



CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

AREA: VIABILITA' - EDILIZIA - BENI CULTURALI - DIREZIONE VIABILITA'

Ufficio Progettazione e Gestione OO.PP. Area Nord/Ovest

S.P. N° 4 "DI PORTELLA DI POIRA": SAN CIPIRELLO - CORLEONE

LAVORI DI COMPLETAMENTO PER LA RIPRESA DEI TRATTI IN FRANA - IMPORTO DI EURO 5.350.000,00

CODICE UNICO DI PROGETTO (CUP): D87H20000120002

LIVELLO DI PROGETTAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

REVISIONE N.			

TITOLO ELABORATO

22 Relazione di Calcolo Muri a Gabbioni

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA

(Ing. Claudio Tascone)

data **03/06/2020**

protocollo **34732**

VISTO IL RUP
(Ing. Giacomina Maria Fasulo)

VERIFICA:

Come da rapporto conclusivo di cui all'art 26 del D. Lgs. n. 50 del 18 Aprile e s.m.in.

n. _____

del _____

IL RUP
(Ing. Giacomina Maria Fasulo)

VALIDAZIONE

n. _____

del _____

IL RUP
(Ing. Giacomina Maria Fasulo)

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

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

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 parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h . In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

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:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

c	coesione del terreno in fondazione
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione
γ	peso di volume del terreno in fondazione
B	larghezza della fondazione
D	profondità del piano di posa
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa
N	fattori di capacità portante
d	fattori di profondità del piano di posa
i	fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\phi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\phi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	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.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

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

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:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

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
Pietrame	
γ	Peso di volume, espresso in [kN/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kPa]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kPa]

Pietrame

n°	Descr	γ [kN/mc]	σ_{cp} [kPa]	ϕ [°]	τ_p [kPa]
4	Pietrame	19.6136	2942	45.00	0

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	3.80	0.00	0.000
3	15.00	1.80	9.130
4	16.00	1.80	0.000

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

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.50	-4.00	0.000
2	0.00	-4.00	0.000
3	0.50	-4.00	0.000
4	16.00	-2.00	7.352

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	3.00	[m]
Altezza paramento libero	2.00	[m]

Geometria gradoni

Simbologia adottata

n°	indice gradone (a partire dall'alto)
Bs, Bi	Base superiore ed inferiore del gradone, espressa in [m]
H	altezza del gradone, espressa in [m]

Ae, Ai inclinazione esterna ed interna del gradone espressa in [°]

n°	X [m]	Bs [m]	Bi [m]	H [m]	Ae [°]	Ai [°]
1	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
2	0.00	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00
3	0.50	4.00	4.00	1.00	0.00	0.00

Fondazione

Materiale	Pietrame	
Lunghezza mensola di valle	1.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.01	[m]
Lunghezza totale	5.01	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

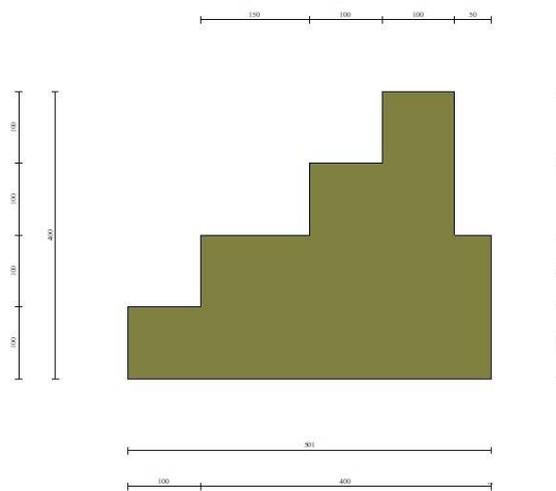


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreniParametri di resistenzaSimbologia adottata

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

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Limi sabbiosi	16.0000	20.0000	17.000	17.000	0	0		
2	AG	18.0000	21.0000	27.000	18.000	25	13		
3	Ghiaia	16.0000	20.0000	35.000	35.000	0	0		

StratigrafiaSimbologia 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/cm²/cm

Ks Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.00	0.000	Limi sabbiosi	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000
2	10.00	0.000	AG	3.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000

Terreno di riempimento: Ghiaia
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 40.00 [°]

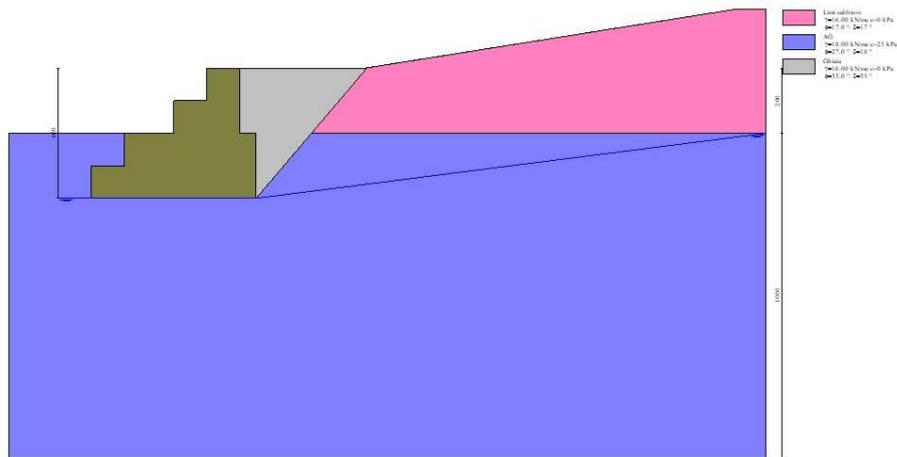


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di caricoSimbologia 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 [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - 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_r	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 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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dati sismici

Comune	San Cipirello
Provincia	Palermo
Regione	Sicilia
Latitudine	37.963254
Longitudine	13.177178
Indice punti di interpolazione	45838 - 46060 - 46061 - 45839
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]	2.042	0.737
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.208	0.075
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.400	2.303
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.304	0.259
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.400
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	11.072	5.536
Ultimo - Ribaltamento	0.570	16.608	8.304
Esercizio	0.470	5.294	2.647

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

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 ($0.5B\gamma N_\gamma$)	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	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
Sezioni verifica muri a gravità	Tutte
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls	

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	75.88	35.00	62.15	43.52	0.51	-3.05
	Peso/Inerzia muro			0.00	235.56/0.00	-1.54	-2.58
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	16.48/0.00	0.26	-1.01
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	16.00	-4.00	-2.50
	Spinta falda da monte			0.43		0.51	-3.91
	Sottostinta della falda				0.04	-1.16	-4.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	58.37	35.00	47.81	33.48	0.51	-3.05
	Incremento di spinta sismica		17.43	14.28	10.00	0.51	-2.00
	Peso/Inerzia muro			26.08	235.56/13.04	-1.54	-2.58
	Peso/Inerzia terrapieno			1.82	16.48/0.91	0.26	-1.01
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1.77	16.00	-4.00	-2.50
	Spinta falda da monte			0.33		0.51	-3.91
	Sottostinta della falda				0.03	-1.16	-4.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	58.37	35.00	47.81	33.48	0.51	-3.05
	Incremento di spinta sismica		10.97	8.98	6.29	0.51	-2.00
	Peso/Inerzia muro			26.08	235.56/-13.04	-1.54	-2.58
	Peso/Inerzia terrapieno			1.82	16.48/-0.91	0.26	-1.01
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1.77	16.00	-4.00	-2.50
	Spinta falda da monte			0.33		0.51	-3.91
	Sottostinta della falda				0.03	-1.16	-4.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

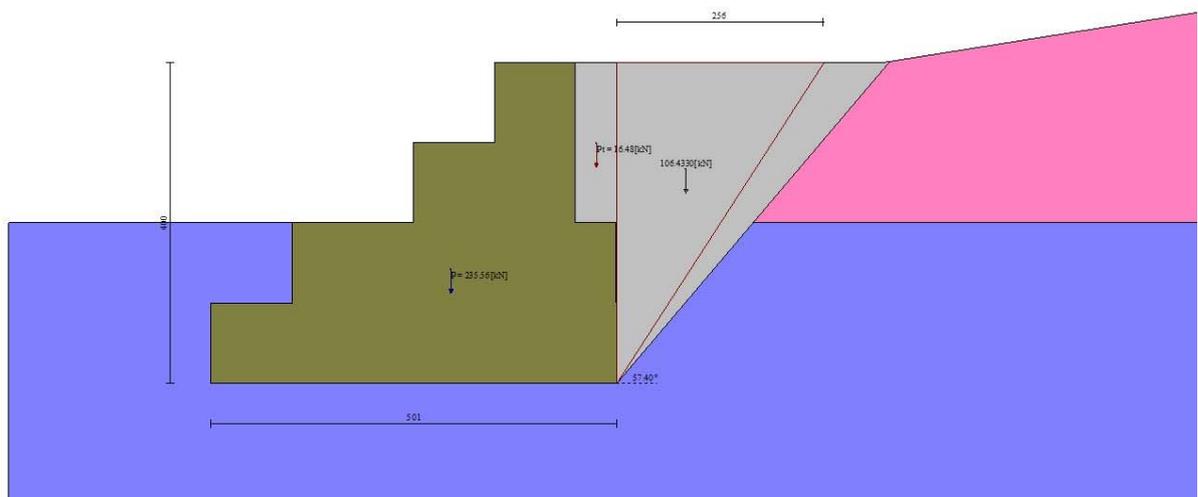


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

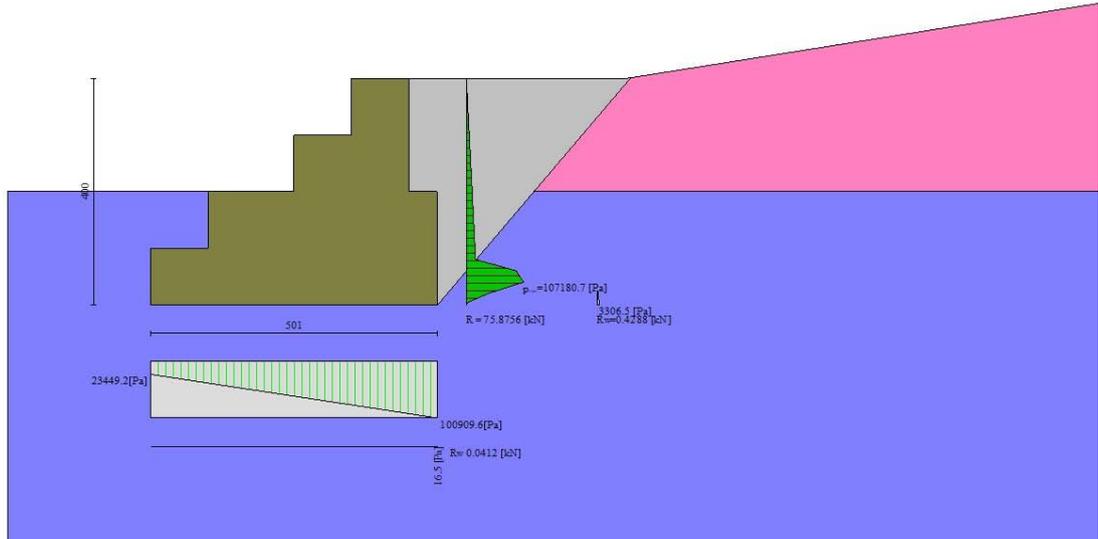


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

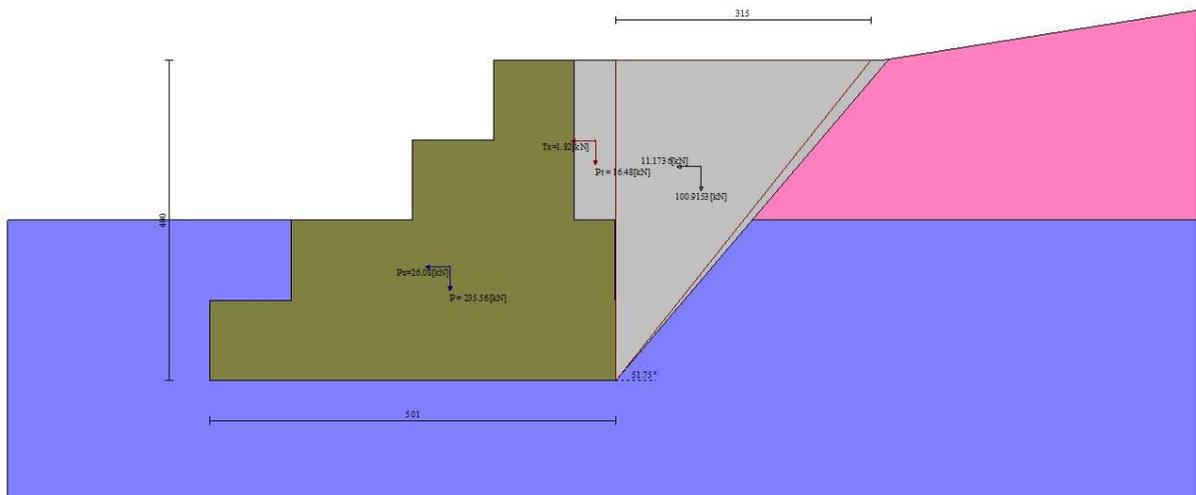


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

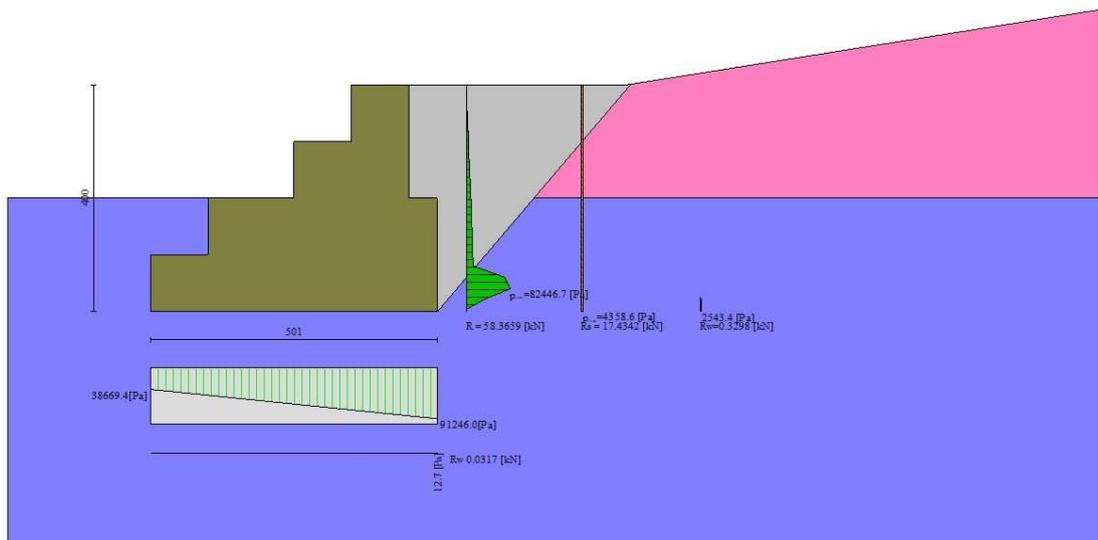


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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)		2.618		2.742			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.828		2.531			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.821		2.771			
4 - GEO (A2-M2-R2)					5.301		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.331		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.354		
7 - EQU (A1-M1-R3)			16.884				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		6.993				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		4.883				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	163.84	0.00	0.00	--	--	163.84	62.58	2.618
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	168.37	0.00	0.00	--	--	168.37	92.10	1.828
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	158.09	0.00	0.00	--	--	158.09	86.80	1.821

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	311.52	854.07	610.05	2.742
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	325.44	823.81	686.51	2.531
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	293.82	814.20	678.50	2.771

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

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

γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	23.942 13.199 9.463	0.764 0.764 0.336	1.653 1.326 1.326	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	2.00	1.00 0.82	11.19	27.00	25
2	23.942 13.199 9.463	0.680 0.680 0.172	1.653 1.326 1.326	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	2.00	1.00 0.82	11.19	27.00	25
3	23.942 13.199 9.463	0.668 0.668 0.152	1.653 1.326 1.326	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	1.000	2.00	1.00 0.82	11.19	27.00	25

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M_s [kNm]	M_r [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	1001.70	59.33	16.884
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	1090.86	155.98	6.993
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	998.57	204.50	4.883

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

I_c	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 2.50	6.98	5.301
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 4.50	9.63	4.331
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0.00; 4.50	9.63	4.354

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Q_y [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	$T_x; T_y$ [kN]
1	3.60	0.00	4.57 - 0.48	64.986	13.744	0	0.0	
2	9.78	0.00	0.48	57.245	13.744	0	0.0	
3	14.74	0.00	0.48	50.546	13.744	0	0.0	
4	19.14	0.00	0.48	44.711	22.177	20	0.0	
5	22.84	0.00	0.48	39.423	22.177	20	0.0	
6	25.66	0.00	0.48	34.514	22.177	20	0.0	
7	27.70	0.00	0.48	29.882	22.177	20	0.0	
8	29.30	0.00	0.48	25.457	22.177	20	0.0	
9	32.17	0.00	0.48	21.191	22.177	20	0.0	
10	36.94	0.00	0.48	17.045	22.177	20	1.6	
11	40.20	0.00	0.48	12.990	22.177	20	2.9	
12	38.19	0.00	0.48	9.000	22.177	20	3.8	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
13	32.30	0.00	0.48	5.054	22.177	20	4.4	
14	30.57	0.00	0.48	1.132	22.177	20	4.6	
15	23.13	0.00	0.48	-2.785	22.177	20	4.6	
16	22.75	0.00	0.48	-6.715	22.177	20	4.2	
17	21.95	0.00	0.48	-10.677	22.177	20	3.5	
18	19.31	0.00	0.48	-14.691	22.177	20	2.4	
19	17.94	0.00	0.48	-18.781	22.177	20	1.0	
20	14.70	0.00	0.48	-22.974	22.177	20	0.0	
21	12.93	0.00	0.48	-27.302	22.177	20	0.0	
22	10.87	0.00	0.48	-31.808	22.177	20	0.0	
23	8.39	0.00	0.48	-36.547	22.177	20	0.0	
24	5.43	0.00	0.48	-41.600	22.177	20	0.0	
25	1.86	0.00	-7.34 - 0.48	-46.428	22.177	20	0.0	

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.91	0.00	8.91 - 0.64	62.958	17.000	0	0.0	
2	16.12	0.00	0.64	55.775	17.000	0	0.0	
3	23.74	0.00	0.64	49.449	17.000	0	0.0	
4	30.23	0.00	0.64	43.869	27.000	25	0.0	
5	35.69	0.00	0.64	38.776	27.000	25	0.0	
6	40.31	0.00	0.64	34.028	27.000	25	1.0	
7	44.44	0.00	0.64	29.535	27.000	25	4.1	
8	47.70	0.00	0.64	25.234	27.000	25	6.5	
9	50.74	0.00	0.64	21.082	27.000	25	8.4	
10	53.56	0.00	0.64	17.043	27.000	25	9.8	
11	55.60	0.00	0.64	13.090	27.000	25	10.7	
12	56.28	0.00	0.64	9.200	27.000	25	11.1	
13	56.24	0.00	0.64	5.352	27.000	25	11.1	
14	64.34	0.00	0.64	1.529	27.000	25	11.0	
15	64.64	0.00	0.64	-2.288	27.000	25	10.9	
16	57.18	0.00	0.64	-6.114	27.000	25	10.5	
17	50.23	0.00	0.64	-9.969	27.000	25	9.6	
18	36.19	0.00	0.64	-13.870	27.000	25	8.3	
19	33.59	0.00	0.64	-17.838	27.000	25	6.5	
20	29.14	0.00	0.64	-21.897	27.000	25	4.2	
21	24.46	0.00	0.64	-26.076	27.000	25	1.4	
22	18.42	0.00	0.64	-30.410	27.000	25	0.0	
23	14.20	0.00	0.64	-34.949	27.000	25	0.0	
24	9.17	0.00	0.64	-39.757	27.000	25	0.0	
25	3.16	0.00	-7.11 - 0.64	-44.418	27.000	25	0.0	

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.91	0.00	8.91 - 0.64	62.958	17.000	0	0.0	
2	16.12	0.00	0.64	55.775	17.000	0	0.0	
3	23.74	0.00	0.64	49.449	17.000	0	0.0	
4	30.23	0.00	0.64	43.869	27.000	25	0.0	
5	35.69	0.00	0.64	38.776	27.000	25	0.0	
6	40.31	0.00	0.64	34.028	27.000	25	1.0	
7	44.44	0.00	0.64	29.535	27.000	25	4.1	
8	47.70	0.00	0.64	25.234	27.000	25	6.5	
9	50.74	0.00	0.64	21.082	27.000	25	8.4	
10	53.56	0.00	0.64	17.043	27.000	25	9.8	
11	55.60	0.00	0.64	13.090	27.000	25	10.7	
12	56.28	0.00	0.64	9.200	27.000	25	11.1	
13	56.24	0.00	0.64	5.352	27.000	25	11.1	
14	64.34	0.00	0.64	1.529	27.000	25	11.0	
15	64.64	0.00	0.64	-2.288	27.000	25	10.9	
16	57.18	0.00	0.64	-6.114	27.000	25	10.5	
17	50.23	0.00	0.64	-9.969	27.000	25	9.6	
18	36.19	0.00	0.64	-13.870	27.000	25	8.3	
19	33.59	0.00	0.64	-17.838	27.000	25	6.5	
20	29.14	0.00	0.64	-21.897	27.000	25	4.2	
21	24.46	0.00	0.64	-26.076	27.000	25	1.4	
22	18.42	0.00	0.64	-30.410	27.000	25	0.0	
23	14.20	0.00	0.64	-34.949	27.000	25	0.0	
24	9.17	0.00	0.64	-39.757	27.000	25	0.0	
25	3.16	0.00	-7.11 - 0.64	-44.418	27.000	25	0.0	

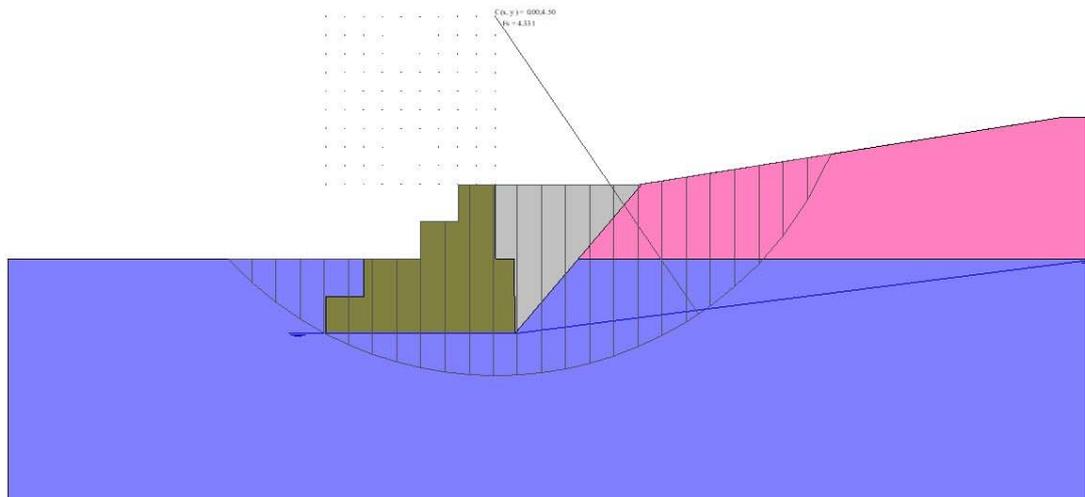


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.97	0.02	-0.01
3	-0.20	3.98	0.09	-0.02
4	-0.30	6.01	0.19	-0.05
5	-0.40	8.08	0.34	-0.07
6	-0.50	10.17	0.53	-0.10
7	-0.60	12.29	0.77	-0.11
8	-0.70	14.45	1.04	-0.12
9	-0.80	16.63	1.36	-0.11
10	-0.90	18.84	1.72	-0.09
11	-1.00	21.08	2.13	-0.04
12	-1.00	21.15	2.13	-10.59
13	-1.10	25.37	2.58	-10.67
14	-1.20	29.63	3.07	-10.73
15	-1.30	33.92	3.60	-10.77
16	-1.40	38.23	4.17	-10.78
17	-1.50	42.58	4.79	-10.76
18	-1.60	46.96	5.45	-10.71
19	-1.70	51.36	6.15	-10.63
20	-1.80	55.80	6.89	-10.50
21	-1.90	60.26	7.68	-10.32
22	-2.00	64.76	8.50	-10.09
23	-2.00	80.89	8.53	-73.49
24	-2.10	89.79	10.04	-74.67
25	-2.20	98.41	11.16	-75.18
26	-2.30	106.92	12.12	-75.36
27	-2.40	115.45	13.12	-75.50
28	-2.50	124.02	14.16	-75.59
29	-2.60	132.62	15.24	-75.64
30	-2.70	141.24	16.37	-75.64
31	-2.80	149.90	17.54	-75.59
32	-2.90	158.59	18.75	-75.47
33	-3.00	167.30	20.00	-75.29

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	3.33	2.17	-0.58
3	-0.20	6.68	4.38	-0.95
4	-0.30	10.06	6.62	-1.11
5	-0.40	13.46	8.89	-1.05
6	-0.50	16.88	11.20	-0.78
7	-0.60	20.32	13.53	-0.29
8	-0.70	23.79	15.90	0.43
9	-0.80	27.28	18.31	1.37
10	-0.90	30.79	20.74	2.55
11	-1.00	34.33	23.21	3.96
12	-1.00	34.42	23.26	-13.20
13	-1.10	39.93	25.98	-12.34
14	-1.20	45.47	28.73	-11.24
15	-1.30	51.02	31.51	-9.87
16	-1.40	56.60	34.32	-8.26
17	-1.50	62.21	37.16	-6.38
18	-1.60	67.84	40.04	-4.24
19	-1.70	73.49	42.95	-1.83
20	-1.80	79.16	45.90	0.85
21	-1.90	84.85	48.87	3.79
22	-2.00	90.57	51.88	7.02
23	-2.00	106.73	53.73	-80.38
24	-2.10	116.74	57.69	-79.15
25	-2.20	126.54	61.37	-77.13
26	-2.30	136.25	64.91	-74.57
27	-2.40	145.99	68.49	-71.70
28	-2.50	155.74	72.10	-68.52
29	-2.60	165.52	75.74	-65.02
30	-2.70	175.33	79.42	-61.20
31	-2.80	185.15	83.12	-57.06
32	-2.90	195.00	86.86	-52.59
33	-3.00	204.87	90.64	-47.80

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	3.07	1.81	-0.47
3	-0.20	6.17	3.65	-0.76
4	-0.30	9.29	5.53	-0.89
5	-0.40	12.43	7.43	-0.83
6	-0.50	15.60	9.37	-0.59
7	-0.60	18.79	11.34	-0.17
8	-0.70	22.00	13.35	0.43
9	-0.80	25.23	15.39	1.23
10	-0.90	28.49	17.46	2.22
11	-1.00	31.77	19.56	3.41
12	-1.00	31.86	19.60	-12.47
13	-1.10	37.11	21.95	-11.74
14	-1.20	42.39	24.34	-10.80
15	-1.30	47.70	26.75	-9.64
16	-1.40	53.02	29.20	-8.25
17	-1.50	58.37	31.68	-6.65
18	-1.60	63.74	34.20	-4.82
19	-1.70	69.14	36.74	-2.76
20	-1.80	74.55	39.32	-0.47
21	-1.90	79.99	41.93	2.06
22	-2.00	85.46	44.58	4.83
23	-2.00	101.61	46.41	-77.45
24	-2.10	111.36	50.02	-76.46
25	-2.20	120.91	53.32	-74.72
26	-2.30	130.36	56.50	-72.47
27	-2.40	139.84	59.71	-69.95
28	-2.50	149.35	62.96	-67.15
29	-2.60	158.87	66.24	-64.07
30	-2.70	168.42	69.55	-60.71
31	-2.80	177.99	72.89	-57.06
32	-2.90	187.58	76.26	-53.12
33	-3.00	197.20	79.67	-48.89

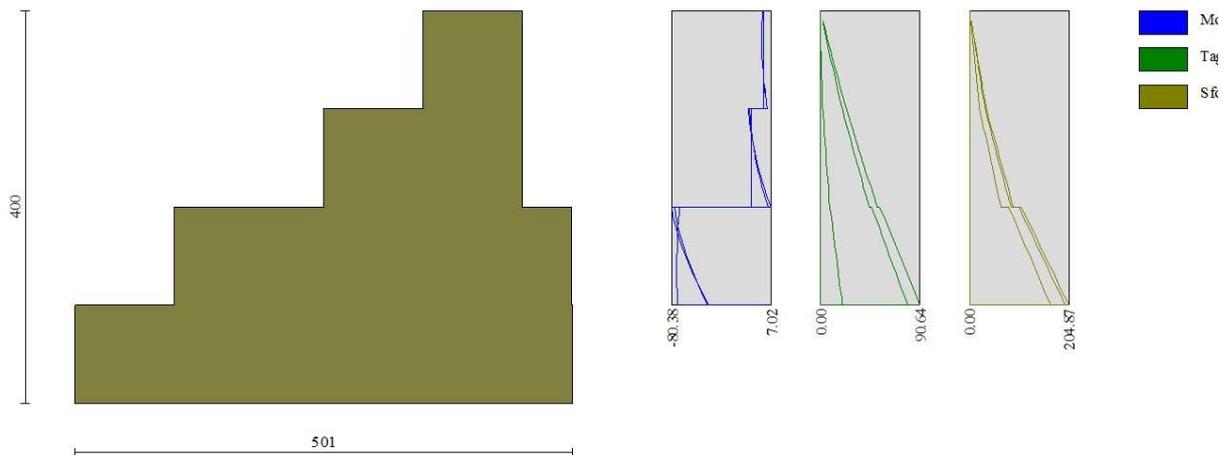


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-4.50	0.00	0.00	0.00
2	-4.40	0.00	-1.88	-0.10
3	-4.30	0.00	-3.60	-0.37
4	-4.20	0.00	-5.17	-0.81
5	-4.10	0.00	-6.59	-1.40
6	-4.00	0.00	-7.85	-2.12
7	-3.90	0.00	-8.96	-2.96
8	-3.80	0.00	-9.91	-3.91
9	-3.70	0.00	-10.70	-4.94
10	-3.60	0.00	-11.34	-6.04
11	-3.50	0.00	-11.83	-7.20
12	0.50	0.00	0.19	0.00
13	0.51	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-4.50	0.00	0.00	0.00
2	-4.40	0.00	0.16	0.01
3	-4.30	0.00	0.42	0.04
4	-4.20	0.00	0.79	0.09
5	-4.10	0.00	1.26	0.20
6	-4.00	0.00	1.84	0.35
7	-3.90	0.00	2.52	0.57
8	-3.80	0.00	3.31	0.86
9	-3.70	0.00	4.20	1.23
10	-3.60	0.00	5.20	1.70
11	-3.50	0.00	6.30	2.28
12	0.50	0.00	0.24	0.00
13	0.51	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-4.50	0.00	0.00	0.00
2	-4.40	0.00	-0.13	-0.01
3	-4.30	0.00	-0.17	-0.02
4	-4.20	0.00	-0.11	-0.04
5	-4.10	0.00	0.03	-0.04
6	-4.00	0.00	0.26	-0.03
7	-3.90	0.00	0.59	0.01
8	-3.80	0.00	1.01	0.09

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
9	-3.70	0.00	1.51	0.22
10	-3.60	0.00	2.11	0.40
11	-3.50	0.00	2.80	0.64
12	0.50	0.00	0.14	0.00
13	0.51	0.00	0.00	0.00

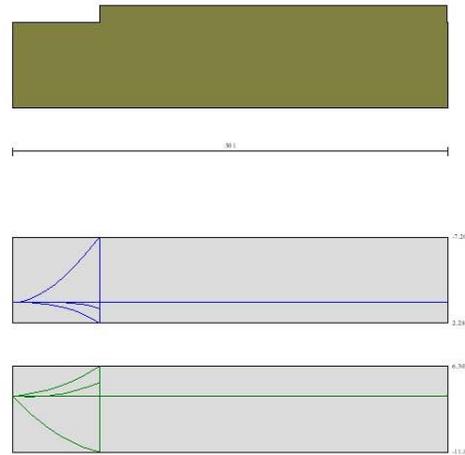


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kPa]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kN]
Et	Azione orizzontale espressa in [kN]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kNm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kNm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	10000	-0.34	2	1.9745	0.0215	91.848	0.9948	0.0007	1389.619
3	-0.20	10000	-0.61	4	3.9790	0.0860	46.274	2.0196	0.0057	352.662
4	-0.30	10000	-0.80	6	6.0133	0.1929	31.166	3.0742	0.0193	159.200
5	-0.40	10000	-0.92	9	8.0770	0.3418	23.629	4.1582	0.0457	91.042
6	-0.50	10000	-0.96	11	10.1701	0.5329	19.084	5.2716	0.0890	59.223
7	-0.60	10000	-0.93	13	12.2931	0.7665	16.039	6.4149	0.1536	41.774
8	-0.70	10000	-0.84	15	14.4457	1.0425	13.857	7.5878	0.2436	31.153
9	-0.80	10000	-0.68	17	16.6281	1.3609	12.218	8.7905	0.3633	24.199
10	-0.90	10000	-0.46	19	18.8403	1.7219	10.942	10.0230	0.5169	19.391
11	-1.00	10000	-0.17	21	21.0821	2.1253	9.920	11.2851	0.7087	15.924
12	-1.00	14979	-50.07	28	21.1469	2.1338	9.911	32.4478	0.7130	45.511
13	-1.10	17390	-42.03	29	25.3743	2.5800	9.835	36.9876	0.9478	39.023
14	-1.20	19140	-36.20	31	29.6313	3.0686	9.656	41.5868	1.2293	33.828
15	-1.30	20000	-31.74	33	33.9180	3.5996	9.423	46.2453	1.5617	29.611
16	-1.40	20000	-28.19	35	38.2343	4.1730	9.162	50.9631	1.9492	26.145
17	-1.50	20000	-25.28	37	42.5804	4.7888	8.892	55.7403	2.3961	23.263
18	-1.60	20000	-22.82	40	46.9561	5.4469	8.621	60.5768	2.9065	20.842
19	-1.70	20000	-20.69	42	51.3614	6.1474	8.355	65.4727	3.4847	18.789
20	-1.80	20000	-18.81	44	55.7965	6.8903	8.098	70.4279	4.1349	17.032
21	-1.90	20000	-17.13	46	60.2612	7.6756	7.851	75.4425	4.8614	15.519

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
22	-2.00	20000	-15.59	48	64.7556	8.5032	7.615	80.5164	5.6684	14.204
23	-2.00	32746	-90.85	49	80.8912	8.5288	9.484	237.9675	5.6854	41.856
24	-2.10	35051	-83.16	51	89.7852	10.0375	8.945	257.3401	6.6160	38.897
25	-2.20	37082	-76.39	53	98.4100	11.1617	8.817	275.7704	7.6781	35.916
26	-2.30	38855	-70.48	55	106.9175	12.1184	8.823	293.7902	8.8406	33.232
27	-2.40	40000	-65.39	57	115.4547	13.1175	8.802	311.9140	10.1008	30.880
28	-2.50	40000	-60.95	59	124.0216	14.1591	8.759	330.1419	11.4629	28.801
29	-2.60	40000	-57.04	62	132.6183	15.2432	8.700	348.4739	12.9312	26.948
30	-2.70	40000	-53.55	64	141.2447	16.3697	8.628	366.9100	14.5099	25.287
31	-2.80	40000	-50.42	66	149.9009	17.5388	8.547	385.4501	16.2033	23.788
32	-2.90	40000	-47.59	68	158.5867	18.7502	8.458	404.0943	18.0155	22.430
33	-3.00	40000	-45.00	70	167.3023	20.0042	8.363	422.8425	19.9510	21.194

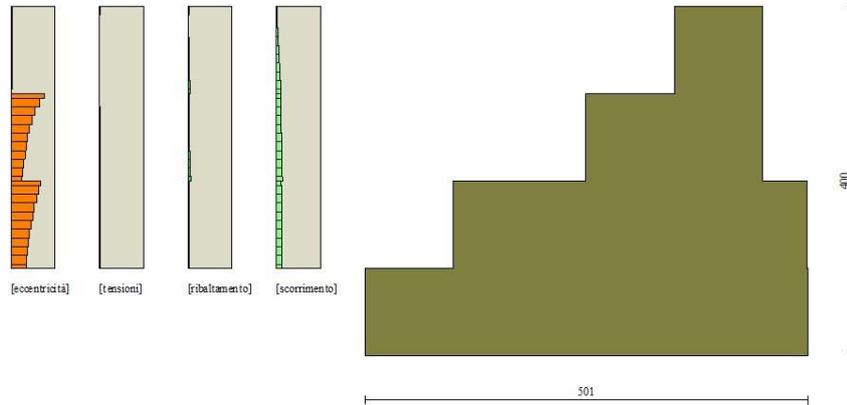


Fig. 10 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 1)

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

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	9803	-17.32	7	3.3298	2.1741	1.532	2.3501	0.1083	21.696
3	-0.20	10000	-14.16	12	6.6827	4.3812	1.525	4.7233	0.4355	10.846
4	-0.30	10000	-10.99	17	10.0585	6.6210	1.519	7.1194	0.9848	7.230
5	-0.40	10000	-7.80	20	13.4569	8.8930	1.513	9.5381	1.7594	5.421
6	-0.50	10000	-4.61	22	16.8780	11.1975	1.507	11.9795	2.7627	4.336
7	-0.60	10000	-1.40	22	20.3220	13.5347	1.501	14.4438	3.9978	3.613
8	-0.70	10000	1.81	26	23.7889	15.9045	1.496	16.9310	5.4680	3.096
9	-0.80	10000	5.04	36	27.2786	18.3070	1.490	19.4410	7.1766	2.709
10	-0.90	10000	8.28	46	30.7912	20.7422	1.484	21.9739	9.1268	2.408
11	-1.00	10000	11.52	58	34.3267	23.2100	1.479	24.5297	11.3220	2.167
12	-1.00	18492	-38.36	37	34.4173	23.2619	1.480	58.9887	11.3684	5.189
13	-1.10	20000	-30.91	38	39.9300	25.9773	1.537	66.0991	13.8252	4.781
14	-1.20	20000	-24.71	40	45.4655	28.7252	1.583	73.2552	16.5546	4.425
15	-1.30	20000	-19.35	40	51.0238	31.5058	1.620	80.4570	19.5598	4.113
16	-1.40	20000	-14.58	41	56.6050	34.3189	1.649	87.7044	22.8442	3.839
17	-1.50	20000	-10.25	41	62.2090	37.1647	1.674	94.9975	26.4110	3.597
18	-1.60	20000	-6.25	40	67.8358	40.0430	1.694	102.3362	30.2634	3.382
19	-1.70	20000	-2.49	39	73.4854	42.9540	1.711	109.7206	34.4046	3.189
20	-1.80	20000	1.07	41	79.1578	45.8975	1.725	117.1506	38.8381	3.016
21	-1.90	20000	4.47	48	84.8531	48.8736	1.736	124.6263	43.5669	2.861
22	-2.00	20000	7.75	56	90.5712	51.8824	1.746	132.1476	48.5943	2.719
23	-2.00	37407	-75.31	57	106.7299	53.7255	1.987	328.4029	50.4715	6.507
24	-2.10	39659	-67.80	59	116.7389	57.6944	2.023	351.6780	56.0394	6.276
25	-2.20	40000	-60.95	61	126.5408	61.3675	2.062	374.2283	61.9890	6.037
26	-2.30	40000	-54.73	62	136.2525	64.9118	2.099	396.4628	68.2964	5.805
27	-2.40	40000	-49.12	63	145.9871	68.4887	2.132	418.7774	74.9594	5.587
28	-2.50	40000	-44.00	65	155.7445	72.0984	2.160	441.1720	81.9815	5.381
29	-2.60	40000	-39.28	66	165.5248	75.7406	2.185	463.6467	89.3658	5.188
30	-2.70	40000	-34.91	67	175.3280	79.4156	2.208	486.2014	97.1156	5.006
31	-2.80	40000	-30.82	68	185.1540	83.1232	2.227	508.8362	105.2341	4.835
32	-2.90	40000	-26.97	68	195.0030	86.8634	2.245	531.5510	113.7247	4.674

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
33	-3.00	40000	-23.33	69	204.8747	90.6364	2.260	554.3459	122.5905	4.522

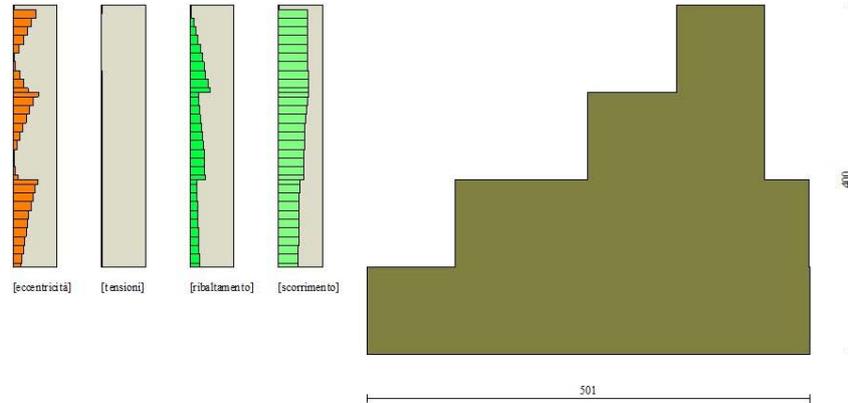


Fig. 11 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 2)

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

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	10000	-15.20	6	3.0741	1.8089	1.699	2.0944	0.0901	23.250
3	-0.20	10000	-12.38	11	6.1714	3.6509	1.690	4.2120	0.3625	11.618
4	-0.30	10000	-9.54	15	9.2915	5.5256	1.682	6.3524	0.8206	7.741
5	-0.40	10000	-6.68	17	12.4343	7.4325	1.673	8.5155	1.4676	5.802
6	-0.50	10000	-3.81	19	15.5997	9.3719	1.665	10.7012	2.3067	4.639
7	-0.60	10000	-0.93	20	18.7881	11.3440	1.656	12.9099	3.3412	3.864
8	-0.70	10000	1.97	25	21.9993	13.3487	1.648	15.1414	4.5743	3.310
9	-0.80	10000	4.88	33	25.2333	15.3860	1.640	17.3957	6.0094	2.895
10	-0.90	10000	7.80	42	28.4903	17.4561	1.632	19.6730	7.6496	2.572
11	-1.00	10000	10.73	52	31.7701	19.5588	1.624	21.9731	9.4982	2.313
12	-1.00	18254	-39.15	35	31.8556	19.6034	1.625	53.8652	9.5373	5.648
13	-1.10	20000	-31.64	36	37.1129	21.9540	1.690	60.4648	11.6108	5.208
14	-1.20	20000	-25.47	37	42.3930	24.3372	1.742	67.1102	13.9204	4.821
15	-1.30	20000	-20.20	38	47.6959	26.7530	1.783	73.8011	16.4696	4.481
16	-1.40	20000	-15.57	39	53.0216	29.2014	1.816	80.5377	19.2614	4.181
17	-1.50	20000	-11.39	39	58.3702	31.6823	1.842	87.3200	22.2992	3.916
18	-1.60	20000	-7.56	39	63.7416	34.1959	1.864	94.1479	25.5863	3.680
19	-1.70	20000	-3.99	39	69.1358	36.7421	1.882	101.0215	29.1258	3.468
20	-1.80	20000	-0.63	38	74.5529	39.3209	1.896	107.9407	32.9211	3.279
21	-1.90	20000	2.58	43	79.9927	41.9323	1.908	114.9056	36.9754	3.108
22	-2.00	20000	5.65	50	85.4554	44.5763	1.917	121.9161	41.2919	2.953
23	-2.00	37132	-76.23	55	101.6090	46.4121	2.189	310.4797	43.1544	7.195
24	-2.10	39401	-68.66	57	111.3623	50.0158	2.227	332.8600	47.9735	6.938
25	-2.20	40000	-61.80	58	120.9086	53.3239	2.267	354.5155	53.1377	6.672
26	-2.30	40000	-55.59	60	130.3646	56.5030	2.307	375.8552	58.6233	6.411
27	-2.40	40000	-50.02	61	139.8435	59.7148	2.342	397.2750	64.4281	6.166
28	-2.50	40000	-44.96	63	149.3453	62.9593	2.372	418.7748	70.5554	5.935
29	-2.60	40000	-40.33	64	158.8699	66.2365	2.399	440.3547	77.0085	5.718
30	-2.70	40000	-36.05	65	168.4175	69.5463	2.422	462.0146	83.7906	5.514
31	-2.80	40000	-32.06	66	177.9878	72.8888	2.442	483.7545	90.9049	5.322
32	-2.90	40000	-28.32	67	187.5811	76.2639	2.460	505.5746	98.3548	5.140
33	-3.00	40000	-24.79	68	197.1972	79.6717	2.475	527.4746	106.1436	4.969

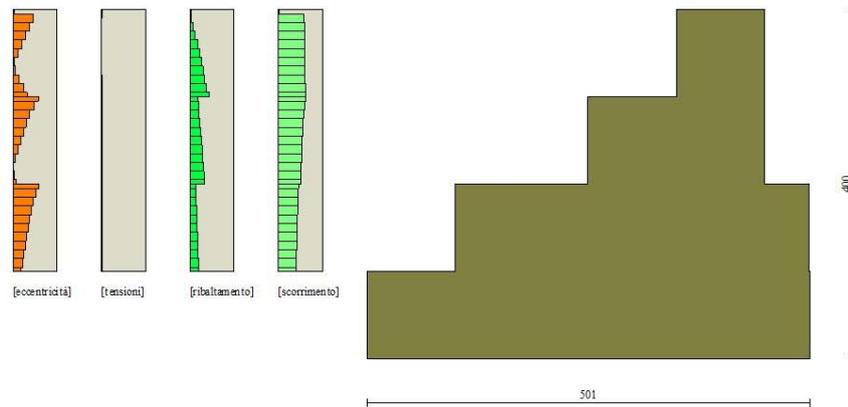


Fig. 12 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 3)

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	10000	-0.34	2	1.9745	0.0215	91.848	0.9948	0.0007	1389.619
3	-0.20	10000	-0.61	4	3.9790	0.0860	46.274	2.0196	0.0057	352.662
4	-0.30	10000	-0.80	6	6.0133	0.1929	31.166	3.0742	0.0193	159.200
5	-0.40	10000	-0.92	9	8.0770	0.3418	23.629	4.1582	0.0457	91.042
6	-0.50	10000	-0.96	11	10.1701	0.5329	19.084	5.2716	0.0890	59.223
7	-0.60	10000	-0.93	13	12.2931	0.7665	16.039	6.4149	0.1536	41.774
8	-0.70	10000	-0.84	15	14.4457	1.0425	13.857	7.5878	0.2436	31.153
9	-0.80	10000	-0.68	17	16.6281	1.3609	12.218	8.7905	0.3633	24.199
10	-0.90	10000	-0.46	19	18.8403	1.7219	10.942	10.0230	0.5169	19.391
11	-1.00	10000	-0.17	21	21.0821	2.1253	9.920	11.2851	0.7087	15.924
12	-1.00	14979	-50.07	28	21.1469	2.1338	9.911	32.4478	0.7130	45.511
13	-1.10	17390	-42.03	29	25.3743	2.5800	9.835	36.9876	0.9478	39.023
14	-1.20	19140	-36.20	31	29.6313	3.0686	9.656	41.5868	1.2293	33.828
15	-1.30	20000	-31.74	33	33.9180	3.5996	9.423	46.2453	1.5617	29.611
16	-1.40	20000	-28.19	35	38.2343	4.1730	9.162	50.9631	1.9492	26.145
17	-1.50	20000	-25.28	37	42.5804	4.7888	8.892	55.7403	2.3961	23.263
18	-1.60	20000	-22.82	40	46.9561	5.4469	8.621	60.5768	2.9065	20.842
19	-1.70	20000	-20.69	42	51.3614	6.1474	8.355	65.4727	3.4847	18.789
20	-1.80	20000	-18.81	44	55.7965	6.8903	8.098	70.4279	4.1349	17.032
21	-1.90	20000	-17.13	46	60.2612	7.6756	7.851	75.4425	4.8614	15.519
22	-2.00	20000	-15.59	48	64.7556	8.5032	7.615	80.5164	5.6684	14.204
23	-2.00	32746	-90.85	49	80.8912	8.5288	9.484	237.9675	5.6854	41.856
24	-2.10	35051	-83.16	51	89.7852	10.0375	8.945	257.3401	6.6160	38.897
25	-2.20	37082	-76.39	53	98.4100	11.1617	8.817	275.7704	7.6781	35.916
26	-2.30	38855	-70.48	55	106.9175	12.1184	8.823	293.7902	8.8406	33.232
27	-2.40	40000	-65.39	57	115.4547	13.1175	8.802	311.9140	10.1008	30.880
28	-2.50	40000	-60.95	59	124.0216	14.1591	8.759	330.1419	11.4629	28.801
29	-2.60	40000	-57.04	62	132.6183	15.2432	8.700	348.4739	12.9312	26.948
30	-2.70	40000	-53.55	64	141.2447	16.3697	8.628	366.9100	14.5099	25.287
31	-2.80	40000	-50.42	66	149.9009	17.5388	8.547	385.4501	16.2033	23.788
32	-2.90	40000	-47.59	68	158.5867	18.7502	8.458	404.0943	18.0155	22.430
33	-3.00	40000	-45.00	70	167.3023	20.0042	8.363	422.8425	19.9510	21.194

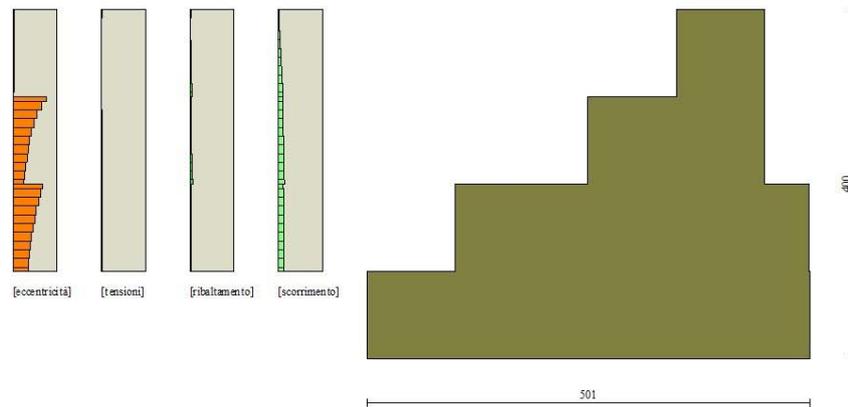


Fig. 13 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 7)

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

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	8285	-22.38	10	4.1784	3.4945	1.196	3.1987	0.1743	18.354
3	-0.20	9518	-18.27	18	8.3800	7.0222	1.193	6.4206	0.6993	9.181
4	-0.30	10000	-14.16	23	12.6045	10.5824	1.191	9.6654	1.5784	6.124
5	-0.40	10000	-10.04	27	16.8516	14.1750	1.189	12.9328	2.8148	4.595
6	-0.50	10000	-5.92	29	21.1214	17.8000	1.187	16.2229	4.4116	3.677
7	-0.60	10000	-1.80	28	25.4140	21.4576	1.184	19.5358	6.3723	3.066
8	-0.70	10000	2.33	34	29.7295	25.1480	1.182	22.8716	8.7000	2.629
9	-0.80	10000	6.46	47	34.0679	28.8710	1.180	26.2303	11.3979	2.301
10	-0.90	10000	10.60	63	38.4292	32.6266	1.178	29.6119	14.4695	2.047
11	-1.00	10000	14.73	81	42.8134	36.4149	1.176	33.0164	17.9178	1.843
12	-1.00	19457	-35.14	44	42.9210	36.4944	1.176	75.9959	17.9907	4.224
13	-1.10	20000	-27.76	45	49.2815	40.6373	1.213	84.8020	21.8393	3.883
14	-1.20	20000	-21.35	46	55.6648	44.8127	1.242	93.6538	26.1030	3.588
15	-1.30	20000	-15.62	46	62.0709	49.0208	1.266	102.5512	30.7850	3.331
16	-1.40	20000	-10.37	45	68.4999	53.2615	1.286	111.4942	35.8886	3.107
17	-1.50	20000	-5.49	44	74.9517	57.5348	1.303	120.4829	41.4171	2.909
18	-1.60	20000	-0.88	42	81.4263	61.8407	1.317	129.5173	47.3737	2.734
19	-1.70	20000	3.51	49	87.9237	66.1792	1.329	138.5973	53.7616	2.578
20	-1.80	20000	7.73	58	94.4440	70.5502	1.339	147.7229	60.5841	2.438
21	-1.90	20000	11.82	68	100.9871	74.9539	1.347	156.8942	67.8445	2.313
22	-2.00	20000	15.79	79	107.5530	79.3902	1.355	166.1112	75.5460	2.199
23	-2.00	39031	-69.90	63	123.7286	82.1499	1.506	387.8986	78.3649	4.950
24	-2.10	40000	-62.44	65	134.5863	87.7647	1.533	414.1440	86.8546	4.768
25	-2.20	40000	-55.51	67	145.2369	93.0837	1.560	439.6646	95.8904	4.585
26	-2.30	40000	-49.11	68	155.7973	98.2739	1.585	464.8695	105.4485	4.408
27	-2.40	40000	-43.23	69	166.3805	103.4968	1.608	490.1544	115.5266	4.243
28	-2.50	40000	-37.78	69	176.9866	108.7523	1.627	515.5193	126.1282	4.087
29	-2.60	40000	-32.68	70	187.6156	114.0405	1.645	540.9643	137.2564	3.941
30	-2.70	40000	-27.88	70	198.2674	119.3614	1.661	566.4894	148.9146	3.804
31	-2.80	40000	-23.34	71	208.9421	124.7149	1.675	592.0945	161.1059	3.675
32	-2.90	40000	-19.01	71	219.6397	130.1011	1.688	617.7796	173.8337	3.554
33	-3.00	40000	-14.87	70	230.3602	135.5199	1.700	643.5448	187.1012	3.440

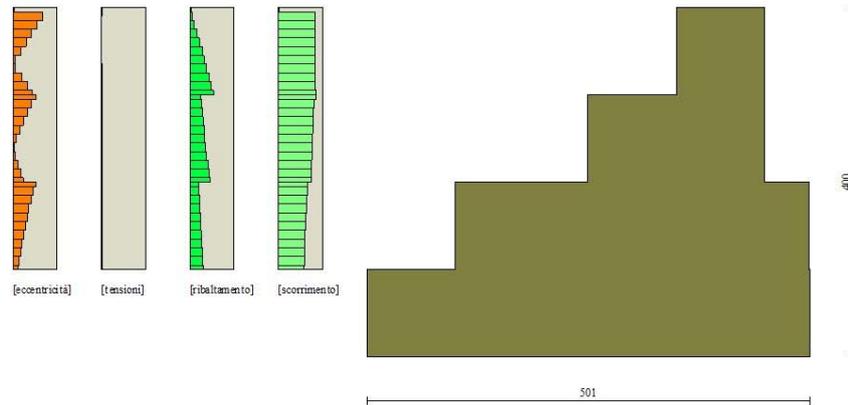


Fig. 14 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 8)

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

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	9011	-19.96	8	3.7372	2.8644	1.305	2.7575	0.1428	19.310
3	-0.20	10000	-16.22	15	7.4976	5.7619	1.301	5.5382	0.5734	9.658
4	-0.30	10000	-12.47	20	11.2808	8.6920	1.298	8.3417	1.2951	6.441
5	-0.40	10000	-8.71	23	15.0866	11.6544	1.295	11.1678	2.3111	4.832
6	-0.50	10000	-4.94	25	18.9152	14.6492	1.291	14.0167	3.6247	3.867
7	-0.60	10000	-1.17	24	22.7666	17.6767	1.288	16.8884	5.2391	3.224
8	-0.70	10000	2.61	31	26.6409	20.7369	1.285	19.7830	7.1576	2.764
9	-0.80	10000	6.39	42	30.5380	23.8297	1.282	22.7004	9.3835	2.419
10	-0.90	10000	10.18	56	34.4581	26.9552	1.278	25.6408	11.9199	2.151
11	-1.00	10000	13.98	71	38.4010	30.1134	1.275	28.6040	14.7702	1.937
12	-1.00	19229	-35.90	40	38.4997	30.1802	1.276	67.1535	14.8305	4.528
13	-1.10	20000	-28.46	41	44.4194	33.6936	1.318	75.0780	18.0175	4.167
14	-1.20	20000	-22.10	42	50.3620	37.2395	1.352	83.0481	21.5568	3.853
15	-1.30	20000	-16.48	42	56.3273	40.8181	1.380	91.0639	25.4516	3.578
16	-1.40	20000	-11.40	42	62.3155	44.4293	1.403	99.1254	29.7052	3.337
17	-1.50	20000	-6.71	41	68.3264	48.0730	1.421	107.2325	34.3208	3.124
18	-1.60	20000	-2.32	40	74.3603	51.7494	1.437	115.3852	39.3016	2.936
19	-1.70	20000	1.85	42	80.4169	55.4583	1.450	123.5836	44.6510	2.768
20	-1.80	20000	5.83	51	86.4964	59.1999	1.461	131.8277	50.3722	2.617
21	-1.90	20000	9.67	60	92.5987	62.9740	1.470	140.1174	56.4684	2.481
22	-2.00	20000	13.38	69	98.7238	66.7808	1.478	148.4528	62.9429	2.359
23	-2.00	38736	-70.88	59	114.8906	69.5278	1.652	356.9654	65.7366	5.430
24	-2.10	40000	-63.36	61	125.3070	74.5125	1.682	381.6665	72.9338	5.233
25	-2.20	40000	-56.42	63	135.5164	79.2014	1.711	405.6428	80.6143	5.032
26	-2.30	40000	-50.04	64	145.6355	83.7614	1.739	429.3033	88.7540	4.837
27	-2.40	40000	-44.22	65	155.7775	88.3541	1.763	453.0439	97.3509	4.654
28	-2.50	40000	-38.86	66	165.9423	92.9795	1.785	476.8645	106.4083	4.481
29	-2.60	40000	-33.88	66	176.1301	97.6376	1.804	500.7652	115.9293	4.320
30	-2.70	40000	-29.21	67	186.3407	102.3283	1.821	524.7459	125.9173	4.167
31	-2.80	40000	-24.80	67	196.5742	107.0516	1.836	548.8067	136.3756	4.024
32	-2.90	40000	-20.63	68	206.8305	111.8076	1.850	572.9475	147.3073	3.889
33	-3.00	40000	-16.65	68	217.1097	116.5963	1.862	597.1683	158.7159	3.762

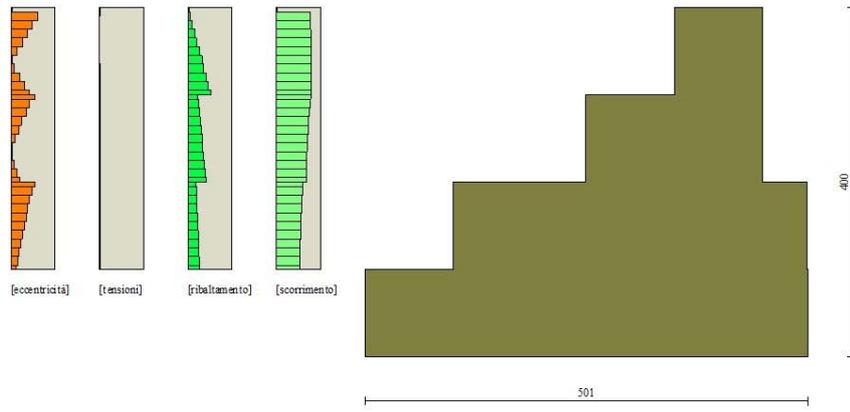


Fig. 15 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 9)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

- Ic Indice della combinazione
- A Tipo azione
- I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V Valore dell'azione, espressa in [kN]
- C_x, C_y Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- P_x, P_y Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	75.88	35.00	62.15	43.52	0.51	-3.05
	Peso/Inerzia muro			0.00	235.56/0.00	-1.54	-2.58
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	16.48/0.00	0.26	-1.01
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	16.00	-4.00	-2.50
	Spinta falda da monte			0.43		0.51	-3.91
	Sottostinta della falda				0.04	-1.16	-4.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

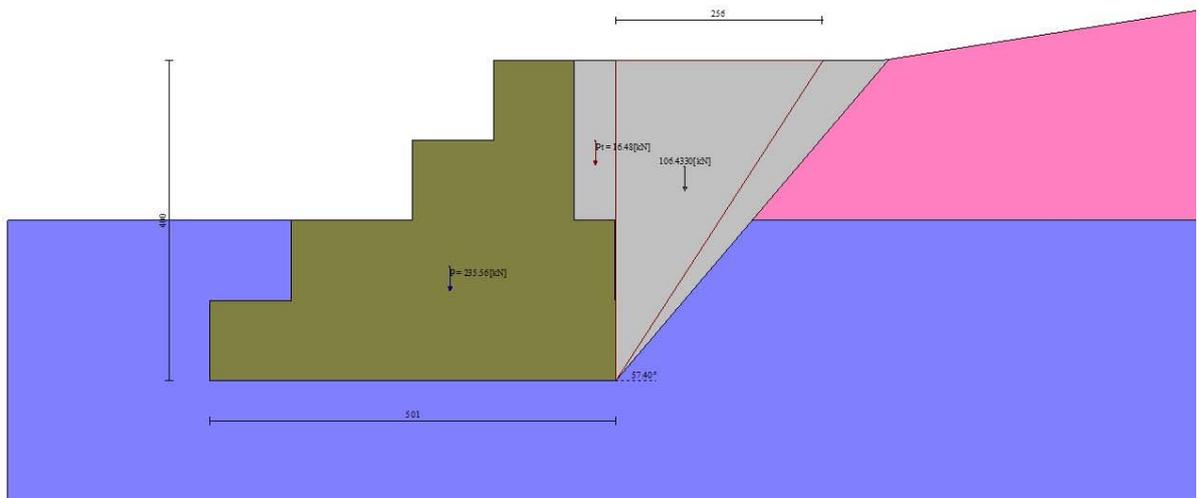


Fig. 16 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

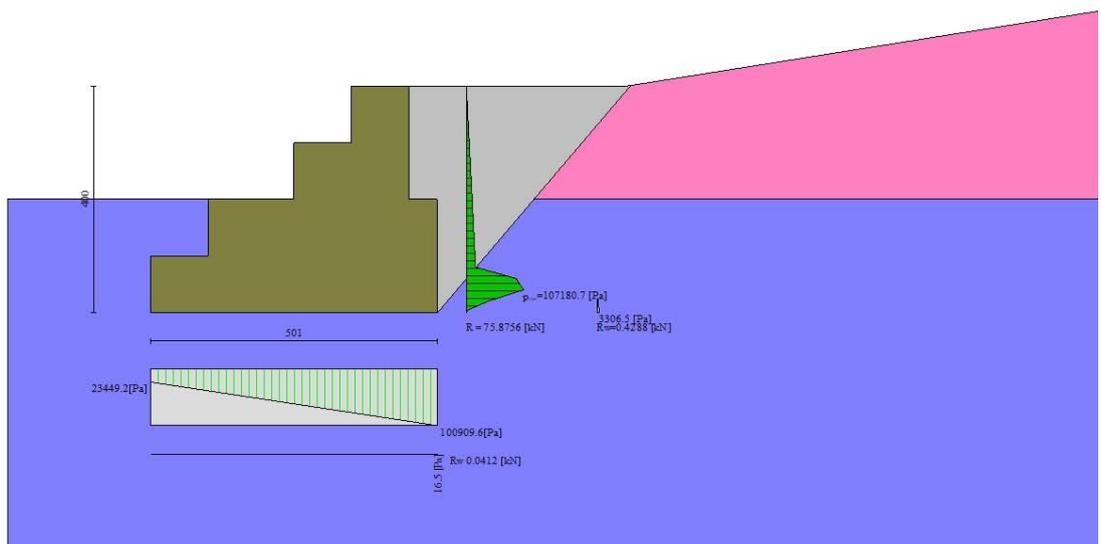


Fig. 17 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

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 _{OLIM}	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 _{OLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.618		2.742			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.828		2.531			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.821		2.771			
4 - GEO (A2-M2-R2)					5.301		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.331		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.354		
7 - EQU (A1-M1-R3)			16.884				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		6.993				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		4.883				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	158.09	0.00	0.00	--	--	158.09	86.80	1.821

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	325.44	823.81	686.51	2.531

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 cono di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	r _γ	D	B'	γ	φ	c
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq			H			
	N _γ	i _γ	d _γ	g _γ	b _γ	s _γ	p _γ						

										[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
2	23.942	0.680	1.653	--	--	--	--	1.000		2.00	1.00	11.19	27.00	25
	13.199	0.680	1.326	--	--	--	--				0.82			
	9.463	0.172	1.326	--	--	--	--							

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	998.57	204.50	4.883

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]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 4.50	9.63	4.331

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

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	5.91	0.00	8.91 - 0.64	62.958	17.000	0	0.0	
2	16.12	0.00	0.64	55.775	17.000	0	0.0	
3	23.74	0.00	0.64	49.449	17.000	0	0.0	
4	30.23	0.00	0.64	43.869	27.000	25	0.0	
5	35.69	0.00	0.64	38.776	27.000	25	0.0	
6	40.31	0.00	0.64	34.028	27.000	25	1.0	
7	44.44	0.00	0.64	29.535	27.000	25	4.1	
8	47.70	0.00	0.64	25.234	27.000	25	6.5	
9	50.74	0.00	0.64	21.082	27.000	25	8.4	
10	53.56	0.00	0.64	17.043	27.000	25	9.8	
11	55.60	0.00	0.64	13.090	27.000	25	10.7	
12	56.28	0.00	0.64	9.200	27.000	25	11.1	
13	56.24	0.00	0.64	5.352	27.000	25	11.1	
14	64.34	0.00	0.64	1.529	27.000	25	11.0	
15	64.64	0.00	0.64	-2.288	27.000	25	10.9	
16	57.18	0.00	0.64	-6.114	27.000	25	10.5	
17	50.23	0.00	0.64	-9.969	27.000	25	9.6	
18	36.19	0.00	0.64	-13.870	27.000	25	8.3	
19	33.59	0.00	0.64	-17.838	27.000	25	6.5	
20	29.14	0.00	0.64	-21.897	27.000	25	4.2	
21	24.46	0.00	0.64	-26.076	27.000	25	1.4	
22	18.42	0.00	0.64	-30.410	27.000	25	0.0	
23	14.20	0.00	0.64	-34.949	27.000	25	0.0	
24	9.17	0.00	0.64	-39.757	27.000	25	0.0	
25	3.16	0.00	-7.11 - 0.64	-44.418	27.000	25	0.0	

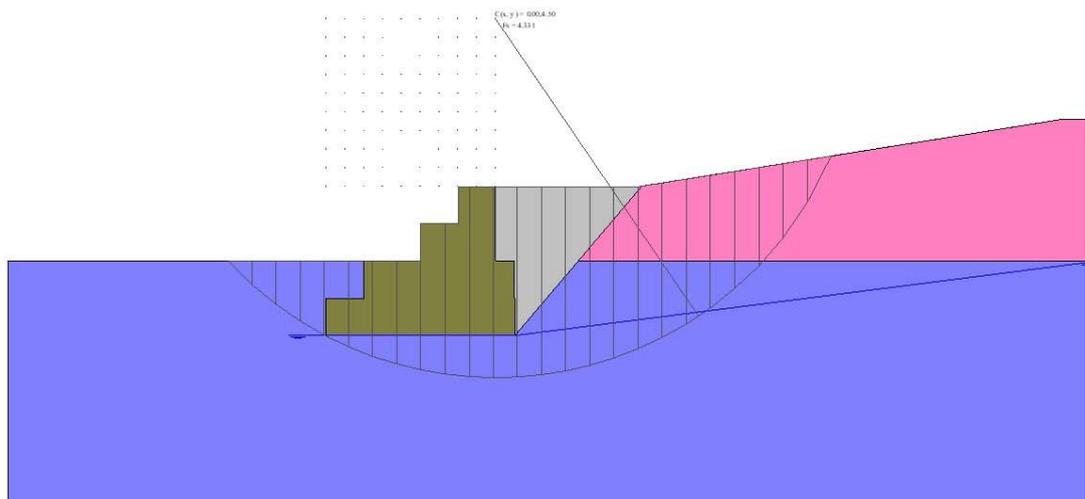


Fig. 18 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.97	3.33	0.02	2.17	-0.58	-0.01
3	-0.20	3.98	6.68	0.09	4.38	-0.95	-0.02
4	-0.30	6.01	10.06	0.19	6.62	-1.11	-0.05
5	-0.40	8.08	13.46	0.34	8.89	-1.05	-0.07
6	-0.50	10.17	16.88	0.53	11.20	-0.78	-0.10
7	-0.60	12.29	20.32	0.77	13.53	-0.29	-0.11
8	-0.70	14.45	23.79	1.04	15.90	-0.12	0.43
9	-0.80	16.63	27.28	1.36	18.31	-0.11	1.37
10	-0.90	18.84	30.79	1.72	20.74	-0.09	2.55
11	-1.00	21.08	34.33	2.13	23.21	-0.04	3.96
12	-1.00	21.15	34.42	2.13	23.26	-13.20	-10.59
13	-1.10	25.37	39.93	2.58	25.98	-12.34	-10.67
14	-1.20	29.63	45.47	3.07	28.73	-11.24	-10.73
15	-1.30	33.92	51.02	3.60	31.51	-10.77	-9.64
16	-1.40	38.23	56.60	4.17	34.32	-10.78	-8.25
17	-1.50	42.58	62.21	4.79	37.16	-10.76	-6.38
18	-1.60	46.96	67.84	5.45	40.04	-10.71	-4.24
19	-1.70	51.36	73.49	6.15	42.95	-10.63	-1.83
20	-1.80	55.80	79.16	6.89	45.90	-10.50	0.85
21	-1.90	60.26	84.85	7.68	48.87	-10.32	3.79
22	-2.00	64.76	90.57	8.50	51.88	-10.09	7.02
23	-2.00	80.89	106.73	8.53	53.73	-80.38	-73.49
24	-2.10	89.79	116.74	10.04	57.69	-79.15	-74.67
25	-2.20	98.41	126.54	11.16	61.37	-77.13	-74.72
26	-2.30	106.92	136.25	12.12	64.91	-75.36	-72.47
27	-2.40	115.45	145.99	13.12	68.49	-75.50	-69.95
28	-2.50	124.02	155.74	14.16	72.10	-75.59	-67.15
29	-2.60	132.62	165.52	15.24	75.74	-75.64	-64.07
30	-2.70	141.24	175.33	16.37	79.42	-75.64	-60.71
31	-2.80	149.90	185.15	17.54	83.12	-75.59	-57.06
32	-2.90	158.59	195.00	18.75	86.86	-75.47	-52.59
33	-3.00	167.30	204.87	20.00	90.64	-75.29	-47.80

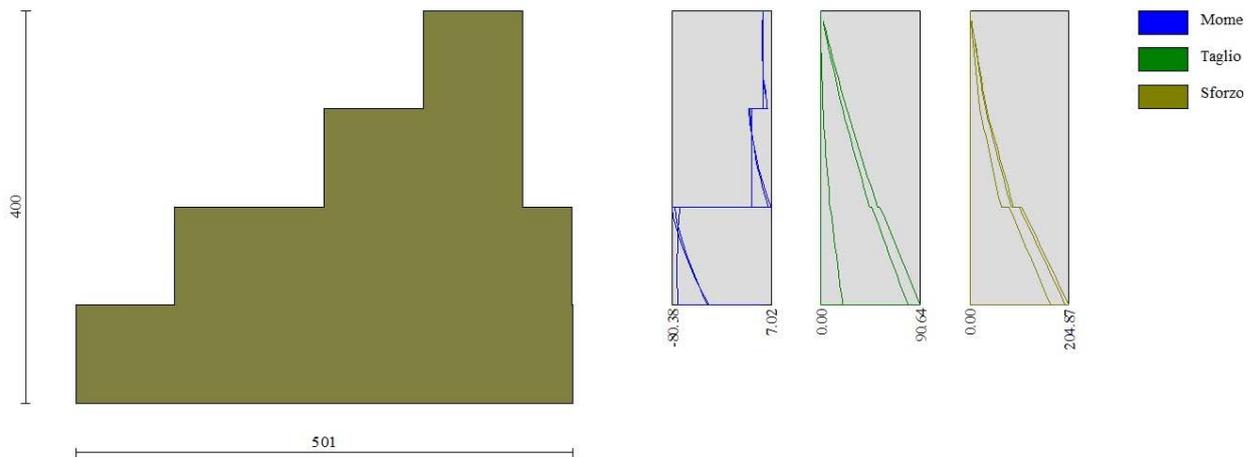


Fig. 19 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-4.40	0.00	0.00	-1.88	0.16	-0.10	0.01
3	-4.30	0.00	0.00	-3.60	0.42	-0.37	0.04
4	-4.20	0.00	0.00	-5.17	0.79	-0.81	0.09
5	-4.10	0.00	0.00	-6.59	1.26	-1.40	0.20
6	-4.00	0.00	0.00	-7.85	1.84	-2.12	0.35
7	-3.90	0.00	0.00	-8.96	2.52	-2.96	0.57
8	-3.80	0.00	0.00	-9.91	3.31	-3.91	0.86
9	-3.70	0.00	0.00	-10.70	4.20	-4.94	1.23
10	-3.60	0.00	0.00	-11.34	5.20	-6.04	1.70
11	-3.50	0.00	0.00	-11.83	6.30	-7.20	2.28
12	0.50	0.00	0.00	0.14	0.24	0.00	0.00
13	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

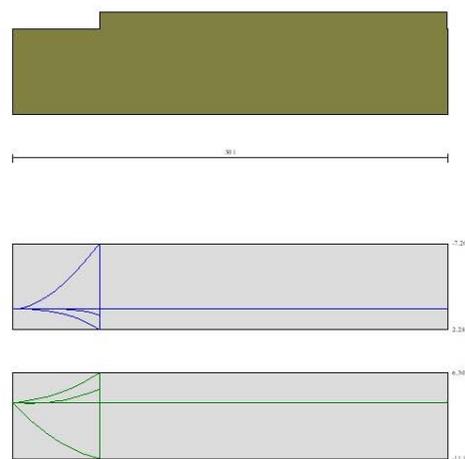


Fig. 20 - Fondazione

Verifiche strutturali

Paramento in pietra

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kPa]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kN]
Et	Azione orizzontale espressa in [kN]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kNm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kNm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

n°	Y [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kPa]	Rt [kN]	Et [kN]	FSsco	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FSrib
1	0.00	10000	0.00	0	0.0000	0.0000	100.000	0.0000	0.0000	100.000
2	-0.10	10000	-22.38	2	4.1784	3.4945	1.196	3.1987	0.1743	18.354
3	-0.20	10000	-18.27	4	8.3800	7.0222	1.193	6.4206	0.6993	9.181
4	-0.30	10000	-14.16	6	12.6045	10.5824	1.191	9.6654	1.5784	6.124
5	-0.40	10000	-10.04	9	16.8516	14.1750	1.189	12.9328	2.8148	4.595
6	-0.50	10000	-5.92	11	21.1214	17.8000	1.187	16.2229	4.4116	3.677
7	-0.60	10000	-1.80	13	25.4140	21.4576	1.184	19.5358	6.3723	3.066
8	-0.70	10000	2.61	15	29.7295	25.1480	1.182	22.8716	8.7000	2.629
9	-0.80	10000	6.46	17	34.0679	28.8710	1.180	26.2303	11.3979	2.301
10	-0.90	10000	10.60	19	38.4292	32.6266	1.178	29.6119	14.4695	2.047
11	-1.00	10000	14.73	21	42.8134	36.4149	1.176	33.0164	17.9178	1.843
12	-1.00	14979	-50.07	28	42.9210	36.4944	1.176	75.9959	17.9907	4.224
13	-1.10	17390	-42.03	29	49.2815	40.6373	1.213	84.8020	21.8393	3.883
14	-1.20	19140	-36.20	31	55.6648	44.8127	1.242	93.6538	26.1030	3.588
15	-1.30	20000	-31.74	33	62.0709	49.0208	1.266	102.5512	30.7850	3.331
16	-1.40	20000	-28.19	35	68.4999	53.2615	1.286	111.4942	35.8886	3.107
17	-1.50	20000	-25.28	37	74.9517	57.5348	1.303	120.4829	41.4171	2.909
18	-1.60	20000	-22.82	40	81.4263	61.8407	1.317	129.5173	47.3737	2.734
19	-1.70	20000	-20.69	42	87.9237	66.1792	1.329	138.5973	53.7616	2.578
20	-1.80	20000	-18.81	44	94.4440	70.5502	1.339	147.7229	60.5841	2.438
21	-1.90	20000	-17.13	46	100.9871	74.9539	1.347	156.8942	67.8445	2.313
22	-2.00	20000	15.79	48	107.5530	79.3902	1.355	166.1112	75.5460	2.199
23	-2.00	32746	-90.85	49	123.7286	82.1499	1.506	387.8986	78.3649	4.950
24	-2.10	35051	-83.16	51	134.5863	87.7647	1.533	414.1440	86.8546	4.768
25	-2.20	37082	-76.39	53	145.2369	93.0837	1.560	439.6646	95.8904	4.585
26	-2.30	38855	-70.48	55	155.7973	98.2739	1.585	464.8695	105.4485	4.408
27	-2.40	40000	-65.39	57	166.3805	103.4968	1.608	490.1544	115.5266	4.243
28	-2.50	40000	-60.95	59	176.9866	108.7523	1.627	515.5193	126.1282	4.087
29	-2.60	40000	-57.04	62	187.6156	114.0405	1.645	540.9643	137.2564	3.941
30	-2.70	40000	-53.55	64	198.2674	119.3614	1.661	566.4894	148.9146	3.804
31	-2.80	40000	-50.42	66	208.9421	124.7149	1.675	592.0945	161.1059	3.675
32	-2.90	40000	-47.59	68	219.6397	130.1011	1.688	617.7796	173.8337	3.554
33	-3.00	40000	-45.00	70	230.3602	135.5199	1.700	643.5448	187.1012	3.440

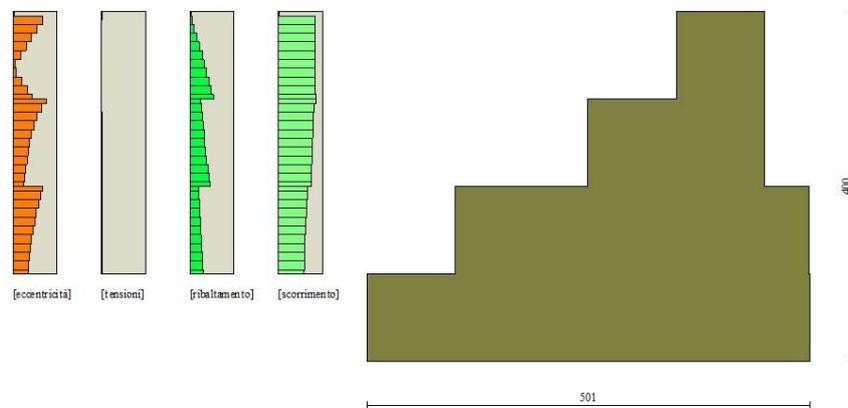


Fig. 21 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kN]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Casseformi	[mq]	6.00	13.94	83.64
Scavo a sezione obbligata	[mc]	10.02	9.30	93.19
Pietrame riempimento	[mc]	12.01	20.00	240.20
Totale muro				417.03
Totale				417.03

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

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

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

Tipo di analisi svolta

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

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

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

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Ziccarelli Maurizio
Licenza	AIU5551JD

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista