12.099	0.34	0.000	
20	906	0	0.48	-12.786	12.099	0.34	0.000	
21	804	0	0.48	-16.284	12.099	0.34	0.000	
22	676	0	0.48	-19.845	12.099	0.34	0.000	
23	519	0	0.48	-23.489	12.099	0.34	0.000	
24	332	0	0.48	-27.237	12.099	0.34	0.000	
25	111	0	-6.43 - 0.48	-30.305	12.099	0.34	0.000	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
1	343	0	5.49 - 0.40	68.027	25.000	0.00	0.000	
2	931	155	0.40	60.388	15.000	0.43	0.000	
3	1366	201	0.40	54.069	15.000	0.43	0.000	
4	1714	201	0.40	48.617	15.000	0.43	0.000	
5	2004	201	0.40	43.709	15.000	0.43	0.000	
6	2250	201	0.40	39.178	15.000	0.43	0.000	
7	2459	201	0.40	34.925	15.000	0.43	0.000	
8	2639	201	0.40	30.884	15.000	0.43	0.000	
9	2792	201	0.40	27.007	15.000	0.43	0.000	
10	2931	201	0.40	23.261	15.000	0.43	0.000	
11	3188	201	0.40	19.618	15.000	0.43	0.000	
12	3277	201	0.40	16.056	15.000	0.43	0.000	
13	3348	188	0.40	12.556	15.000	0.43	0.000	
14	3778	0	0.40	9.104	15.000	0.43	0.000	
15	3406	6313	0.40	5.685	15.000	0.43	0.000	
16	782	0	0.40	2.287	15.000	0.43	0.000	
17	679	0	0.40	-1.104	15.000	0.43	0.000	
18	666	0	0.40	-4.499	15.000	0.43	0.000	
19	635	0	0.40	-7.909	15.000	0.43	0.000	
20	588	0	0.40	-11.348	15.000	0.43	0.000	
21	524	0	0.40	-14.829	15.000	0.43	0.000	
22	441	0	0.40	-18.367	15.000	0.43	0.000	
23	339	0	0.40	-21.980	15.000	0.43	0.000	
24	217	0	0.40	-25.688	15.000	0.43	0.000	
25	72	0	-4.54 - 0.40	-28.417	15.000	0.43	0.000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
1	343	0	5.49 - 0.40	68.027	25.000	0.00	0.000	
2	931	155	0.40	60.388	15.000	0.43	0.000	
3	1366	201	0.40	54.069	15.000	0.43	0.000	
4	1714	201	0.40	48.617	15.000	0.43	0.000	
5	2004	201	0.40	43.709	15.000	0.43	0.000	
6	2250	201	0.40	39.178	15.000	0.43	0.000	
7	2459	201	0.40	34.925	15.000	0.43	0.000	
8	2639	201	0.40	30.884	15.000	0.43	0.000	
9	2792	201	0.40	27.007	15.000	0.43	0.000	
10	2931	201	0.40	23.261	15.000	0.43	0.000	
11	3188	201	0.40	19.618	15.000	0.43	0.000	
12	3277	201	0.40	16.056	15.000	0.43	0.000	
13	3348	188	0.40	12.556	15.000	0.43	0.000	
14	3778	0	0.40	9.104	15.000	0.43	0.000	
15	3406	6313	0.40	5.685	15.000	0.43	0.000	
16	782	0	0.40	2.287	15.000	0.43	0.000	
17	679	0	0.40	-1.104	15.000	0.43	0.000	
18	666	0	0.40	-4.499	15.000	0.43	0.000	
19	635	0	0.40	-7.909	15.000	0.43	0.000	
20	588	0	0.40	-11.348	15.000	0.43	0.000	
21	524	0	0.40	-14.829	15.000	0.43	0.000	
22	441	0	0.40	-18.367	15.000	0.43	0.000	
23	339	0	0.40	-21.980	15.000	0.43	0.000	
24	217	0	0.40	-25.688	15.000	0.43	0.000	
25	72	0	-4.54 - 0.40	-28.417	15.000	0.43	0.000	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	9470	450	450
2	-0.10	9570	454	495
3	-0.20	9670	467	541
4	-0.30	9770	495	589
5	-0.40	9870	538	641
6	-0.50	9970	593	697
7	-0.60	10070	599	757
8	-0.70	10170	599	817
9	-0.80	10270	599	877
10	-0.90	10370	599	936
11	-1.00	10470	599	996
12	-1.10	10570	599	1056
13	-1.20	10670	599	1116
14	-1.30	10770	599	1176
15	-1.40	10870	599	1236
16	-1.50	10970	599	1296
17	-1.60	11070	599	1355
18	-1.70	11170	599	1415
19	-1.80	11270	599	1475
20	-1.90	11370	599	1535
21	-2.00	11470	599	1595
22	-2.10	11570	599	1655
23	-2.20	11670	599	1715
24	-2.30	11770	599	1774
25	-2.40	11870	599	1834
26	-2.50	11970	599	1894
27	-2.60	12070	599	1954
28	-2.70	12170	599	2014
29	-2.80	12270	599	2074
30	-2.90	12370	599	2134
31	-3.00	12470	599	2194
32	-3.10	12570	599	2253
33	-3.20	12670	599	2313
34	-3.30	12770	599	2373
35	-3.40	12870	599	2433
36	-3.50	12970	599	2493
37	-3.60	13070	599	2553
38	-3.70	13170	599	2613
39	-3.80	13270	599	2672

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	449	300
2	-0.10	6413	454	345
3	-0.20	6513	466	391
4	-0.30	6613	489	439
5	-0.40	6713	522	489
6	-0.50	6813	565	543
7	-0.60	6913	573	601
8	-0.70	7013	576	658
9	-0.80	7113	579	716
10	-0.90	7213	581	774
11	-1.00	7313	584	833
12	-1.10	7413	587	891
13	-1.20	7513	589	950
14	-1.30	7613	592	1009
15	-1.40	7713	594	1069
16	-1.50	7813	597	1128
17	-1.60	7913	599	1188
18	-1.70	8013	602	1248
19	-1.80	8113	605	1309
20	-1.90	8213	607	1369
21	-2.00	8313	610	1430
22	-2.10	8413	612	1491

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
23	-2.20	8513	615	1553
24	-2.30	8613	618	1614
25	-2.40	8713	620	1676
26	-2.50	8813	623	1738
27	-2.60	8913	626	1801
28	-2.70	9013	628	1863
29	-2.80	9113	631	1926
30	-2.90	9213	634	1990
31	-3.00	9313	636	2053
32	-3.10	9413	639	2117
33	-3.20	9513	642	2181
34	-3.30	9613	645	2245
35	-3.40	9713	647	2310
36	-3.50	9813	650	2375
37	-3.60	9913	653	2440
38	-3.70	10013	656	2506
39	-3.80	10113	659	2571

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	449	300
2	-0.10	6413	454	345
3	-0.20	6513	466	391
4	-0.30	6613	489	439
5	-0.40	6713	522	489
6	-0.50	6813	565	543
7	-0.60	6913	573	601
8	-0.70	7013	576	658
9	-0.80	7113	578	716
10	-0.90	7213	581	774
11	-1.00	7313	584	833
12	-1.10	7413	586	891
13	-1.20	7513	589	950
14	-1.30	7613	591	1009
15	-1.40	7713	594	1068
16	-1.50	7813	596	1128
17	-1.60	7913	599	1188
18	-1.70	8013	601	1248
19	-1.80	8113	604	1308
20	-1.90	8213	607	1369
21	-2.00	8313	609	1430
22	-2.10	8413	612	1491
23	-2.20	8513	614	1552
24	-2.30	8613	617	1613
25	-2.40	8713	619	1675
26	-2.50	8813	622	1737
27	-2.60	8913	624	1800
28	-2.70	9013	627	1862
29	-2.80	9113	630	1925
30	-2.90	9213	632	1988
31	-3.00	9313	635	2052
32	-3.10	9413	637	2115
33	-3.20	9513	640	2179
34	-3.30	9613	643	2243
35	-3.40	9713	645	2308
36	-3.50	9813	648	2372
37	-3.60	9913	651	2437
38	-3.70	10013	653	2503
39	-3.80	10113	656	2568

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	300	300
2	-0.10	6413	303	330
3	-0.20	6513	313	361
4	-0.30	6613	333	393
5	-0.40	6713	364	428
6	-0.50	6813	404	466
7	-0.60	6913	409	507
8	-0.70	7013	409	548
9	-0.80	7113	409	589
10	-0.90	7213	409	630

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
11	-1.00	7313	409	671
12	-1.10	7413	409	711
13	-1.20	7513	409	752
14	-1.30	7613	409	793
15	-1.40	7713	409	834
16	-1.50	7813	409	875
17	-1.60	7913	409	916
18	-1.70	8013	409	957
19	-1.80	8113	409	998
20	-1.90	8213	409	1039
21	-2.00	8313	409	1079
22	-2.10	8413	409	1120
23	-2.20	8513	409	1161
24	-2.30	8613	409	1202
25	-2.40	8713	409	1243
26	-2.50	8813	409	1284
27	-2.60	8913	409	1325
28	-2.70	9013	409	1366
29	-2.80	9113	409	1407
30	-2.90	9213	409	1447
31	-3.00	9313	409	1488
32	-3.10	9413	409	1529
33	-3.20	9513	409	1570
34	-3.30	9613	409	1611
35	-3.40	9713	409	1652
36	-3.50	9813	409	1693
37	-3.60	9913	409	1734
38	-3.70	10013	409	1774
39	-3.80	10113	409	1815

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	300	300
2	-0.10	6413	303	330
3	-0.20	6513	313	361
4	-0.30	6613	333	393
5	-0.40	6713	364	428
6	-0.50	6813	404	466
7	-0.60	6913	409	507
8	-0.70	7013	409	548
9	-0.80	7113	409	589
10	-0.90	7213	409	630
11	-1.00	7313	409	671
12	-1.10	7413	409	711
13	-1.20	7513	409	752
14	-1.30	7613	409	793
15	-1.40	7713	409	834
16	-1.50	7813	409	875
17	-1.60	7913	409	916
18	-1.70	8013	409	957
19	-1.80	8113	409	998
20	-1.90	8213	409	1039
21	-2.00	8313	409	1079
22	-2.10	8413	409	1120
23	-2.20	8513	409	1161
24	-2.30	8613	409	1202
25	-2.40	8713	409	1243
26	-2.50	8813	409	1284
27	-2.60	8913	409	1325
28	-2.70	9013	409	1366
29	-2.80	9113	409	1407
30	-2.90	9213	409	1447
31	-3.00	9313	409	1488
32	-3.10	9413	409	1529
33	-3.20	9513	409	1570
34	-3.30	9613	409	1611
35	-3.40	9713	409	1652
36	-3.50	9813	409	1693
37	-3.60	9913	409	1734
38	-3.70	10013	409	1774
39	-3.80	10113	409	1815

Combinazione n° 12 - SLEO

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	300	300
2	-0.10	6413	303	330
3	-0.20	6513	313	361
4	-0.30	6613	333	393
5	-0.40	6713	364	428
6	-0.50	6813	404	466
7	-0.60	6913	409	507
8	-0.70	7013	409	548
9	-0.80	7113	409	589
10	-0.90	7213	409	630
11	-1.00	7313	409	671
12	-1.10	7413	409	711
13	-1.20	7513	409	752
14	-1.30	7613	409	793
15	-1.40	7713	409	834
16	-1.50	7813	409	875
17	-1.60	7913	409	916
18	-1.70	8013	409	957
19	-1.80	8113	409	998
20	-1.90	8213	409	1039
21	-2.00	8313	409	1079
22	-2.10	8413	409	1120
23	-2.20	8513	409	1161
24	-2.30	8613	409	1202
25	-2.40	8713	409	1243
26	-2.50	8813	409	1284
27	-2.60	8913	409	1325
28	-2.70	9013	409	1366
29	-2.80	9113	409	1407
30	-2.90	9213	409	1447
31	-3.00	9313	409	1488
32	-3.10	9413	409	1529
33	-3.20	9513	409	1570
34	-3.30	9613	409	1611
35	-3.40	9713	409	1652
36	-3.50	9813	409	1693
37	-3.60	9913	409	1734
38	-3.70	10013	409	1774
39	-3.80	10113	409	1815

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	401	300
2	-0.10	6413	406	340
3	-0.20	6513	418	381
4	-0.30	6613	439	424
5	-0.40	6713	472	470
6	-0.50	6813	514	519
7	-0.60	6913	521	571
8	-0.70	7013	523	623
9	-0.80	7113	525	676
10	-0.90	7213	527	729
11	-1.00	7313	529	782
12	-1.10	7413	531	835
13	-1.20	7513	533	888
14	-1.30	7613	534	941
15	-1.40	7713	536	995
16	-1.50	7813	538	1049
17	-1.60	7913	540	1103
18	-1.70	8013	541	1157
19	-1.80	8113	543	1211
20	-1.90	8213	545	1265
21	-2.00	8313	547	1320
22	-2.10	8413	549	1375
23	-2.20	8513	550	1430
24	-2.30	8613	552	1485
25	-2.40	8713	554	1540
26	-2.50	8813	556	1596
27	-2.60	8913	558	1651
28	-2.70	9013	559	1707
29	-2.80	9113	561	1763
30	-2.90	9213	563	1819
31	-3.00	9313	565	1876
32	-3.10	9413	567	1932

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
33	-3.20	9513	569	1989
34	-3.30	9613	571	2046
35	-3.40	9713	572	2103
36	-3.50	9813	574	2161
37	-3.60	9913	576	2218
38	-3.70	10013	578	2276
39	-3.80	10113	580	2334

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0.00	6313	401	300
2	-0.10	6413	406	340
3	-0.20	6513	418	381
4	-0.30	6613	439	424
5	-0.40	6713	472	470
6	-0.50	6813	514	519
7	-0.60	6913	521	571
8	-0.70	7013	523	623
9	-0.80	7113	525	676
10	-0.90	7213	527	729
11	-1.00	7313	529	782
12	-1.10	7413	531	835
13	-1.20	7513	532	888
14	-1.30	7613	534	941
15	-1.40	7713	536	995
16	-1.50	7813	538	1048
17	-1.60	7913	539	1102
18	-1.70	8013	541	1156
19	-1.80	8113	543	1211
20	-1.90	8213	544	1265
21	-2.00	8313	546	1320
22	-2.10	8413	548	1374
23	-2.20	8513	550	1429
24	-2.30	8613	551	1484
25	-2.40	8713	553	1540
26	-2.50	8813	555	1595
27	-2.60	8913	557	1651
28	-2.70	9013	558	1706
29	-2.80	9113	560	1762
30	-2.90	9213	562	1818
31	-3.00	9313	564	1875
32	-3.10	9413	566	1931
33	-3.20	9513	567	1988
34	-3.30	9613	569	2045
35	-3.40	9713	571	2102
36	-3.50	9813	573	2159
37	-3.60	9913	575	2216
38	-3.70	10013	576	2274
39	-3.80	10113	578	2332

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1724	87
3	-0.60	0	3387	343
4	-0.50	0	4987	762
5	-0.40	0	6526	1338
6	0.00	0	-1668	-2986
7	0.10	0	-2049	-2845
8	0.20	0	-2368	-2669
9	0.30	0	-2625	-2464
10	0.40	0	-2746	-2195
11	0.50	0	-2805	-1917
12	0.60	0	-2802	-1636
13	0.70	0	-2737	-1358
14	0.80	0	-2611	-1090
15	0.90	0	-2423	-838
16	1.00	0	-2174	-608

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
17	1.10	0	-1862	-405
18	1.20	0	-1489	-237
19	1.30	0	-1055	-110
20	1.40	0	-558	-28
21	1.50	0	0	0

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1450	73
3	-0.60	0	2850	288
4	-0.50	0	4201	641
5	-0.40	0	5502	1127
6	0.00	0	158	-1280
7	0.10	0	-241	-1306
8	0.20	0	-590	-1294
9	0.30	0	-889	-1249
10	0.40	0	-1088	-1150
11	0.50	0	-1238	-1033
12	0.60	0	-1338	-904
13	0.70	0	-1388	-767
14	0.80	0	-1389	-628
15	0.90	0	-1339	-491
16	1.00	0	-1241	-362
17	1.10	0	-1092	-245
18	1.20	0	-893	-145
19	1.30	0	-645	-68
20	1.40	0	-348	-18
21	1.50	0	0	0

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1437	72
3	-0.60	0	2824	286
4	-0.50	0	4161	636
5	-0.40	0	5448	1116
6	0.00	0	-131	-1509
7	0.10	0	-514	-1507
8	0.20	0	-846	-1468
9	0.30	0	-1128	-1399
10	0.40	0	-1310	-1277
11	0.50	0	-1442	-1139
12	0.60	0	-1523	-990
13	0.70	0	-1555	-836
14	0.80	0	-1536	-681
15	0.90	0	-1467	-530
16	1.00	0	-1348	-389
17	1.10	0	-1179	-262
18	1.20	0	-959	-155
19	1.30	0	-690	-72
20	1.40	0	-370	-19
21	1.50	0	0	0

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1285	65
3	-0.60	0	2534	256
4	-0.50	0	3747	570
5	-0.40	0	4925	1004
6	0.00	0	879	-338
7	0.10	0	532	-439
8	0.20	0	221	-506
9	0.30	0	-55	-544
10	0.40	0	-246	-529
11	0.50	0	-401	-496
12	0.60	0	-520	-450
13	0.70	0	-605	-393

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
14	0.80	0	-653	-330
15	0.90	0	-666	-264
16	1.00	0	-644	-198
17	1.10	0	-586	-136
18	1.20	0	-493	-82
19	1.30	0	-364	-39
20	1.40	0	-200	-10
21	1.50	0	0	0

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1285	65
3	-0.60	0	2534	256
4	-0.50	0	3747	570
5	-0.40	0	4925	1004
6	0.00	0	879	-338
7	0.10	0	532	-439
8	0.20	0	221	-506
9	0.30	0	-55	-544
10	0.40	0	-246	-529
11	0.50	0	-401	-496
12	0.60	0	-520	-450
13	0.70	0	-605	-393
14	0.80	0	-653	-330
15	0.90	0	-666	-264
16	1.00	0	-644	-198
17	1.10	0	-586	-136
18	1.20	0	-493	-82
19	1.30	0	-364	-39
20	1.40	0	-200	-10
21	1.50	0	0	0

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1285	65
3	-0.60	0	2534	256
4	-0.50	0	3747	570
5	-0.40	0	4925	1004
6	0.00	0	879	-338
7	0.10	0	532	-439
8	0.20	0	221	-506
9	0.30	0	-55	-544
10	0.40	0	-246	-529
11	0.50	0	-401	-496
12	0.60	0	-520	-450
13	0.70	0	-605	-393
14	0.80	0	-653	-330
15	0.90	0	-666	-264
16	1.00	0	-644	-198
17	1.10	0	-586	-136
18	1.20	0	-493	-82
19	1.30	0	-364	-39
20	1.40	0	-200	-10
21	1.50	0	0	0

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1397	70
3	-0.60	0	2749	278
4	-0.50	0	4056	619
5	-0.40	0	5318	1088
6	0.00	0	388	-980
7	0.10	0	5	-1030
8	0.20	0	-332	-1043
9	0.30	0	-623	-1025
10	0.40	0	-820	-952

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
11	0.50	0	-971	-862
12	0.60	0	-1078	-759
13	0.70	0	-1139	-648
14	0.80	0	-1154	-533
15	0.90	0	-1125	-419
16	1.00	0	-1051	-310
17	1.10	0	-931	-210
18	1.20	0	-766	-125
19	1.30	0	-556	-59
20	1.40	0	-301	-15
21	1.50	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0
2	-0.70	0	1389	70
3	-0.60	0	2732	276
4	-0.50	0	4030	615
5	-0.40	0	5282	1081
6	0.00	0	191	-1137
7	0.10	0	-181	-1167
8	0.20	0	-506	-1162
9	0.30	0	-786	-1127
10	0.40	0	-971	-1039
11	0.50	0	-1110	-934
12	0.60	0	-1204	-818
13	0.70	0	-1252	-695
14	0.80	0	-1255	-569
15	0.90	0	-1212	-446
16	1.00	0	-1124	-328
17	1.10	0	-990	-222
18	1.20	0	-811	-132
19	1.30	0	-586	-62
20	1.40	0	-316	-16
21	1.50	0	0	0

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 [kg]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	243	16.49	233	69	1.50	-0.29
	Peso/Inerzia muro			0	6675/0	0.04	-2.83
	Peso/Inerzia terrapieno			0	10704/0	0.75	-1.90
	Risultante forze sul muro			450	9470	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		14.187		3.118			

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUP}
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	8.886		3.520			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	8.850		3.557			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.980		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.628		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.691		
7 - EQU (A1-M1-R3)			8.441				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.829				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		5.297				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	9043	0	0	--	--	9043	1022	8.850

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	26917	83922	59944	3.118

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ 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 [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ²]

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ²]
1	10.977 3.941 1.129	0.968 0.968 0.816	1.057 1.028 1.028	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.985	0.50	2.30 1.50	1720	15.00	0.43

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
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
----	----	----	----

	[kgm]	[kgm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	25619	4836	5.297

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 3.00	8.11	2.980

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg]
1	403	0	5.54 - 0.48	63.937	20.458	0.00	0.000	
2	1114	271	0.48	57.457	12.099	0.34	0.000	
3	1672	311	0.48	51.587	12.099	0.34	0.000	
4	2127	311	0.48	46.409	12.099	0.34	0.000	
5	2510	311	0.48	41.689	12.099	0.34	0.000	
6	2835	311	0.48	37.296	12.099	0.34	0.000	
7	3114	311	0.48	33.148	12.099	0.34	0.000	
8	3353	311	0.48	29.189	12.099	0.34	0.000	
9	3660	311	0.48	25.378	12.099	0.34	0.000	
10	3915	311	0.48	21.684	12.099	0.34	0.000	
11	4057	295	0.48	18.083	12.099	0.34	0.000	
12	4775	8207	0.48	14.556	12.099	0.34	0.000	
13	3004	0	0.48	11.083	12.099	0.34	0.000	
14	1059	0	0.48	7.652	12.099	0.34	0.000	
15	1054	0	0.48	4.248	12.099	0.34	0.000	
16	1071	0	0.48	0.860	12.099	0.34	0.000	
17	1066	0	0.48	-2.526	12.099	0.34	0.000	
18	1036	0	0.48	-5.921	12.099	0.34	0.000	
19	984	0	0.48	-9.337	12.099	0.34	0.000	
20	906	0	0.48	-12.786	12.099	0.34	0.000	
21	804	0	0.48	-16.284	12.099	0.34	0.000	
22	676	0	0.48	-19.845	12.099	0.34	0.000	
23	519	0	0.48	-23.489	12.099	0.34	0.000	
24	332	0	0.48	-27.237	12.099	0.34	0.000	
25	111	0	-6.43 - 0.48	-30.305	12.099	0.34	0.000	

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0.00	6313	9470	300	450	300	450
2	-0.10	6413	9570	303	454	330	495
3	-0.20	6513	9670	313	467	361	541
4	-0.30	6613	9770	333	495	393	589
5	-0.40	6713	9870	364	538	428	641

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
6	-0.50	6813	9970	404	593	466	697
7	-0.60	6913	10070	409	599	507	757
8	-0.70	7013	10170	409	599	548	817
9	-0.80	7113	10270	409	599	589	877
10	-0.90	7213	10370	409	599	630	936
11	-1.00	7313	10470	409	599	671	996
12	-1.10	7413	10570	409	599	711	1056
13	-1.20	7513	10670	409	599	752	1116
14	-1.30	7613	10770	409	599	793	1176
15	-1.40	7713	10870	409	599	834	1236
16	-1.50	7813	10970	409	599	875	1296
17	-1.60	7913	11070	409	599	916	1355
18	-1.70	8013	11170	409	602	957	1415
19	-1.80	8113	11270	409	605	998	1475
20	-1.90	8213	11370	409	607	1039	1535
21	-2.00	8313	11470	409	610	1079	1595
22	-2.10	8413	11570	409	612	1120	1655
23	-2.20	8513	11670	409	615	1161	1715
24	-2.30	8613	11770	409	618	1202	1774
25	-2.40	8713	11870	409	620	1243	1834
26	-2.50	8813	11970	409	623	1284	1894
27	-2.60	8913	12070	409	626	1325	1954
28	-2.70	9013	12170	409	628	1366	2014
29	-2.80	9113	12270	409	631	1407	2074
30	-2.90	9213	12370	409	634	1447	2134
31	-3.00	9313	12470	409	636	1488	2194
32	-3.10	9413	12570	409	639	1529	2253
33	-3.20	9513	12670	409	642	1570	2313
34	-3.30	9613	12770	409	645	1611	2373
35	-3.40	9713	12870	409	647	1652	2433
36	-3.50	9813	12970	409	650	1693	2493
37	-3.60	9913	13070	409	653	1734	2553
38	-3.70	10013	13170	409	656	1774	2613
39	-3.80	10113	13270	409	659	1815	2672

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	-0.80	0	0	0	0	0	0
2	-0.70	0	0	1285	1724	65	87
3	-0.60	0	0	2534	3387	256	343
4	-0.50	0	0	3747	4987	570	762
5	-0.40	0	0	4925	6526	1004	1338
6	0.00	0	0	-1668	879	-2986	-338
7	0.10	0	0	-2049	532	-2845	-439
8	0.20	0	0	-2368	221	-2669	-506
9	0.30	0	0	-2625	-55	-2464	-544
10	0.40	0	0	-2746	-246	-2195	-529
11	0.50	0	0	-2805	-401	-1917	-496
12	0.60	0	0	-2802	-520	-1636	-450
13	0.70	0	0	-2737	-605	-1358	-393
14	0.80	0	0	-2611	-653	-1090	-330
15	0.90	0	0	-2423	-666	-838	-264
16	1.00	0	0	-2174	-644	-608	-198
17	1.10	0	0	-1862	-586	-405	-136
18	1.20	0	0	-1489	-493	-237	-82
19	1.30	0	0	-1055	-364	-110	-39
20	1.40	0	0	-558	-200	-28	-10
21	1.50	0	0	0	0	0	0