



REGIONE BASILICATA

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI COLOBRARO

Provincia di Matera

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

PROGRAMMA DI AZIONE E COESIONE COMPLEMENTARE AL PON "INFRASTRUTTURE E RETI" 2014-20 - ASSE C "ACCESSIBILITA' TURISTICA"

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'ACCESSIBILITA' TURISTICA DEL SITO ATTRATTORE DI COLOBRARO "PAESE DELLA MAGIA"

ELABORATO N°:

9

DENOMINAZIONE:

RELAZIONE VERIFICHE GEOTECNICHE GABBIONI

IL COMMITENTE:

COMUNE DI COLOBRARO (MT)

IL PROGETTISTA

Ing. Michele LUPO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

I COLLABORATORI
Ing. Claudio SCANDIFFIO
Geom. Marcello Eliseo MANGO

STUDIO TECNICO
ING. MICHELE LUPO

Via Kennedy n° 3 - 75016 Pomarico (MT)

E-mail: michel.lupo@libero.it
P.E.C. michele.lupo@ingpec.eu



CODICE
PROGETTO

...

DATA
PROGETTO

LUGLIO 2020

N. STESURA
ELABORATO

COLLABORAZIONE

COLLABORAZIONE

INDICE

1.	Premessa.....	pag.	1
2.	Descrizione generale degli interventi.....	“.	1
3.	Normative di riferimento.....	“	3
4.	Richiami teorici.....	“	4
5.	Intervento B.....	“	8
6.	Intervento F.....	“	26

1. Premessa

In questa relazione sono riportate le verifiche geotecniche eseguite per le aree di intervento sulle quali ricadono le opere di messa in sicurezza del tipo gabbionata. La particolarità dei luoghi e la differente clivometria delle aree di intervento progettuale non hanno consentito di operare su una sezione trasversale tipo. Pertanto, nell'ambito di ogni area di intervento è stata individuata la sezione critica per condizioni tecniche generali e su di essa sono state eseguite le verifiche geotecniche.

Le aree di progetto soggette a interventi di difesa e protezione dell'arteria stradale con gabbionate sono denominate:

- Intervento B
- Intervento F

Per quanto concerne i risultati delle verifiche geotecniche, si fa presente che in alcuni casi essi sono stati forniti sia per combinazione, evidenziando la peggiore tra le statiche e la peggiore tra le sismiche, sia per inviluppo. Nella maggior parte dei casi, invece, si è preferito riportare solo la combinazione peggiore tra le statiche e quella peggiore tra le sismiche oltre ai risultati per inviluppo.

Le verifiche geotecniche sono state effettuate con il programma MAX 15 dell'AZTEC Informatica S.r.l.. Il modello di calcolo delle gabbionate riproduce una situazione leggermente approssimata, a favore di sicurezza, rispetto a quella reale.

2. Descrizione generale degli interventi

Di seguito riassunti in forma sintetica gli interventi di messa in sicurezza della strada attraverso l'utilizzo di gabbioni.

Intervento B

La gabbionata esistente svolgeva essenzialmente una protezione dalla caduta del pezzame lapideo dalla scarpata stradale. Con il passar degli anni si è verificato il riempimento del vuoto retrostante con perdita della loro azione protettiva. Qui si interviene con l'aggiunta di una fila di gabbioni. La gabbionata passa da un'altezza di 1.50 m a 2.50 m. Le verifiche geotecniche e l'analisi di stabilità hanno fornito valori superiori ai limiti normativi.

Intervento F

Le attuali gabbionate hanno perso, per intasamento dei vuoti, la loro efficacia drenante, subendo significative deformazioni. Necessitano, pertanto, di essere riprogettate con gli attuali accorgimenti tecnici, in particolar modo con l'interposizione del geotessile per salvaguardarne la funzione drenante. Questa tipologia di strutture di sostegno e salvaguardia delle zone perimetrali delle sedi stradali rappresenta, in terreni alquanto eterogenei come quelli affioranti lungo la strada Colobrarò – Sinnica, l'intervento più idoneo. Drenando le acque della parte superficiale del sottosuolo, i gabbioni contribuiscono al miglioramento delle condizioni geologico-tecniche dell'area.

È stata prevista una gabbionata allineata sul lato monte e a gradoni sul lato strada, costituita da due file di gabbioni di lunghezza di due metri e dalla fila terminale di 1.50 m.

Le verifiche geotecniche e l'analisi di stabilità dell'insieme opera-scarpata di inserimento hanno dato valori maggiori di quelli prescritti dalle NTC 2018.

Negli interventi programmati i gabbioni sono stati disposti sempre di testa in modo da ottimizzare la loro efficacia.

Nei paragrafi successivi sono riportate le normative di riferimento, i richiami teorici, i dati e i risultati delle verifiche effettuate per le tipologie di gabbioni adottate negli interventi di progetto innanzi descritti.

3. 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)

4. 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

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

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

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

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

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

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

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

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, 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:

$$Q_u = c N_c d_{c1} + q N_q d_{q1} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma 1}$$

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:

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

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

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

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

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:

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

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

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

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

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum^n_i \left(\frac{c b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum^n_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove 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 e c e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$). Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

5 Intervento B

La gabbionata esistente, lunga 13 m, è stata sopraelevata di 1 metro. La struttura nel suo insieme è stata soggetta alle verifiche geotecniche.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Pietrame</u>	
γ	Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kg/cm ^q]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kg/cm ^q]

Pietrame

n°	Descr	γ [kg/mc]	σ_{cp} [kg/cm ^q]	ϕ [°]	τ_p [kg/cm ^q]
4	Pietrame	1750.00	30.00	35.00	0.00

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	-1.00	0.000
2	0.50	-1.00	0.000
3	1.31	-0.61	25.710
4	2.36	0.00	30.155
5	13.79	6.70	30.378
6	17.69	7.65	13.690
7	21.40	8.53	13.344

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 5.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 13.00 [m]

Paramento

Materiale Pietrame
 Altezza paramento 1.55 [m]
 Altezza paramento libero 1.55 [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 [°]

Interventi per il miglioramento dell'Accessibilità Turistica al Sito Attrattore di Colobrarò "Il Paese della Magia"

n°	X	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
1	0.00	1.50	1.50	0.55	0.00	0.00
2	0.00	1.50	1.50	1.00	0.00	0.00

Fondazione

Materiale	Pietrame	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.00	[m]
Lunghezza totale	2.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

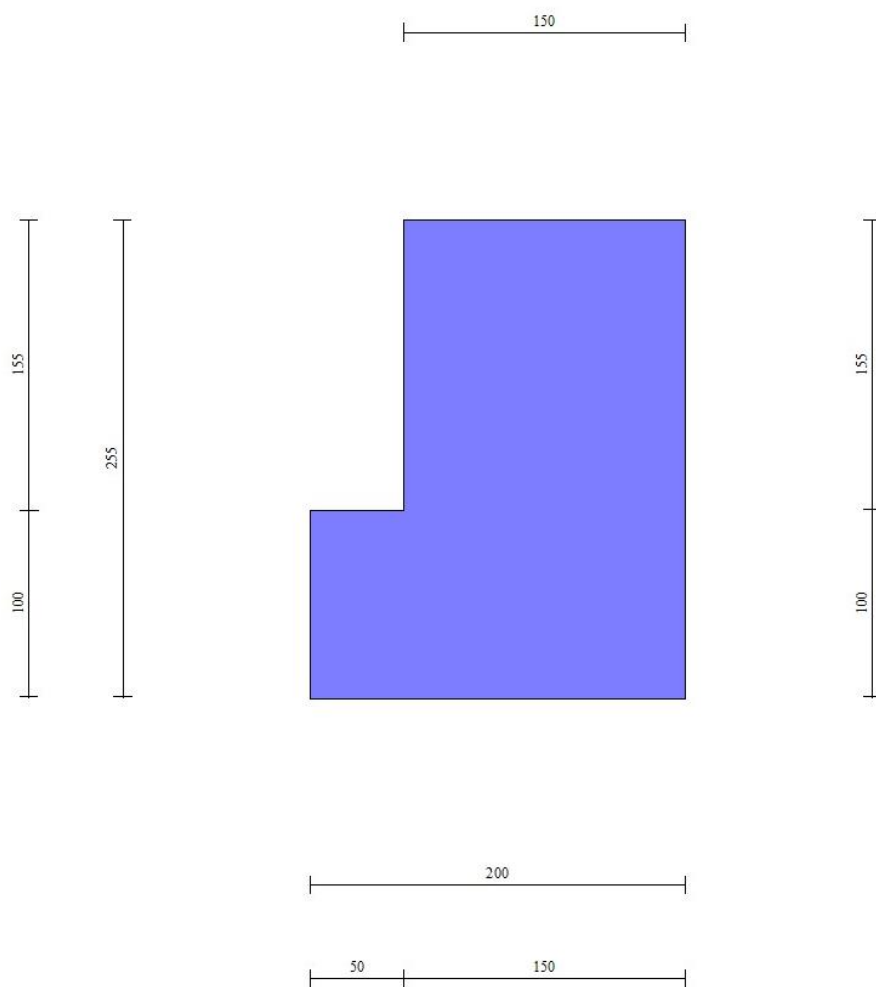


Fig. 1 - Sezione quotata della gabbionata

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]
c_s	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<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 [kg/cm ²]

Interventi per il miglioramento dell'Accessibilità Turistica al Sito Attrattore di Colobraro "Il Paese della Magia"

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	ca [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno marnoso-argilloso	1800.00	2000.00	20.000	13.333	0.13	0.07	---	---
2	Terreno detritico	2150.00	2160.00	20.000	13.333	0.03	0.01	---	---
3	Terreno riempimento	2150.00	2160.00	32.000	21.330	0.00	0.00	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
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')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.50	30.000	Terreno detritico	---	---	---	---	---
2	2.00	30.000	Terreno marnoso-argilloso	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Terreno riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 20.00 [°]

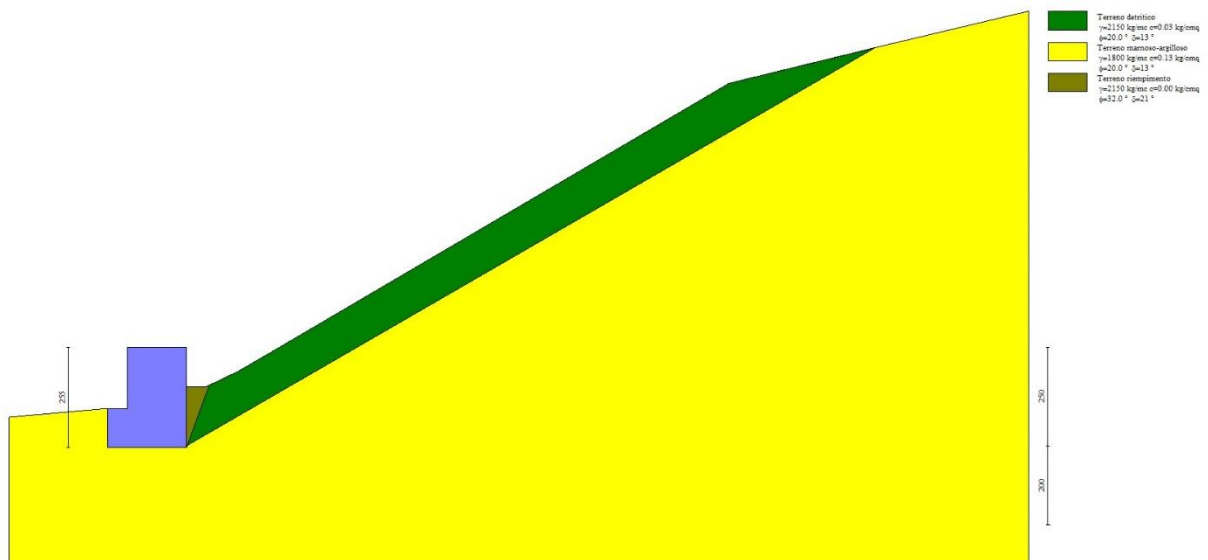


Fig. 2 - Stratigrafia

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) - VARIABLE

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

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + 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	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	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 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

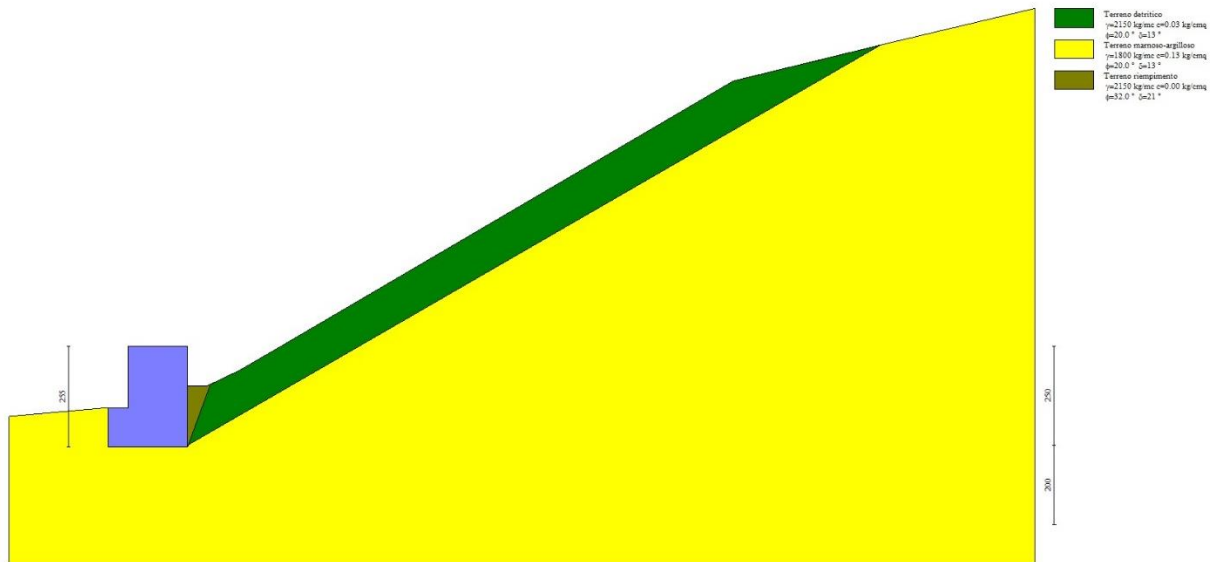


Fig. 3 -

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

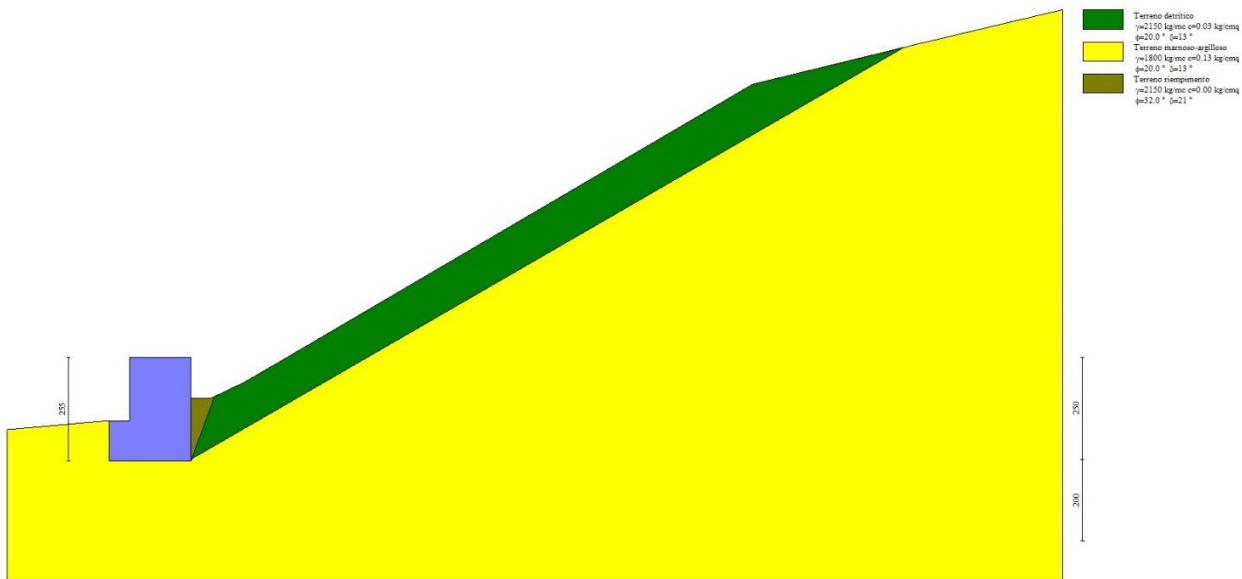


Fig. 4 - (Involuppo)

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

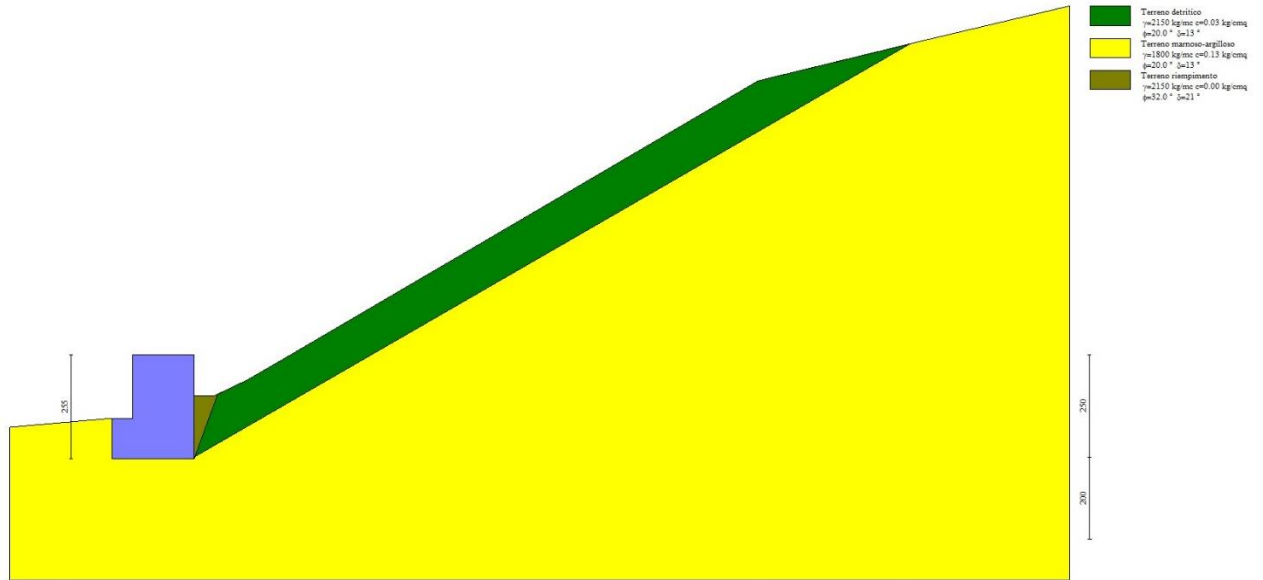


Fig. 5 - (Involuppo)

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

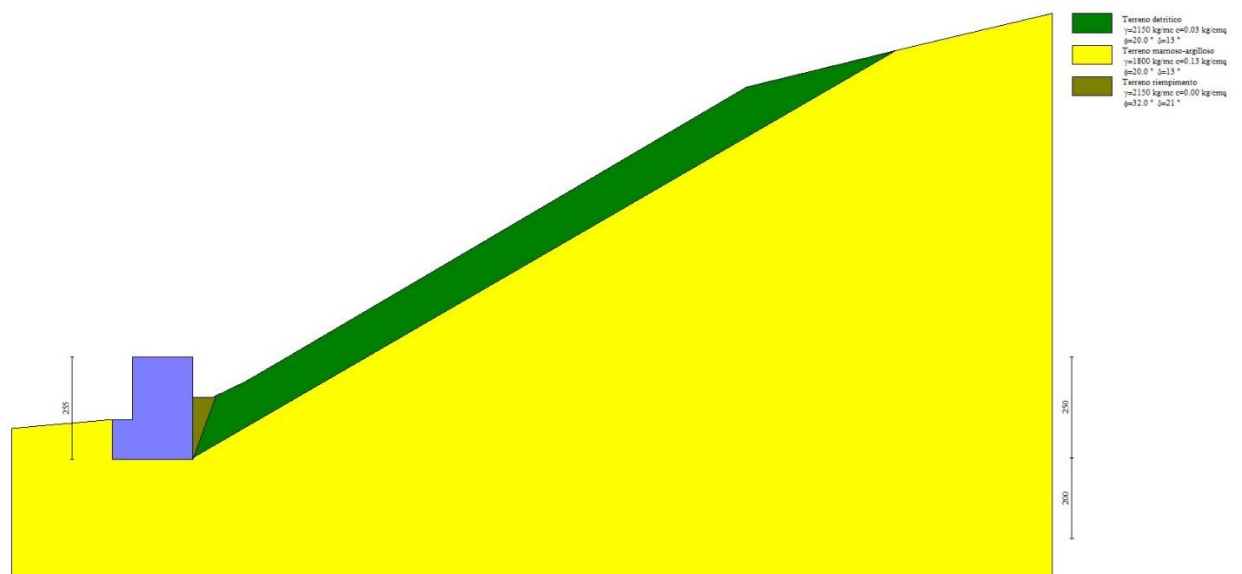


Fig. 6 - (Involuppo)

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

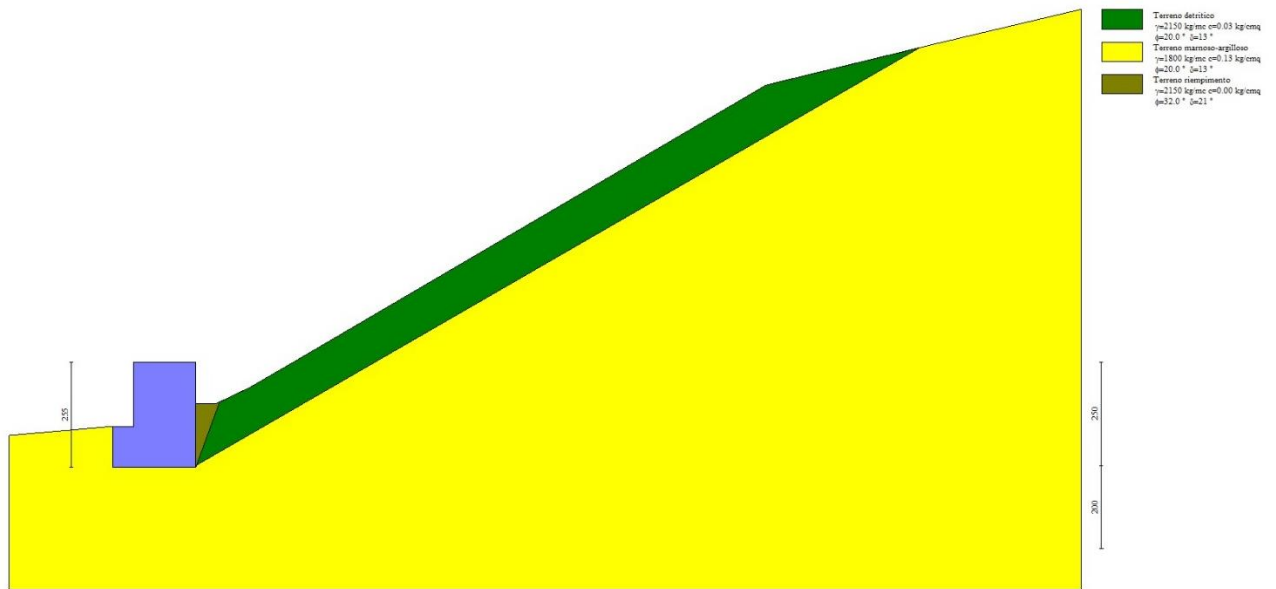


Fig. 7 - (Inviluppo)

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

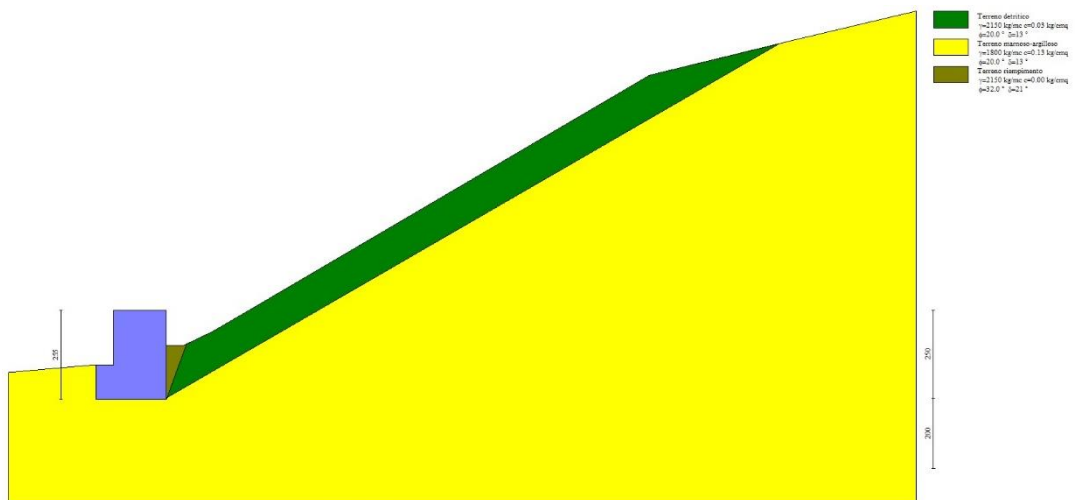


Fig. 8 - (Inviluppo)

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

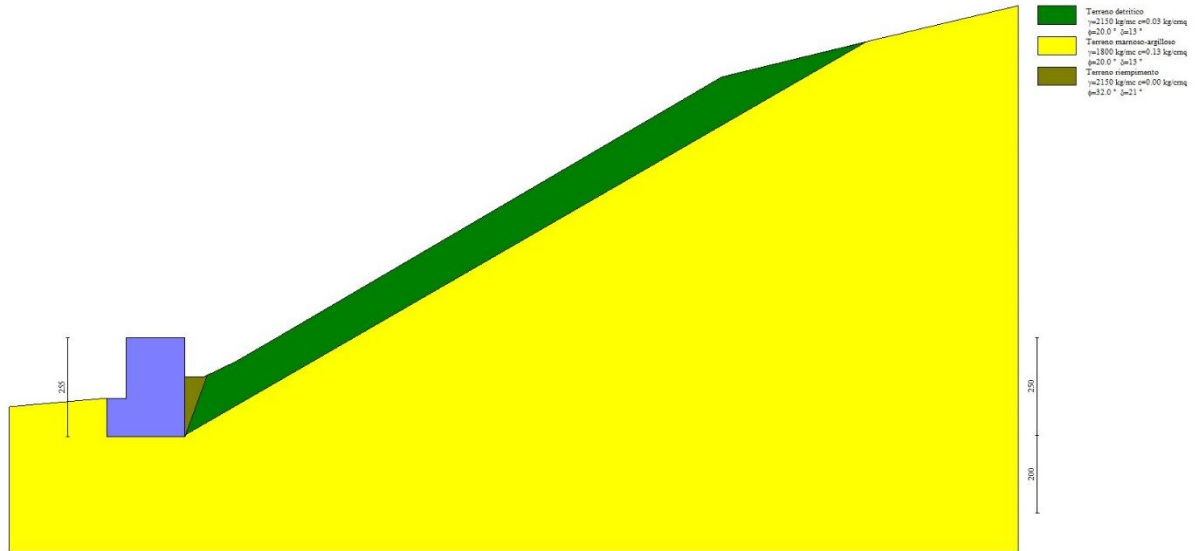


Fig. 9 - (Inviluppo)

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

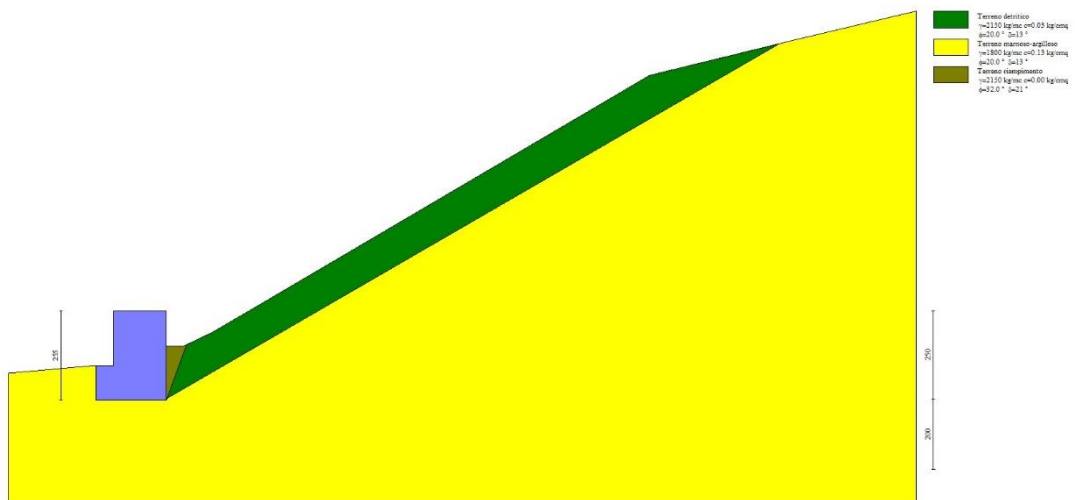


Fig. 10 - (Inviluppo)

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

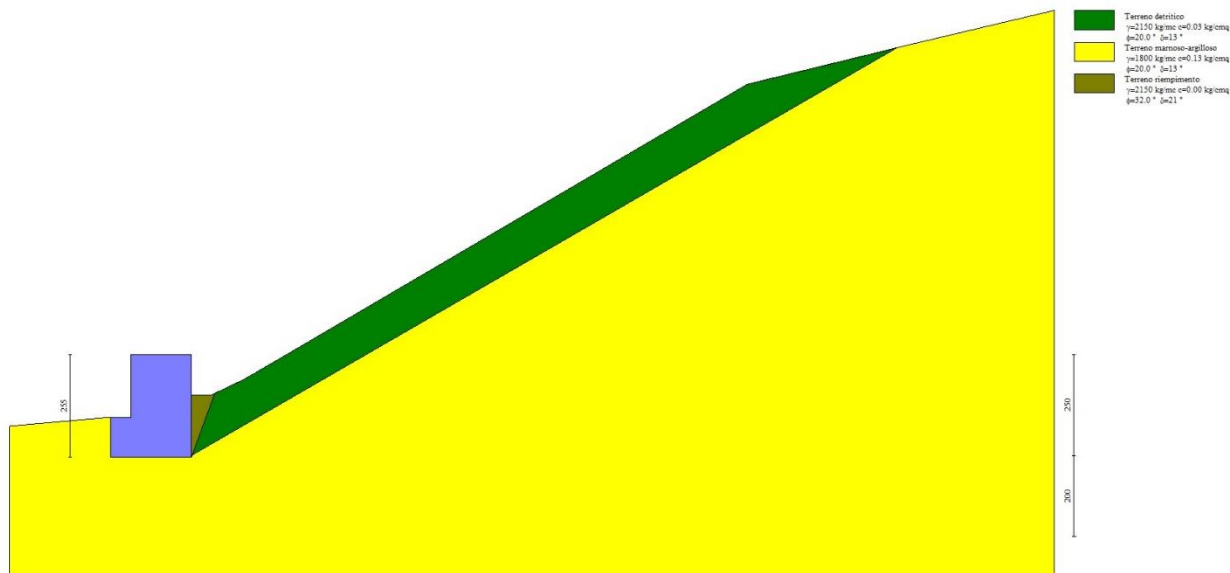


Fig. 11 - (Inviluppo)

Dati sismici

Comune	Colobrano
Provincia	Matera
Regione	Basilicata
Latitudine	40.201521
Longitudine	16.467992
Indice punti di interpolazione	35899 - 35677 - 35676 - 35898
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.956	0.000
Accelerazione al suolo	a_0/g	[%]		0.097	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.641	2.449
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.455	0.319
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	6.666	3.333
Ultimo - Ribaltamento	0.570	9.998	4.999
Esercizio	0.470	0.000	0.000

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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_r$)	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	Fellenius
---	-----------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
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 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 [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	4533	21.33	4223	1649	0.00	-2.11
	Peso/Inerzia muro			0	7569/0	-0.87	-1.36
	Resistenza passiva terreno antistante			-3006			
2	Spinta statica	2394	21.33	2230	871	0.00	-2.21
	Incremento di spinta sismica		2927	2726	1065	0.00	-1.77
	Peso/Inerzia muro			505	7569/252	-0.87	-1.36
	Resistenza passiva terreno antistante			-3006			

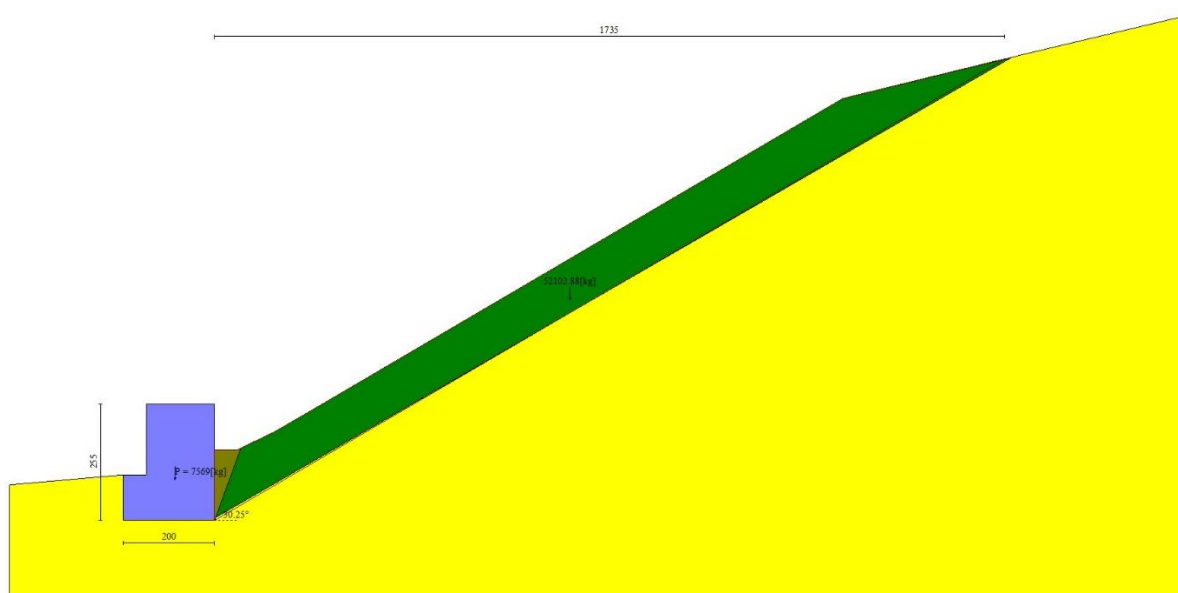


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

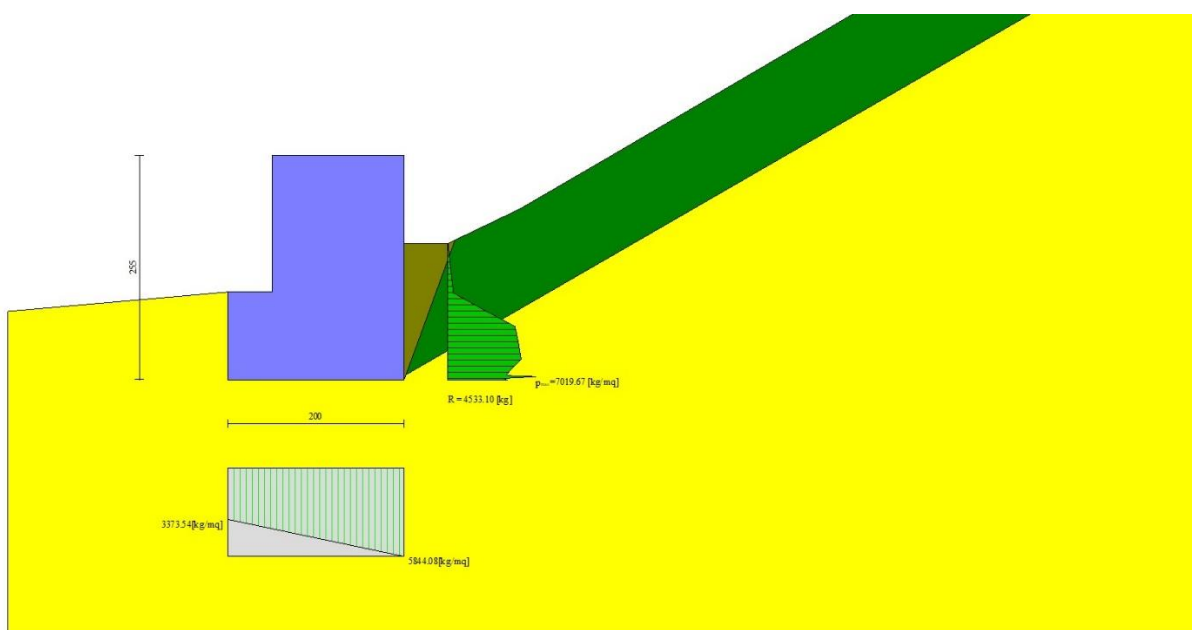


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

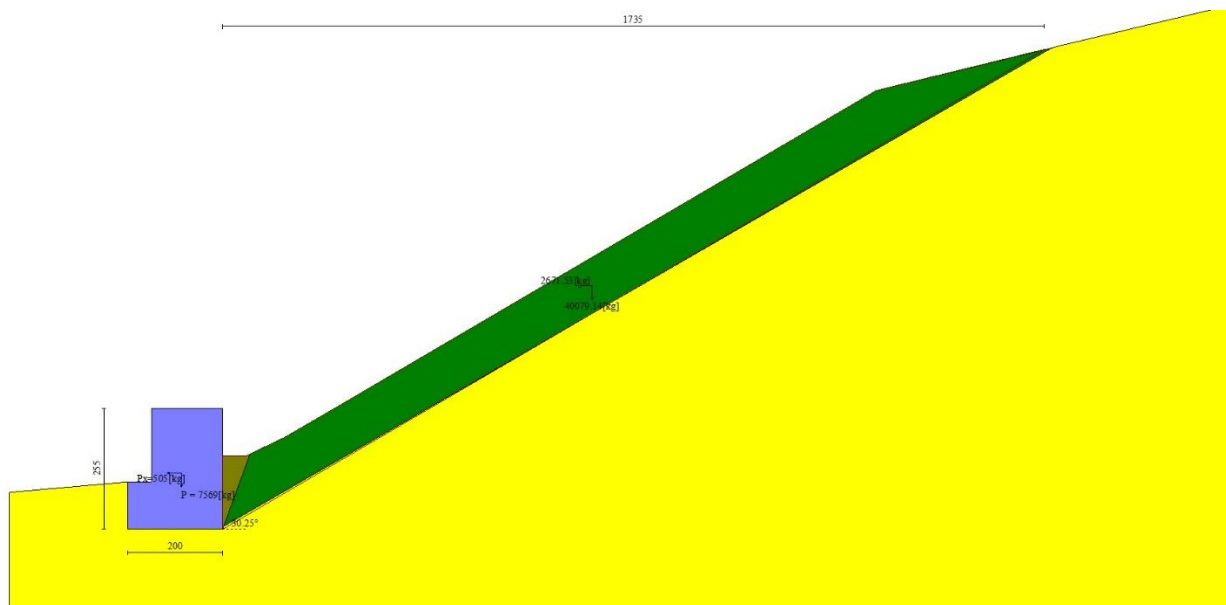


Fig. 14 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

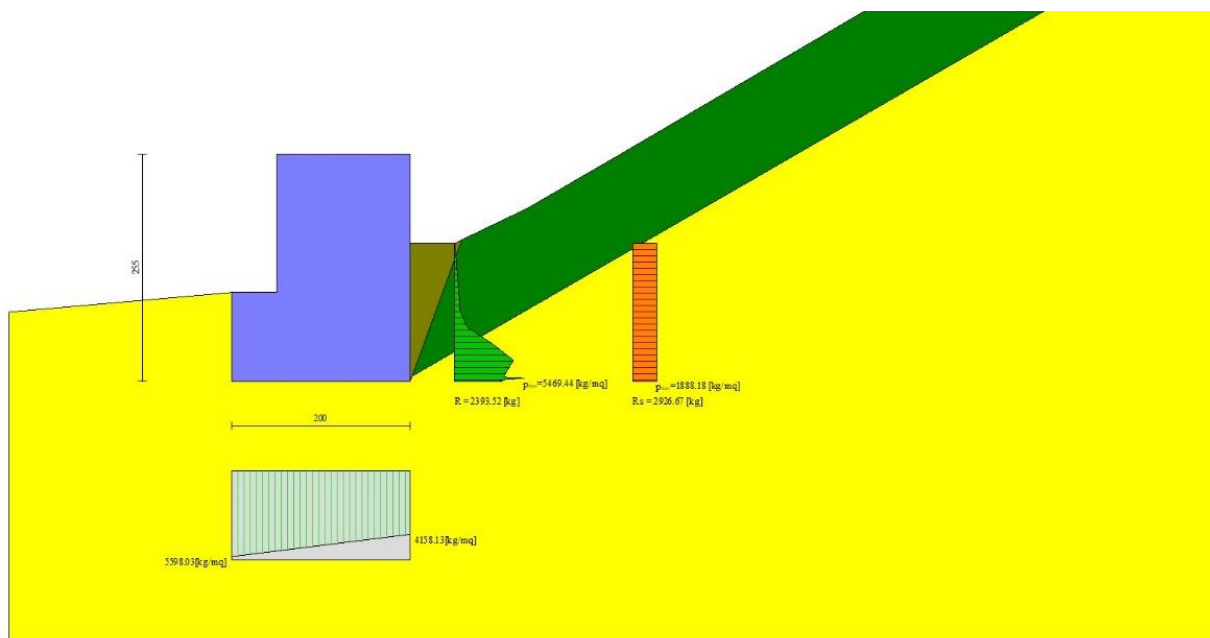


Fig. 15 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kg]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kg]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kg]	T [kg]	M _r [kgm]	M _s [kgm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	9218	4223	1843	11884	-0.089
2 - STR (A1-M1-R3)	9756	5460	3466	12742	0.049
3 - STR (A1-M1-R3)	9079	5018	3409	12111	0.042
4 - GEO (A2-M2-R2)	9256	5401	3745	11960	0.112
5 - GEO (A2-M2-R2)	9756	5460	3466	12742	0.049
6 - GEO (A2-M2-R2)	9079	5018	3409	12111	0.042
7 - EQU (A1-M1-R3)	9218	4223	1843	11884	-0.089
8 - EQU (A1-M1-R3)	10427	7108	4846	13975	0.125
9 - EQU (A1-M1-R3)	9399	6414	4738	13004	0.121

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)		1.537		2.957			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.212		2.705			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.287		2.943			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.946		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.069		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.129		
7 - EQU (A1-M1-R3)			6.450				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.884				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.745				

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)	3485	3006	0	--	--	6491	4223	1.537
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	3612	3006	0	--	--	6619	5460	1.212

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 il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	9218	27257	19469	2.957
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	9756	26393	21994	2.705

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza 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 ^q]

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	Ir	Irc	Re	r _γ
1	14.835	0.528	1.143	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	6.399	0.528	1.071	--	--	--	--	--	--		
	2.871	0.053	1.071	--	--	--	--	--	--		
2	14.835	0.456	1.143	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	6.399	0.456	1.071	--	--	--	--	--	--		
	2.871	0.213	1.071	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc]	c [kg/cm ^q]
1	1.00	1.82	1.43	1929	20.00	0.09
2	1.00	1.90	1.43	1929	20.00	0.09

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 [kgm]	Mr [kgm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	11884	1843	6.450
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	13004	4738	2.745

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 [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 4.50	7.34	1.946
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 4.50	7.34	2.069

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	487	0	7.15 - 0.44	70.967	16.234	0.02	0.000	
2	1227	0	0.44	62.359	16.234	0.10	0.000	
3	1617	0	0.44	55.575	16.234	0.10	0.000	
4	1876	0	0.44	49.837	16.234	0.10	0.000	
5	2052	0	0.44	44.725	16.234	0.10	0.000	
6	2167	0	0.44	40.036	16.234	0.10	0.000	
7	2235	0	0.44	35.652	16.234	0.10	0.000	
8	2262	0	0.44	31.498	16.234	0.10	0.000	
9	2254	0	0.44	27.523	16.234	0.10	0.000	
10	2216	0	0.44	23.687	16.234	0.10	0.000	
11	2151	0	0.44	19.962	16.234	0.10	0.000	
12	2060	0	0.44	16.323	16.234	0.10	0.000	
13	1947	0	0.44	12.750	16.234	0.10	0.000	
14	1824	0	0.44	9.228	16.234	0.10	0.000	
15	1706	0	0.44	5.741	16.234	0.10	0.000	
16	1663	0	0.44	2.275	16.234	0.10	0.000	
17	2072	0	0.44	-1.183	16.234	0.10	0.000	
18	2223	0	0.44	-4.645	16.234	0.10	0.000	
19	2176	0	0.44	-8.124	16.234	0.10	0.000	
20	1559	0	0.44	-11.634	16.234	0.10	0.000	
21	524	0	0.44	-15.189	16.234	0.10	0.000	
22	819	0	0.44	-18.805	16.234	0.10	0.000	
23	624	0	0.44	-22.501	16.234	0.10	0.000	
24	395	0	0.44	-26.299	16.234	0.10	0.000	
25	132	0	-3.91 - 0.44	-29.285	16.234	0.10	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	487	0	7.15 - 0.44	70.967	20.000	0.03	0.000	
2	1227	0	0.44	62.359	20.000	0.13	0.000	
3	1617	0	0.44	55.575	20.000	0.13	0.000	
4	1876	0	0.44	49.837	20.000	0.13	0.000	
5	2052	0	0.44	44.725	20.000	0.13	0.000	
6	2167	0	0.44	40.036	20.000	0.13	0.000	
7	2235	0	0.44	35.652	20.000	0.13	0.000	
8	2262	0	0.44	31.498	20.000	0.13	0.000	
9	2254	0	0.44	27.523	20.000	0.13	0.000	
10	2216	0	0.44	23.687	20.000	0.13	0.000	
11	2151	0	0.44	19.962	20.000	0.13	0.000	
12	2060	0	0.44	16.323	20.000	0.13	0.000	
13	1947	0	0.44	12.750	20.000	0.13	0.000	
14	1824	0	0.44	9.228	20.000	0.13	0.000	
15	1706	0	0.44	5.741	20.000	0.13	0.000	
16	1663	0	0.44	2.275	20.000	0.13	0.000	
17	2072	0	0.44	-1.183	20.000	0.13	0.000	
18	2223	0	0.44	-4.645	20.000	0.13	0.000	
19	2176	0	0.44	-8.124	20.000	0.13	0.000	
20	1559	0	0.44	-11.634	20.000	0.13	0.000	
21	524	0	0.44	-15.189	20.000	0.13	0.000	
22	819	0	0.44	-18.805	20.000	0.13	0.000	
23	624	0	0.44	-22.501	20.000	0.13	0.000	
24	395	0	0.44	-26.299	20.000	0.13	0.000	
25	132	0	-3.91 - 0.44	-29.285	20.000	0.13	0.000	

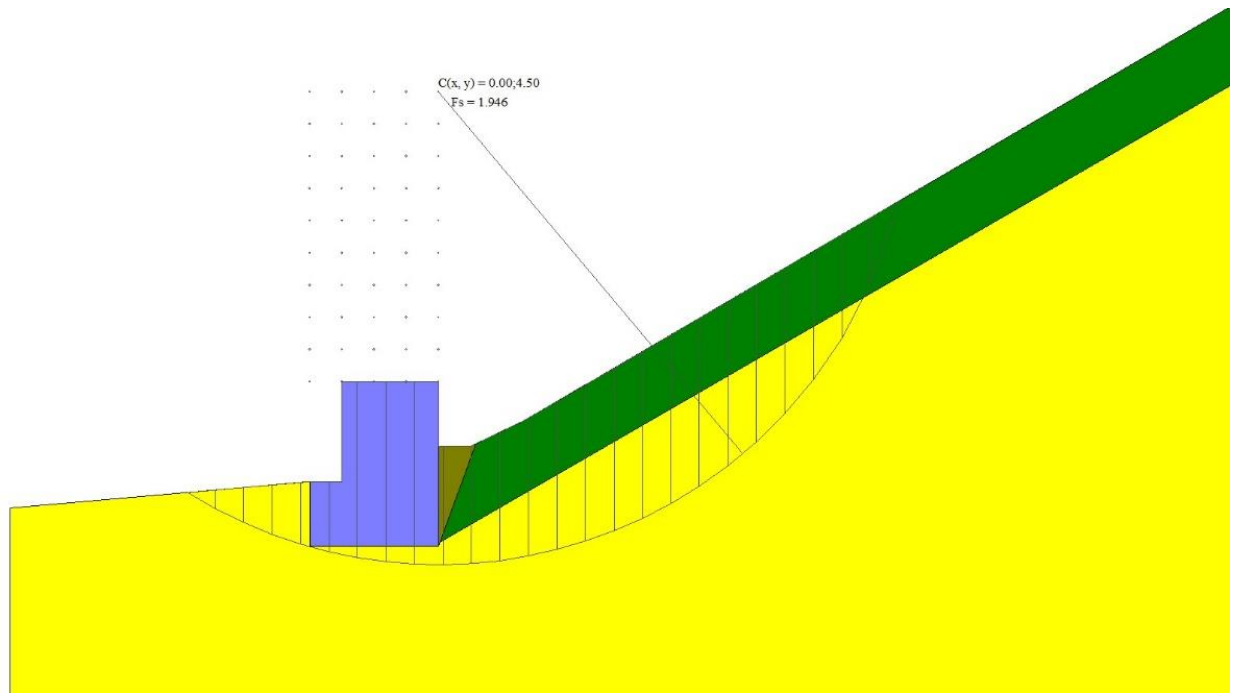


Fig. 16 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

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 [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	254	254	0	17	0	1
3	-0.19	509	509	0	34	0	3
4	-0.29	763	763	0	51	0	7
5	-0.39	1017	1017	0	68	0	13
6	-0.48	1271	1271	0	85	0	21
7	-0.58	1526	1526	0	102	0	30
8	-0.68	1780	1780	0	119	0	40
9	-0.77	2034	2034	0	136	0	53
10	-0.87	2289	2289	0	153	0	67
11	-0.97	2543	2543	0	170	0	82
12	-1.07	2798	2821	2	248	0	90
13	-1.16	3055	3113	10	361	-2	98
14	-1.26	3315	3407	24	479	-5	112
15	-1.36	3578	3703	46	602	-8	133
16	-1.45	3843	4000	74	730	-10	161
17	-1.55	4111	4300	109	863	-12	196

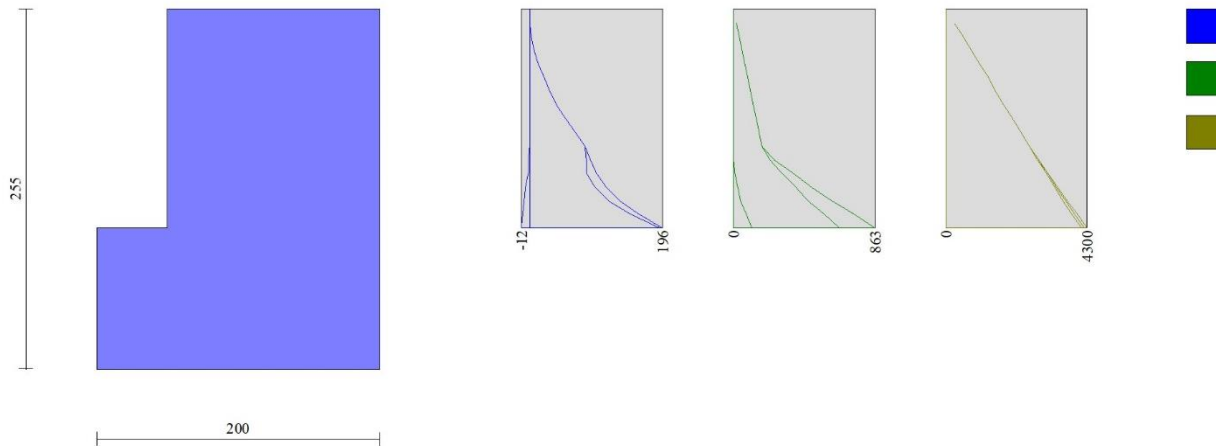


Fig. 17 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-2.00	0	0	0	0	0	0
2	-1.90	0	0	169	381	8	19
3	-1.80	0	0	349	755	34	76
4	-1.70	0	0	543	1122	79	170
5	-1.60	0	0	748	1482	143	300
6	-1.50	0	0	966	1834	229	466

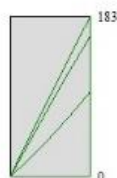
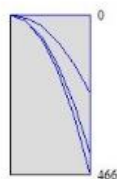
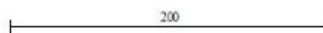
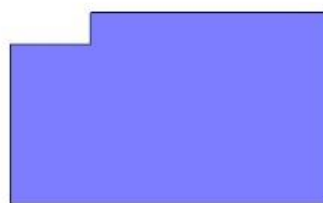


Fig. 18 - Fondazione

6. Intervento F

Consiste nella sostituzione della gabbionata esistente, che ha perso la sua funzionalità nel tempo e allo stato attuale presenta significative deformazioni che non le conferiscono ormai affidabilità statica, con un'altra gabbionata realizzata con gli attuali accorgimenti tecnici e costituita da 2 file di gabbioni di 2 m di lunghezza e da 1 fila di gabbioni da 1.5 m di lunghezza.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Pietrame</u>	
γ	Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kg/cm ^q]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kg/cm ^q]

Pietrame

n°	Descr	γ [kg/mc]	σ_{cp} [kg/cm ^q]	ϕ [°]	τ_p [kg/cm ^q]
4	Pietrame	1750.00	30.00	35.00	0.00

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	1.40	0.00	0.000
3	3.22	1.22	33.835
4	5.10	1.58	10.840
5	8.74	4.08	34.482
6	10.11	4.24	6.661
7	12.99	4.35	2.187

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 3.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 21.00 [m]

Paramento

Materiale Pietrame
 Altezza paramento 1.00 [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	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
1	0.00	1.50	1.50	1.00	0.00	0.00

Fondazione

Materiale	Pietrame	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	0.00	[m]
Lunghezza totale	2.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	2.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

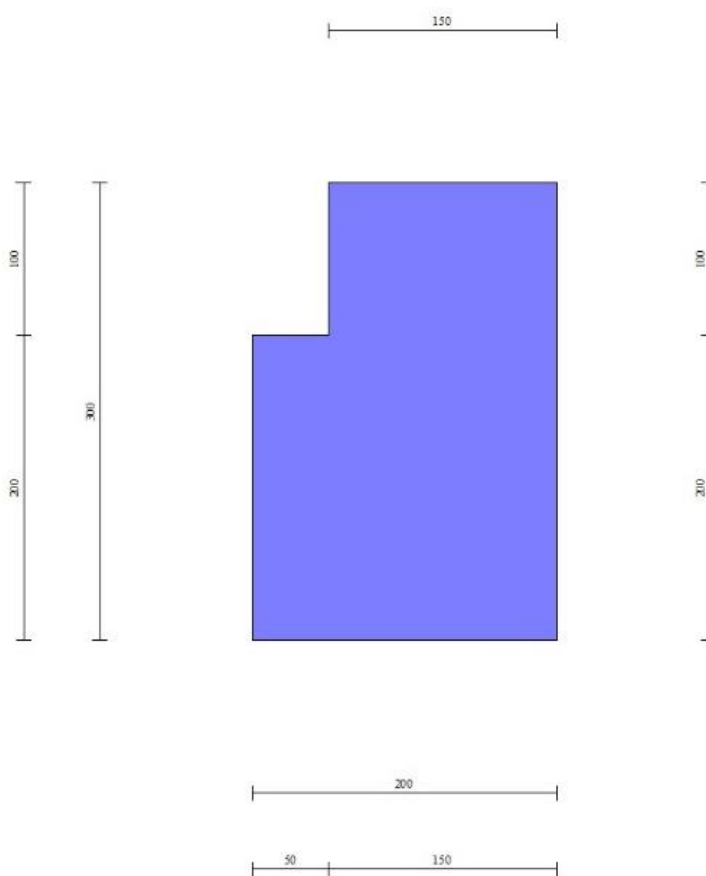


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<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 [kg/cm ²]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	c _a	Cesp	τ_l
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]
1	Terreno marnoso-argilloso	1800.00	2000.00	20.000	13.333	0.19	0.10	---	---
2	Terreno detritico	2150.00	2160.00	20.000	13.333	0.03	0.01	---	---

Interventi per il miglioramento dell'Accessibilità Turistica al Sito Attrattore di Colobraro "Il Paese della Magia"

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]	ca [kg/cm ^q]	Cesp	τ [kg/cm ^q]
3	Terreno riempimento	2150.00	2160.00	32.000	21.330	0.00	0.00	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

- n° Indice dello strato
- H Spessore dello strato espresso in [m]
- α Inclinazione espressa in [°]
- Terreno Terreno dello strato
- 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	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.50	30.000	Terreno detritico	---	---	---	---	---
2	2.00	30.000	Terreno marnoso-argilloso	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Terreno riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 25.00 [°]

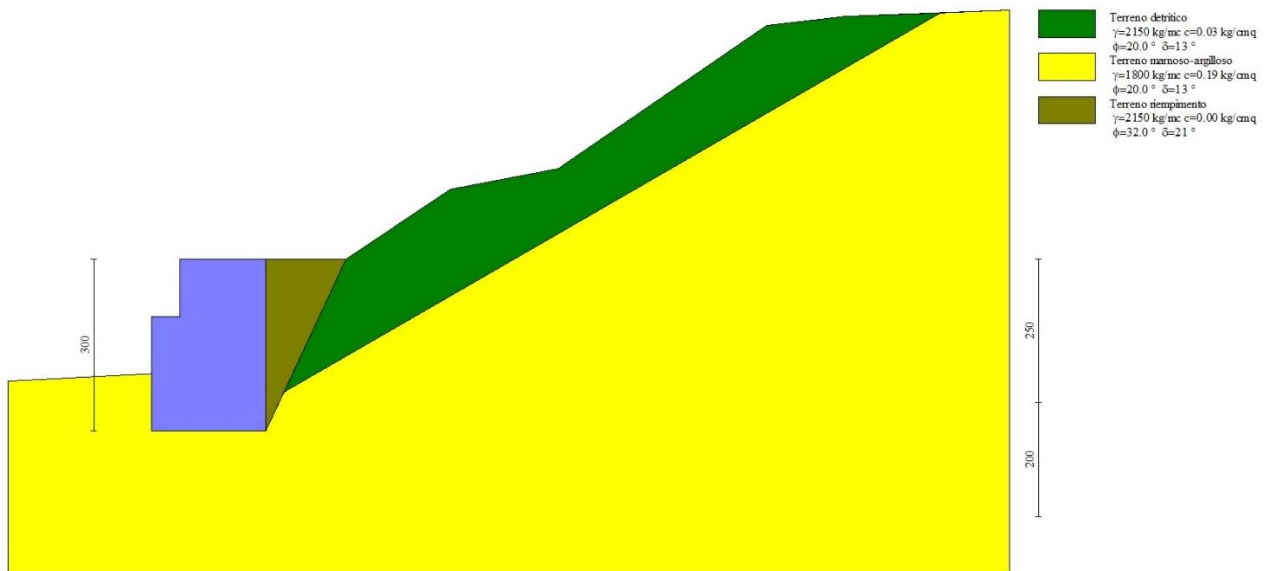


Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa 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	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	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

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
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

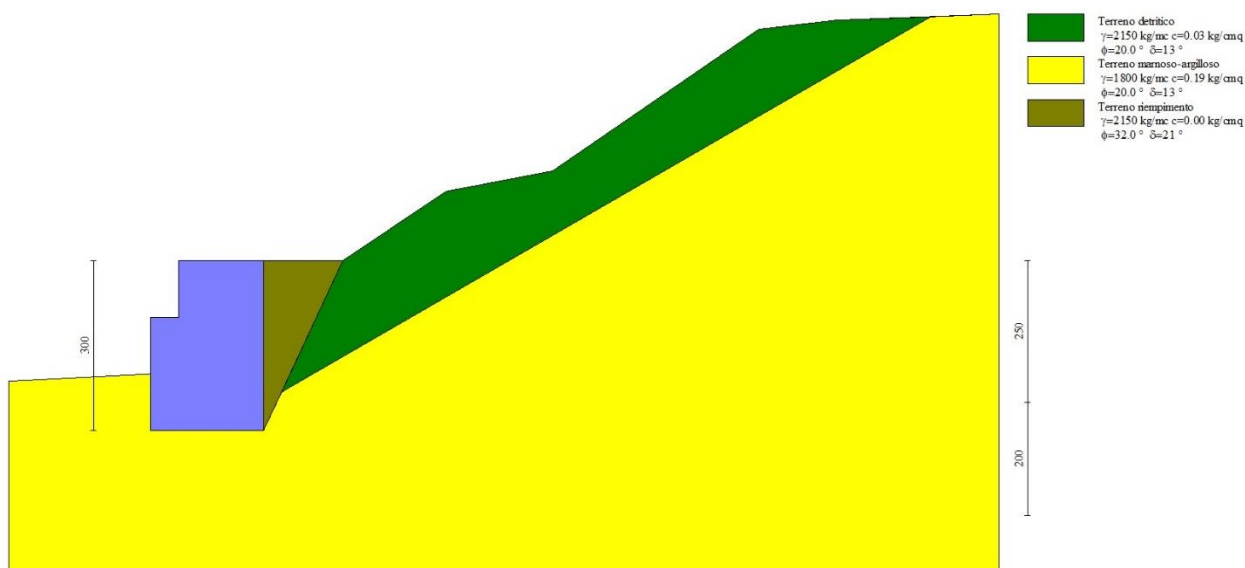


Fig. 3 -

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

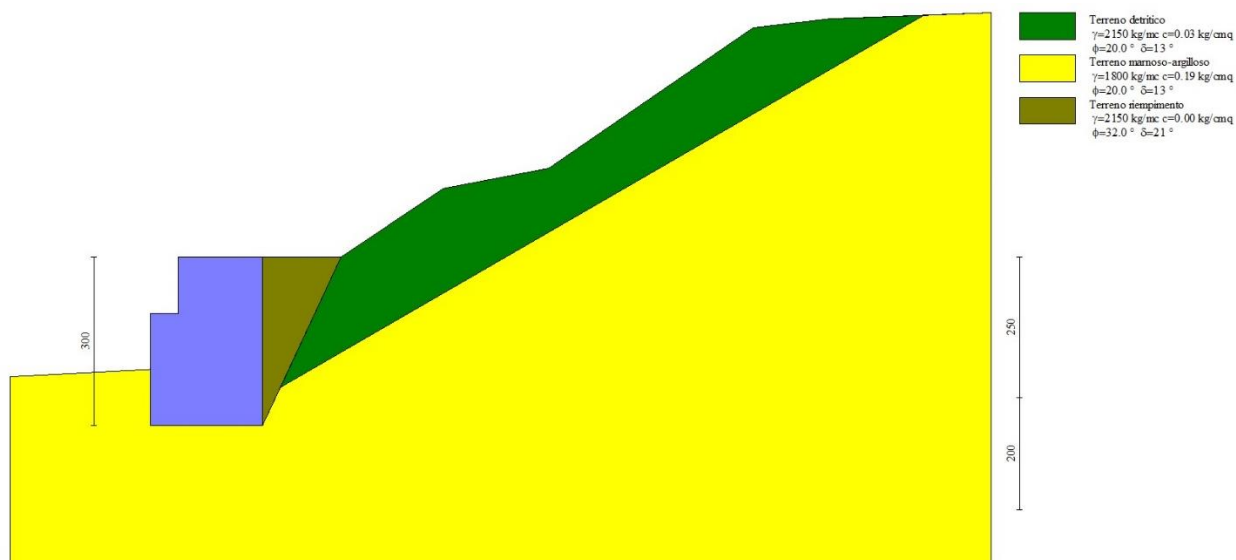


Fig. 4 - (Involuppo)

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

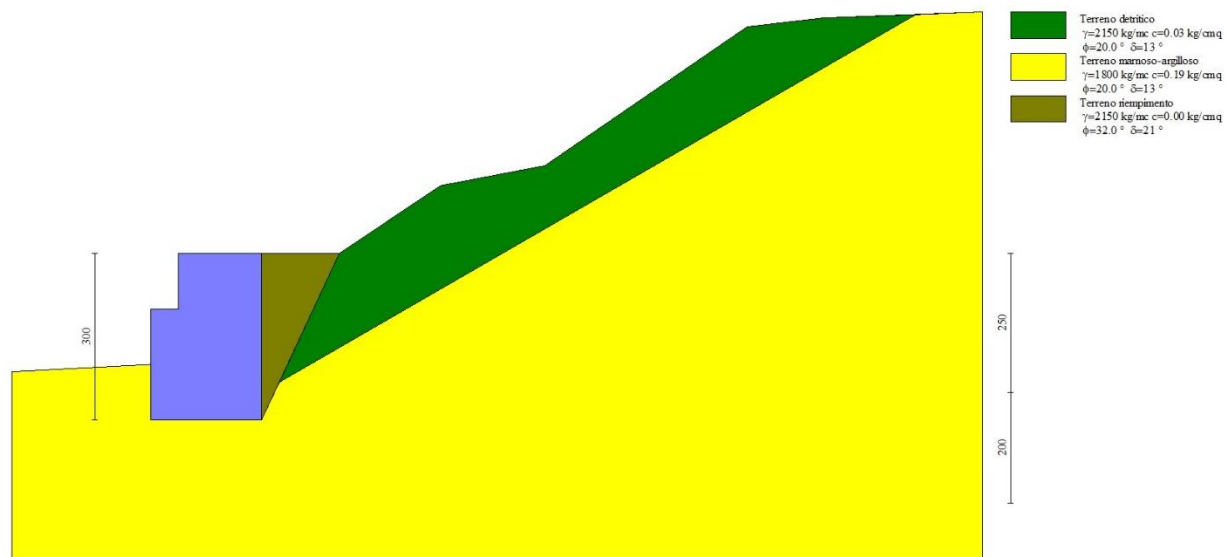


Fig. 5 - (Involuppo)

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

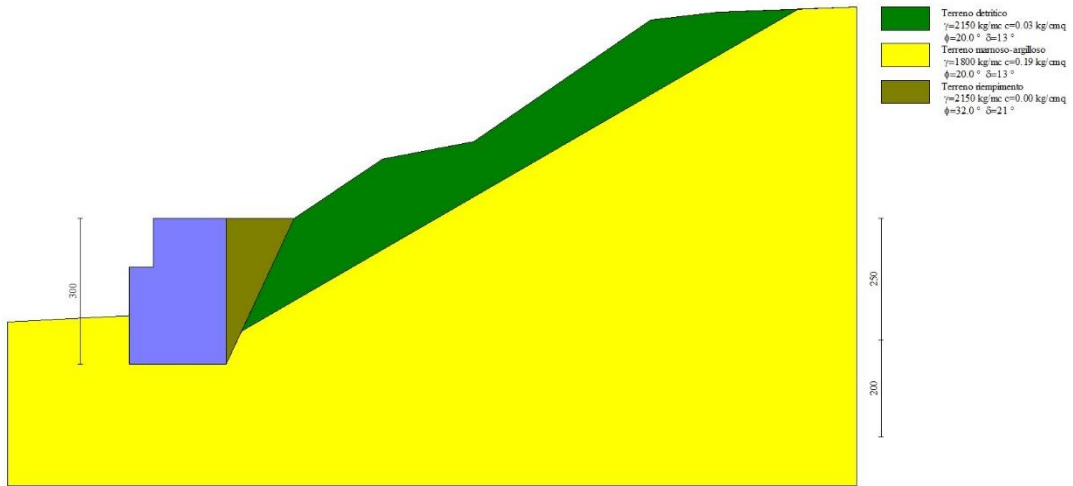


Fig. 6 - (Inviluppo)

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

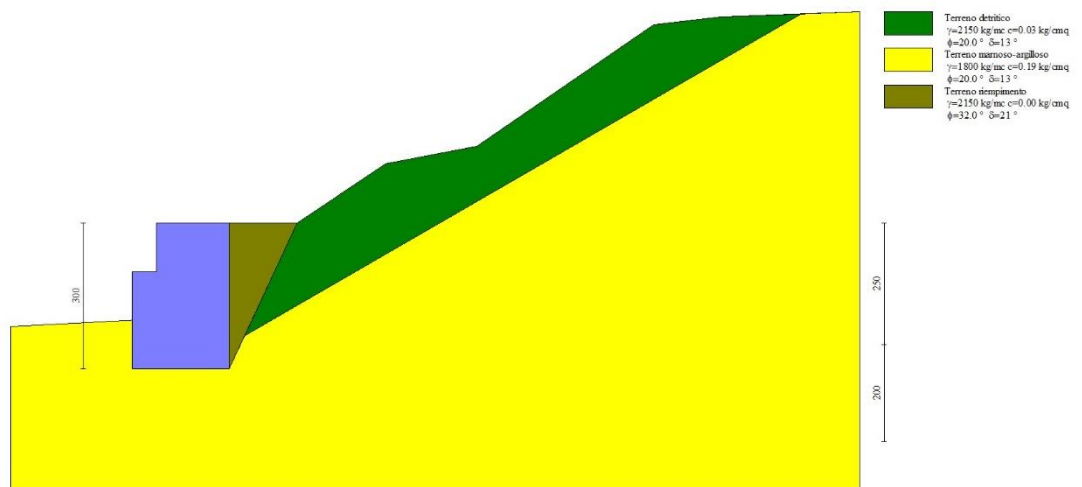


Fig. 7 - (Inviluppo)

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

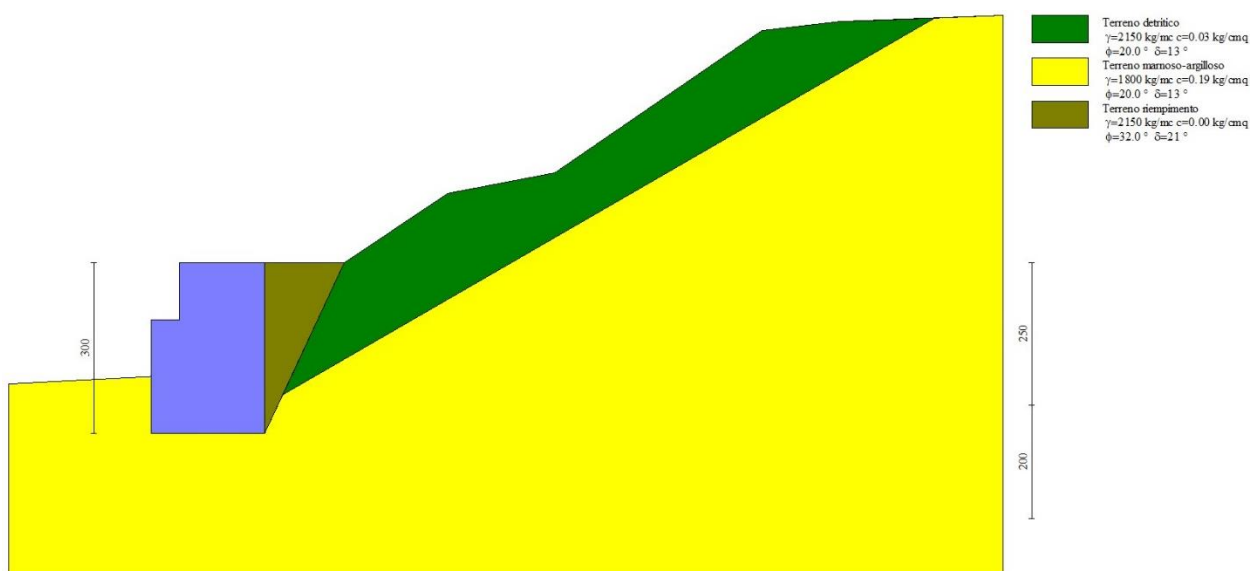


Fig. 8 - (Inviluppo)

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

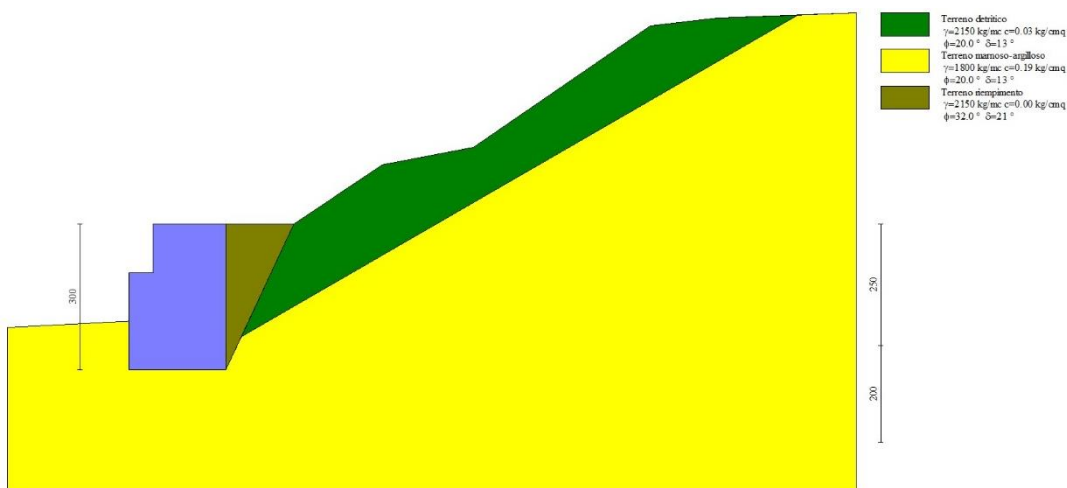


Fig. 9 - (Inviluppo)

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

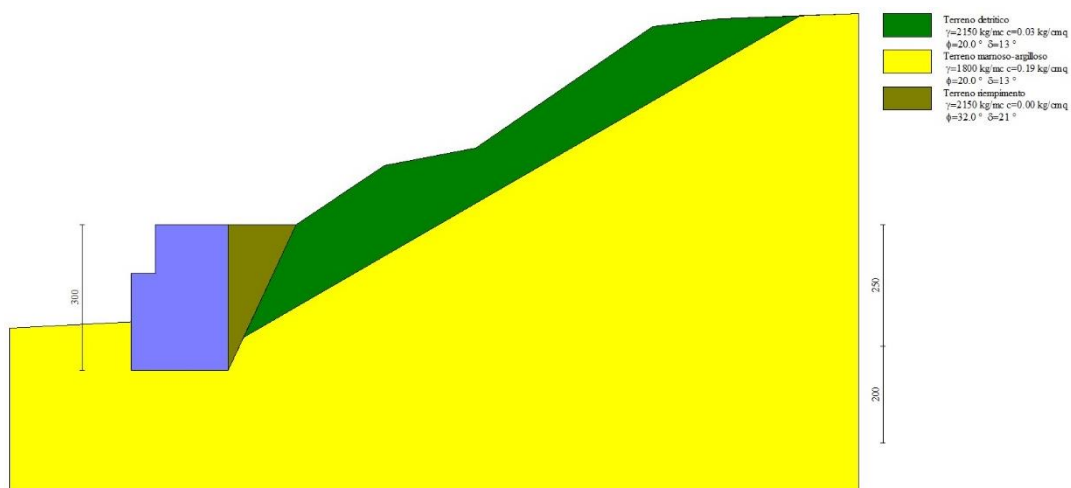


Fig. 10 - (Inviluppo)

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

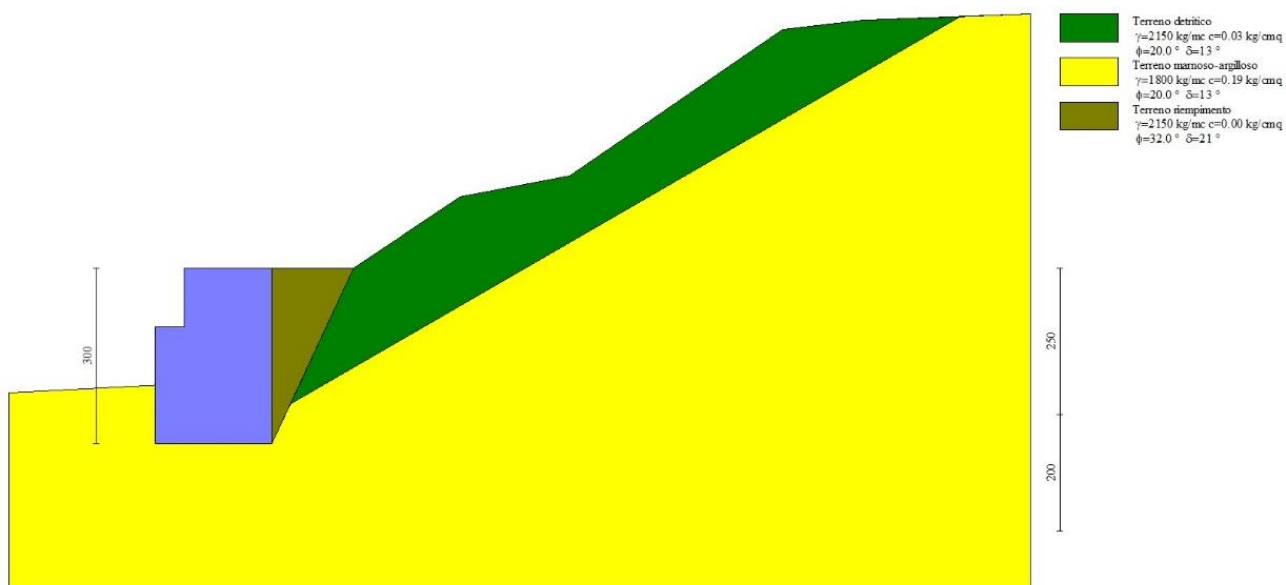


Fig. 11 - (Inviluppo)

Dati sismici

Comune	Colobraro
Provincia	Matera
Regione	Basilicata
Latitudine	40.204668
Longitudine	16.457052
Indice punti di interpolazione	35898 - 35899 - 35677 - 35676
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.963	0.000
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.098	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.638	2.449
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.455	0.320
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	6.713	3.356
Ultimo - Ribaltamento	0.570	10.069	5.035
Esercizio	0.470	0.000	0.000

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	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_r$)	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	Fellenius
---	-----------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
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 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 [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	7617	21.33	7095	2770	0.00	-2.23
	Peso/Inerzia muro			0	9625/0	-0.93	-1.59
	Resistenza passiva terreno antistante			-3801			
2	Spinta statica	5159	21.33	4806	1877	0.00	-2.26
	Incremento di spinta sismica		2483	2313	903	0.00	-1.50
	Peso/Inerzia muro			646	9625/323	-0.93	-1.59
	Resistenza passiva terreno antistante			-3801			

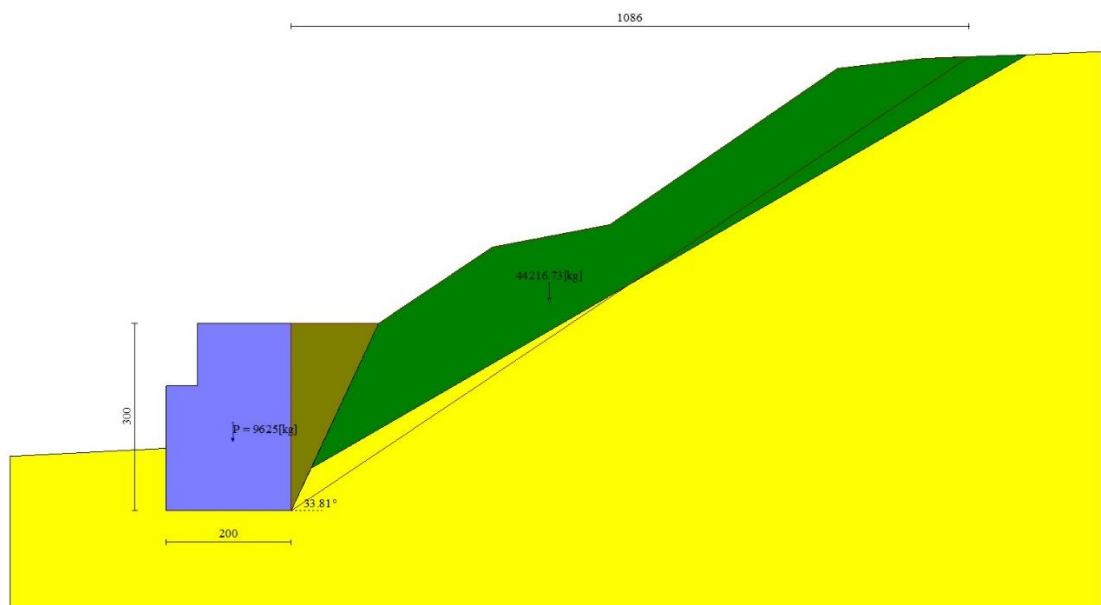


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

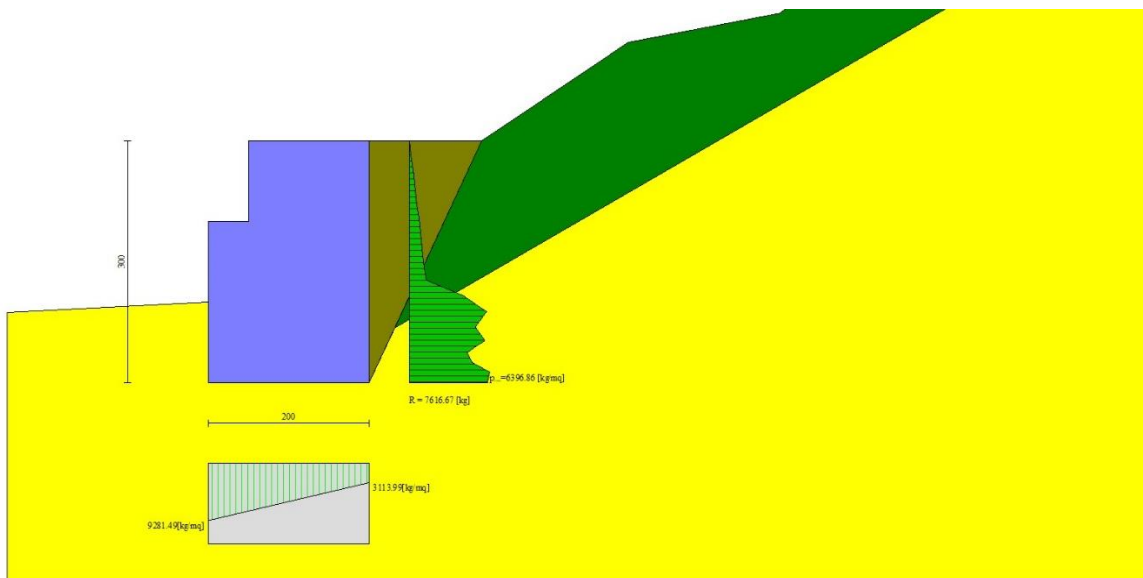


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

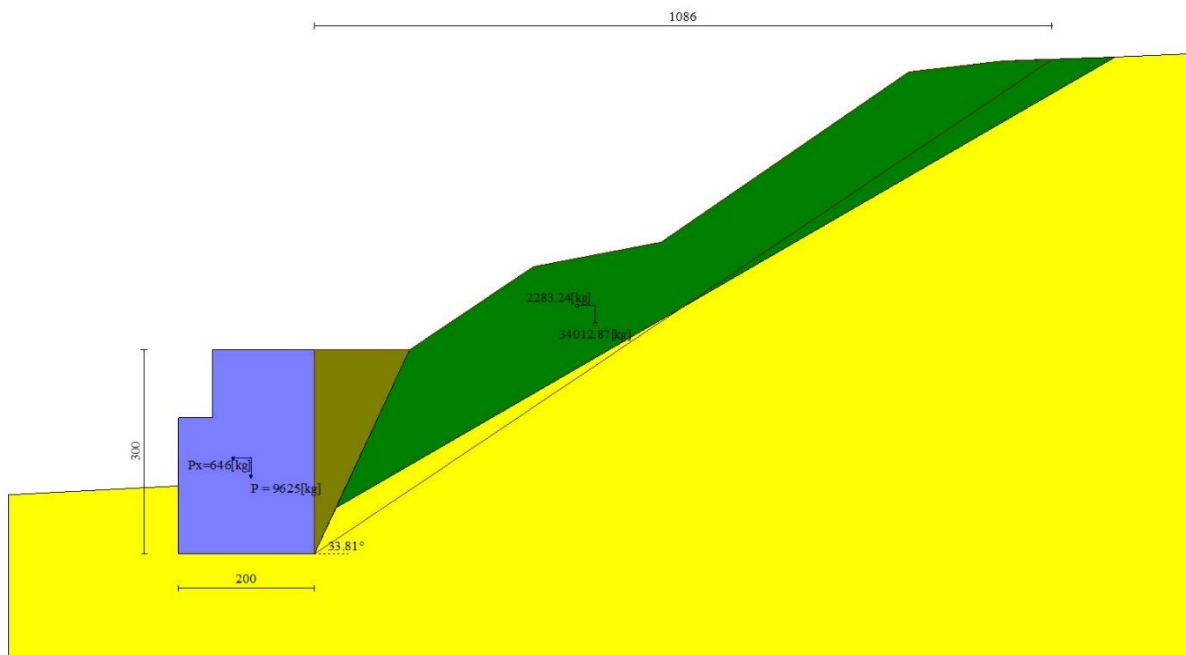


Fig. 14 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

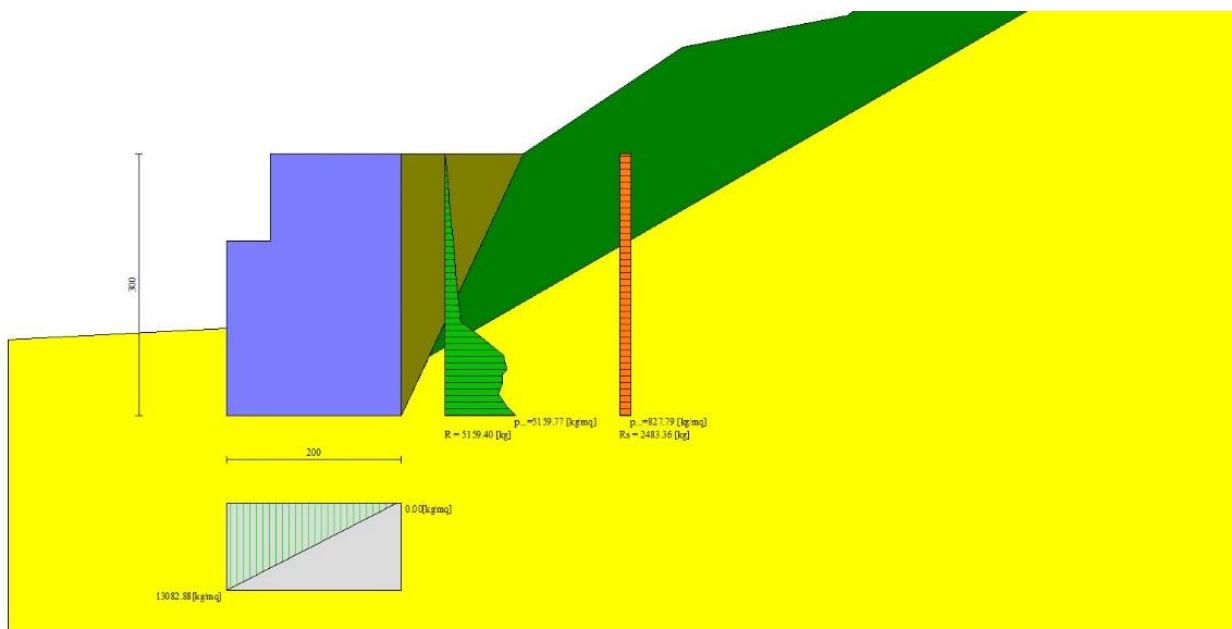


Fig. 15 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kg]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kg]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N	T	M _r	M _s	ecc
	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	12395	7095	5483	15822	0.166
2 - STR (A1-M1-R3)	12728	7765	7931	16186	0.351
3 - STR (A1-M1-R3)	11881	7250	7503	15439	0.332
4 - GEO (A2-M2-R2)	11951	7445	6825	14933	0.322
5 - GEO (A2-M2-R2)	12728	7765	7931	16186	0.351
6 - GEO (A2-M2-R2)	11881	7250	7503	15439	0.332
7 - EQU (A1-M1-R3)	12395	7095	5483	15822	0.166
8 - EQU (A1-M1-R3)	13334	9227	10094	17248	0.463
9 - EQU (A1-M1-R3)	12065	8458	9458	16130	0.447

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)		1.218		2.743			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.116		1.980			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.175		2.188			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.012		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.157		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.224		
7 - EQU (A1-M1-R3)			2.886				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		1.709				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.705				

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)	4838	3801	0	--	--	8639	7095	1.218
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	4865	3801	0	--	--	8666	7765	1.116

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 il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	12395	34003	24288	2.743
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	12728	25204	21003	1.980

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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità 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 $0.5B\gamma N_c$ 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 ^q]

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	Ir	Irc	Re	ry
1	14.835	0.448	1.143	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	6.399	0.448	1.071	--	--	--	--	--	--		
	2.871	0.239	1.071	--	--	--	--	--	--		
2	14.835	0.424	1.143	--	--	--	--	--	--	--	1.000
	6.399	0.424	1.071	--	--	--	--	--	--		
	2.871	0.324	1.071	--	--	--	--	--	--		

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kg/mc]	[kg/cm ^q]
1	1.00	1.67	1.43	1819	20.00	0.18
2	1.00	1.30	1.43	1819	20.00	0.18

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)	15822	5483	2.886
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	16130	9458	1.705

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)	0.00; 4.50	7.77	2.012
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 4.50	7.77	2.157

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 [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	711	0	7.70 - 0.47	74.694	16.234	0.02	0.000	
2	1692	0	0.47	64.383	16.234	0.15	0.000	
3	2137	0	0.47	57.146	16.234	0.15	0.000	
4	2413	0	0.47	51.162	16.234	0.15	0.000	
5	2585	0	0.47	45.886	16.234	0.15	0.000	
6	2711	0	0.47	41.077	16.234	0.15	0.000	
7	2958	0	0.47	36.600	16.234	0.15	0.000	
8	3187	0	0.47	32.372	16.234	0.15	0.000	
9	3376	0	0.47	28.334	16.234	0.15	0.000	
10	3498	0	0.47	24.445	16.234	0.15	0.000	
11	3416	0	0.47	20.674	16.234	0.15	0.000	
12	3277	0	0.47	16.994	16.234	0.15	0.000	
13	3110	0	0.47	13.386	16.234	0.15	0.000	
14	2986	0	0.47	9.831	16.234	0.15	0.000	
15	3069	0	0.47	6.314	16.234	0.15	0.000	
16	3154	0	0.47	2.821	16.234	0.15	0.000	
17	2878	0	0.47	-0.662	16.234	0.15	0.000	
18	2730	0	0.47	-4.147	16.234	0.15	0.000	
19	2681	0	0.47	-7.648	16.234	0.15	0.000	
20	2178	0	0.47	-11.177	16.234	0.15	0.000	
21	1373	0	0.47	-14.751	16.234	0.15	0.000	
22	861	0	0.47	-18.384	16.234	0.15	0.000	
23	659	0	0.47	-22.096	16.234	0.15	0.000	
24	420	0	0.47	-25.909	16.234	0.15	0.000	
25	141	0	-4.10 - 0.47	-29.042	16.234	0.15	0.000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	711	0	7.70 - 0.47	74.694	20.000	0.03	0.000	
2	1692	0	0.47	64.383	20.000	0.19	0.000	
3	2137	0	0.47	57.146	20.000	0.19	0.000	
4	2413	0	0.47	51.162	20.000	0.19	0.000	
5	2585	0	0.47	45.886	20.000	0.19	0.000	
6	2711	0	0.47	41.077	20.000	0.19	0.000	
7	2958	0	0.47	36.600	20.000	0.19	0.000	
8	3187	0	0.47	32.372	20.000	0.19	0.000	
9	3376	0	0.47	28.334	20.000	0.19	0.000	
10	3498	0	0.47	24.445	20.000	0.19	0.000	
11	3416	0	0.47	20.674	20.000	0.19	0.000	
12	3277	0	0.47	16.994	20.000	0.19	0.000	
13	3110	0	0.47	13.386	20.000	0.19	0.000	
14	2986	0	0.47	9.831	20.000	0.19	0.000	
15	3069	0	0.47	6.314	20.000	0.19	0.000	
16	3154	0	0.47	2.821	20.000	0.19	0.000	
17	2878	0	0.47	-0.662	20.000	0.19	0.000	
18	2730	0	0.47	-4.147	20.000	0.19	0.000	
19	2681	0	0.47	-7.648	20.000	0.19	0.000	
20	2178	0	0.47	-11.177	20.000	0.19	0.000	
21	1373	0	0.47	-14.751	20.000	0.19	0.000	
22	861	0	0.47	-18.384	20.000	0.19	0.000	
23	659	0	0.47	-22.096	20.000	0.19	0.000	
24	420	0	0.47	-25.909	20.000	0.19	0.000	
25	141	0	-4.10 - 0.47	-29.042	20.000	0.19	0.000	

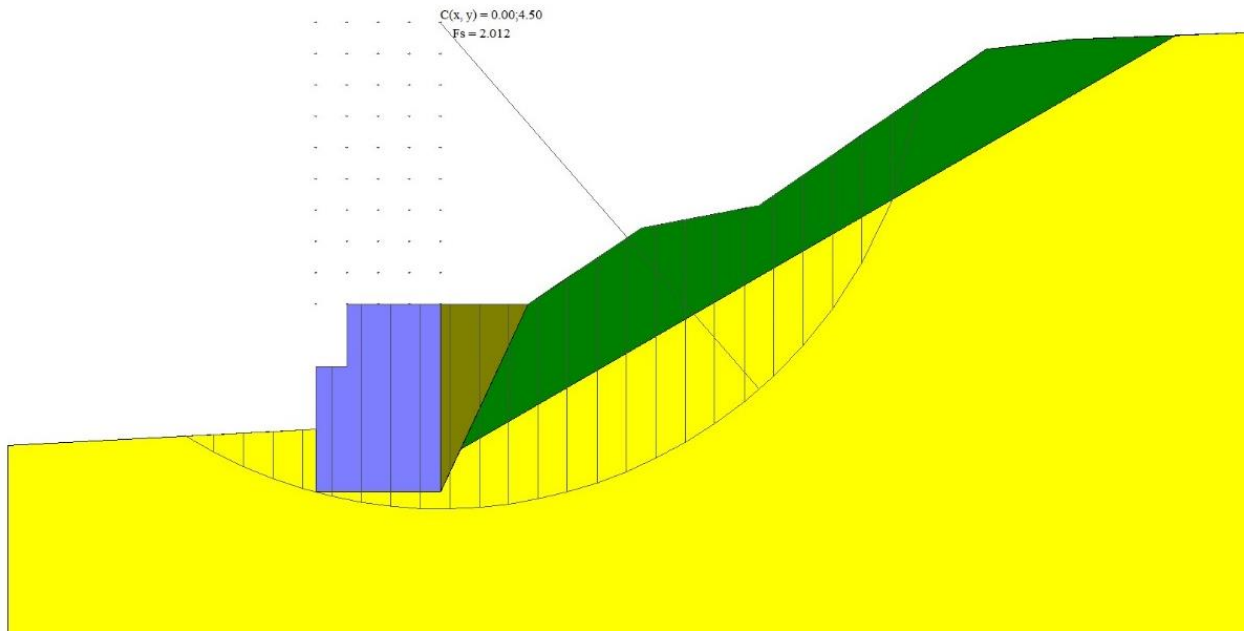


Fig. 16 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

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 [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0.00	0	0	0	0	0	0
2	-0.10	264	266	4	26	-1	-1
3	-0.20	531	533	14	57	-3	0
4	-0.30	800	803	33	93	-6	2
5	-0.40	1073	1075	58	135	-9	6
6	-0.50	1346	1350	90	183	-11	13
7	-0.60	1622	1626	129	236	-12	23
8	-0.70	1899	1906	176	295	-10	37
9	-0.80	2179	2190	229	359	-6	56
10	-0.90	2461	2476	290	428	2	80
11	-1.00	2746	2765	358	504	15	110

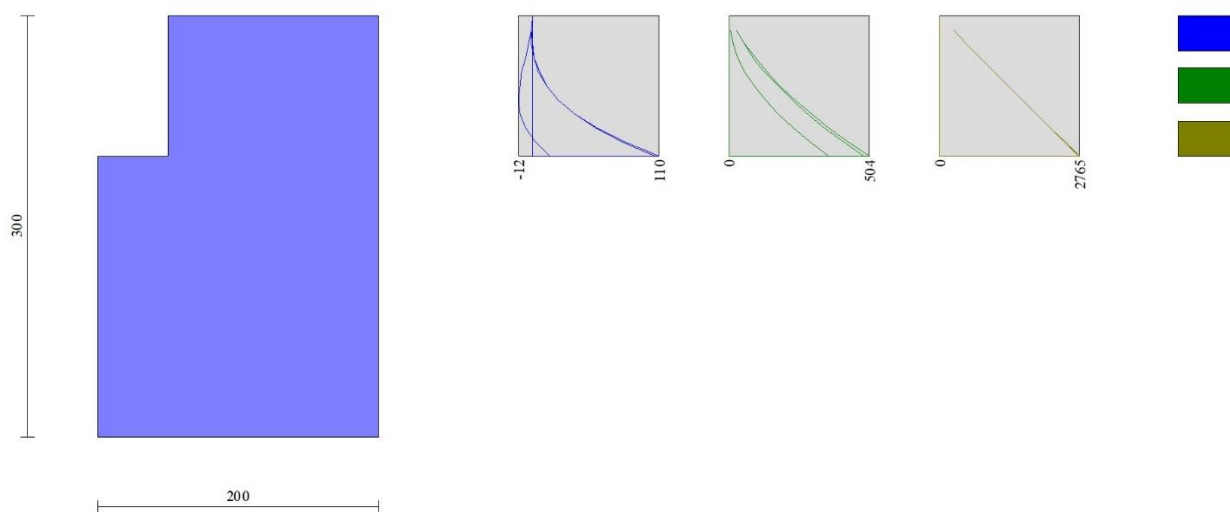


Fig. 17 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	-2.00	0	0	0	0	0	0
2	-1.90	0	0	563	925	28	47
3	-1.80	0	0	1095	1782	112	183
4	-1.70	0	0	1596	2572	246	401
5	-1.60	0	0	2066	3295	430	695
6	-1.50	0	0	2505	3951	658	1058

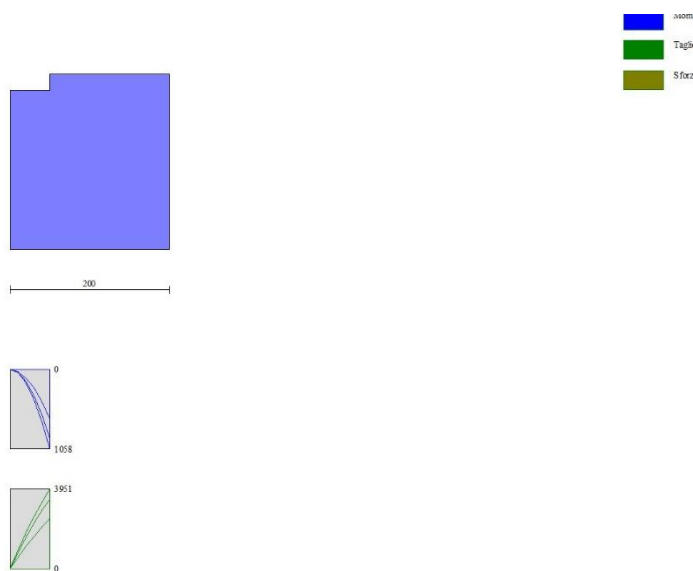


Fig. 18 - Fondazione