

**REGIONE
PIEMONTE**



**CITTA'
METROPOLITANA
DI TORINO**

COMUNE VAL DI CHY

EVENTO ALLUVIONALE DEL 23 E 24 NOVEMBRE 2019

LAVORI DI SISTEMAZIONE FRANA SU STRADA COMUNALE CHIARTANO

CIG: Z252C10FA4

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

C			
B			
A			
0			
mod.	data	descrizione della modifica	visto
Il Progettista :  Studio di Ingegneria Civile Dot. Ing. Alberto Perino Via Roma 39, 10039 Val di Chy (TO) E-Mail alberto.perino@virgilio.it C.F. PRNLRT75P08E379F P.I. 08677790019 Cell. 3397148167			A) RELAZIONE TECNICA
Il Responsabile del Procedimento:		Scala —	mod. 0
		Prat. n.86	Dis. n.
			Data Marzo 2020 Sost.il dis. n.

Indice

1.	PREMESSA.....	2
2.	SITUAZIONE ATTUALE.....	2
3.	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	3
4.	PREZZI ADOTTATI	4

1. PREMESSA

Con Determinazione n°5 del 14-02-2020 del Responsabile del Servizio Tecnico l'Amministrazione Comunale di Val di Chy, ha affidato allo scrivente l'incarico per la redazione del progetto definitivo - esecutivo dei lavori di sistemazione frana su strada comunale Chiartano.

Con la scorta della documentazione disponibile presso l'ufficio tecnico sono stati effettuati sopralluoghi nell'area oggetto di intervento alla presenza oltre che dello scrivente del Sig. Sindaco.

In ragione alla conformità dei luoghi e in ottemperanza a quanto richiesto espressamente dall'Amministrazione è stato redatto il progetto definitivo-esecutivo come di seguito descritto.

2. SITUAZIONE ATTUALE

Durante la ricognizione dei luoghi è stata effettuata un'accurata ispezione della frana su strada comunale Chiartano che collega l'abitato di Vistrorio a quello di Pecco (Val di Chy).

La situazione venutasi a creare costituisce pericolo in quanto detta strada risulta chiusa al transito veicolare e pedonale.

La frana ha interessato metà carreggiata della strada comunale per Loc. Chiartano e risulta ora interrotta la circolazione dal comune di Vistrorio al Comune Val di Chy Frazione Pecco e viceversa.

Al fine di ripristinare la viabilità comunale si è provveduto a quantificare le opere finalizzate alla stabilizzazione della frana e alla ricostruzione del tratto di strada al fine di consentire il transito con la dovuta sicurezza.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

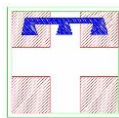
Le opere in progetto possono essere sinteticamente descritte come di seguito:

- Realizzazione fondazione scogliera in cls
- Esecuzione di scogliere con massi provenienti da cave aperte per conto dell'impresa disposti in sagoma prestabilita di volume comunque non inferiore a m³ 0,30 e di peso superiore a kg 800 compresa la preparazione del fondo, l'allontanamento delle acque ed ogni altro onere per dare l'opera finita a regola d'arte compreso intasamento dei vuoti in cls Rck 20 N/mm²
- Cordolo in cls per posa barriere stradali;
- Nuove barriere stradali H2 bordo ponte con mancorrente;
- Realizzazione di pozzetto e sostituzione della tubazione ammalorata esistente diametro 40cm con tubo in cls vibrocompresso del diametro di 100 cm;
- Ripristino di piano viabile mediante stesa e compattazione di conglomerato bituminoso di usura s=4cm;
- Realizzazione di tratto di canale in pietra e malta a valle sella scogliera per minimizzare gli effetti erosivi nel tratto con più pendenza per uno sviluppo di circa 10 ml;
- Ripristino e sistemazione cantiere.

come si evince dagli elaborati grafici di progetto.

4. PREZZI ADOTTATI

Di tutte le opere previste è stata effettuata una stima di massima. Con preciso riferimento ai prezzi, sono stati adottati sia per quanto concerne i noli, i materiali a pie d'opera e sia per le opere compiute i prezzi contenuti nel prezziario Edizione 2019 emanato dagli uffici preposti della Regione Piemonte. Per la manodopera i prezzi sono quelli emanati dalla Commissione Regionale Prezzi costituita presso il provveditorato delle OO.PP. per il Piemonte.



**REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI VAL DI CHY
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO**

LAVORI DI SISTEMAZIONE FRANA SU STRADA COMUNALE CHIARTANO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

QUADRO ECONOMICO DI SPESA

A1	Lavori oggetto di ribasso	€	74.725,77		
A2	Oneri della Sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€	4.274,23		
A	IMPORTO LAVORI			€	79.000,00
B	Somme a disposizione dell'Amministrazione				
B1	I.V.A. (22% di A)	€	17.380,00		
B2	Spese per progettazione, D.L., Contabilità, CRE	€	10.430,00		
B3	Contributo INARCASSA (4% di B2)	€	417,20		
B4	Relazione geologica geotecnica compreso oneri fiscali	€	1.045,30		
B5	Art. 92 D. Lgs. 163/2006	€	1.580,00		
B6	Occupazione Temporanea	€	150,00		
B7	Arrotondamento	€	- 2,50		
	Totale somme a disposizione dell'Amministrazione			€	31.000,00
	TOTALE GENERALE A)+B)			€	110.000,00

Progetto: LAVORI DI SISTEMAZIONE FRANA SU STRADA COMUNALE CHIARTANO
Ditta: -
Comune: VAL DI CHY
Progettista: Ing. Perino Alberto
Direttore dei Lavori: Ing. Perino Alberto
Impresa: -

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)

Richiami teorici

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

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

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di falda

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della 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

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

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo ρ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo 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

$$F_r = (N - Q) \operatorname{tg} \delta_f + S_p + c_a L_r \\ \text{con } L_r = B_f - L_c$$

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:

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

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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

Fattori di profondità

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

$$d_q = d_\gamma = 1$$

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

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

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.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c 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
<u>Calcestruzzo armato</u>	
Tipo	Classe di resistenza del cls
Tipo acciaio	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso
<u>Pietrame</u>	
γ	Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kg/cm ²]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kg/cm ²]

Calcestruzzo armato

n°	Descr	Tipo	Tipo acciaio	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	2500,00	250,00	306659	0.30	15.00	0.50

Pietrame

n°	Descr	γ	σ_{cp}	ϕ	τ_p
		[kg/mc]	[kg/cm ²]	[°]	[kg/cm ²]
4	Pietrame	2000,00	30,00	45.00	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	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000

Terreno a valle del muro

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	5,00	[m]
Altezza paramento libero	4,00	[m]
Spessore in sommità	2,00	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	2,71	[m]
Inclinazione paramento esterno	10,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	1,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]

Lunghezza totale	3,71	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,00	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	2,71	[m]
Altezza	1,00	[m]
Spessore	1,00	[m]

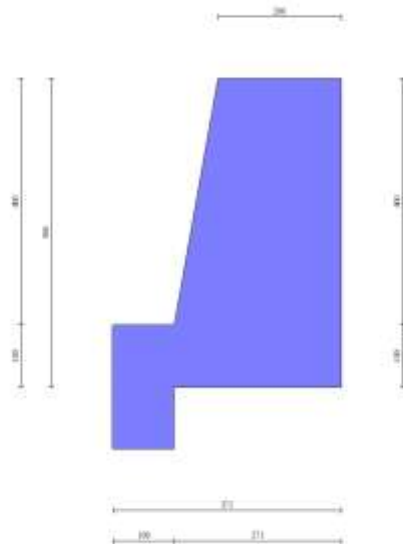


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreniParametri di resistenzaSimbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<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 [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	ca [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno	1530,00	1950,00	29.000	19.330	0,00	0,00		
2	Terreno 2	1380,00	1860,00	21.700	18.470	0,00	0,00		
3	Terreno 3	1480,00	1920,00	26.600	17.730	0,00	0,00		
4	Terreno 4	1890,00	2180,00	45.700	30.470	0,00	0,00		

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
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
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)
<u>Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')</u>	
Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
	[m]	[°]		[Kg/cm²]	[Kg/cm²]	[Kg/cm²]				
1	0,40	0.000	Terreno	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	1,20	0.000	Terreno 2	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
3	3,00	0.000	Terreno 3	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
4	4,00	0.000	Terreno 4	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

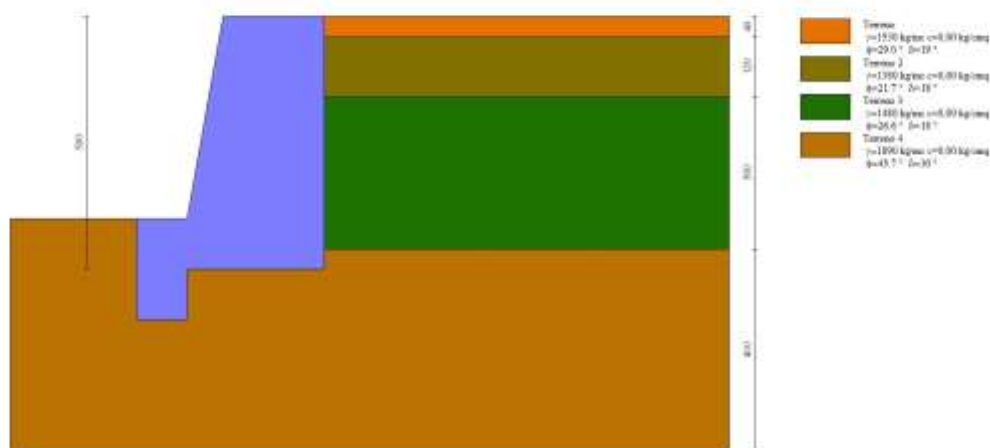


Fig. 2 - Stratigrafia

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) - VARIABILE

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

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					0,50	3,50	1000,00	1000,00

Normativa

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

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

[illegible]

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Variabili da traffico	Sfavolevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	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
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

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

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

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

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

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

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

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

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

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

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO A2-M2-R2

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

Combinazione n° 8 - GEO A2-M2-R2 H + V

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

Combinazione n° 9 - GEO A2-M2-R2 H - V

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

Combinazione n° 10 - EQU

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

Combinazione n° 11 - EQU H + V

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

Combinazione n° 12 - EQU H - V

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

Combinazione n° 13 - SLER

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

Combinazione n° 14 - SLEF

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

Combinazione n° 15 - SLEQ

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Pecco
Provincia	Torino
Regione	Piemonte
Latitudine	45.451805
Longitudine	7.777187
Indice punti di interpolazione	12019 - 11797 - 11796 - 12018
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]		0.452	0.236
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.046	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.698	2.591
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.281	0.191
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		A	1.000	1.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	
Coeff. di riduzione	β_m			0.380	0.470
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	β_m			0.000	0.000
Coeff. di intensità sismica orizzontale	k_h	[%]		2.100	1.357
Coeff. di intensità sismica verticale	$k_v=0.50 k_h$	[%]		1.050	0.679

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

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta
Tipo di spinta
Terreno a bassa permeabilità
Superficie di spinta limitata

Culmann
Spinta attiva
Non attiva
Non attiva

Capacità portante

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

Meyerhof
Ponderata
Meyerhof
Nessuna
Larghezza ridotta (B')
Solo i fattori di inclinazione

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale

Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni
Considera terreno sulla fondazione di valle
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls

0.00
50.00
NO
NO
NO

Spostamenti

Modello a blocchi
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti
Spostamento limite

5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]	I [°]
1	Spinta statica	9664	9196	2970	0,00	-3,05	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
2	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Incremento di spinta sismica	360	343	111	0,00	-3,33	
	Peso/Inerzia muro		642	30585/321	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
3	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Incremento di spinta sismica	210	199	64	0,00	-3,33	
	Peso/Inerzia muro		642	30585/-321	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
4	Spinta statica	9664	9196	2970	0,00	-3,05	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	39760/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
5	Spinta statica	9664	9196	2970	0,00	-3,05	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
6	Spinta statica	9664	9196	2970	0,00	-3,05	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	39760/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
7	Spinta statica	9165	8873	2293	0,00	-3,03	14,49
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2109				
8	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Incremento di spinta sismica	360	343	111	0,00	-3,33	
	Peso/Inerzia muro		642	30585/321	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
9	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Incremento di spinta sismica	210	199	64	0,00	-3,33	
	Peso/Inerzia muro		642	30585/-321	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
10	Spinta statica	9664	9196	2970	0,00	-3,05	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
11	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Incremento di spinta sismica	544	518	167	0,00	-3,33	
	Peso/Inerzia muro		963	30585/482	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
12	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Incremento di spinta sismica	317	302	98	0,00	-3,33	
	Peso/Inerzia muro		963	30585/-482	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
13	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
14	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				
15	Spinta statica	7208	6859	2215	0,00	-3,06	17,90

Ic	A	V	Cx	Cy	Px	Py	I
		[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[m]	[°]
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				

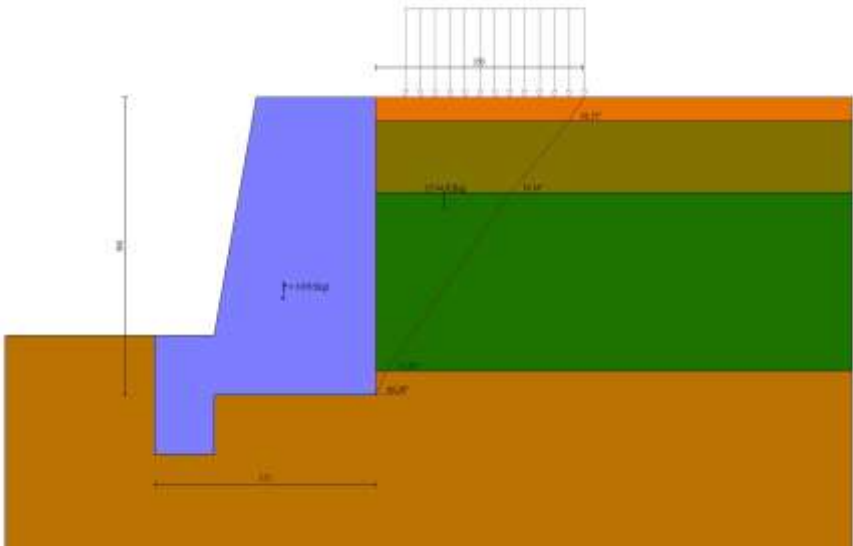


Fig. 3 - Cuneo di spinta statico (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

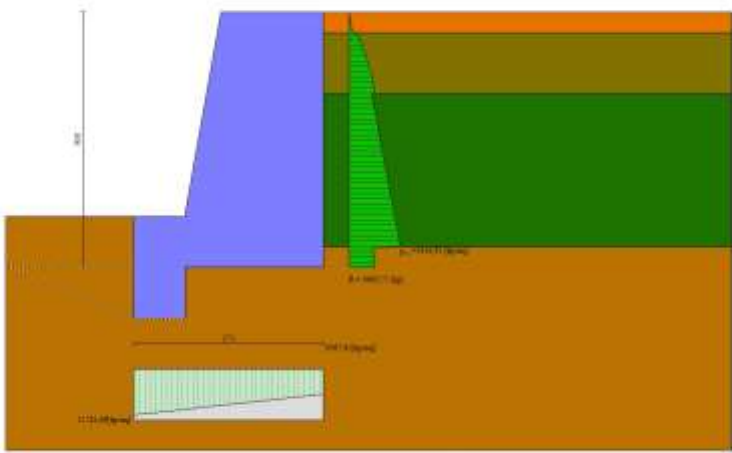


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

n°	Tipo	Sismica	FS _{sco}	FS _{rib}	FS _{qlim}	FS _{stab}	FS _{hyd}	FS _{upl}
6	STR A1-M1-R3		3.044		69.016			
7	GEO A2-M2-R2					2.399		
8	GEO A2-M2-R2	H + V				2.945		
9	GEO A2-M2-R2	H - V				2.942		
10	EQU			4.286				
11	EQU	H + V		4.741				
12	EQU	H - V		4.470				

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	- 1,6216810993539 3E284	0	2851	--	--	22593	9196	2.457
2	- 1,6216810993539 3E284	0	2851	--	--	22403	7845	2.856
3	- 1,6216810993539 3E284	0	2851	--	--	21998	7701	2.856
4	- 1,6216810993539 3E284	0	2851	--	--	27991	9196	3.044
5	- 1,6216810993539 3E284	0	2851	--	--	22593	9196	2.457
6	- 1,6216810993539 3E284	0	2851	--	--	27991	9196	3.044

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
φ _{Rp}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss	φ _{Rp}	Nrpp	Lr
	[kg]		[kg]	[m]
1	0	22.150	33554	3,71
2	0	22.150	33231	3,71
3	0	22.150	32543	3,71
4	0	22.150	42730	3,71
5	0	22.150	33554	3,71
6	0	22.150	42730	3,71

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1	33554	2308609	1649006	68.802
2	33231	2699221	2249351	81.225
3	32543	2689370	2241142	82.641
4	42730	2949046	2106461	69.016
5	33554	2308609	1649006	68.802
6	42730	2949046	2106461	69.016

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

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

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ²]
1	146.312 150.932 307.133	0.688 0.688 0.442	1.133 1.066 1.066	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.933	1,00	3,51 4,55	1890	45.70	0,00
2	146.312 150.932 307.133	0.727 0.727 0.503	1.133 1.066 1.066	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.933	1,00	3,62 4,55	1890	45.70	0,00
3	146.312 150.932 307.133	0.726 0.726 0.502	1.133 1.066 1.066	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.933	1,00	3,61 4,55	1890	45.70	0,00
4	146.312 150.932 307.133	0.748 0.748 0.539	1.133 1.066 1.066	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.933	1,00	3,68 4,55	1890	45.70	0,00
5	146.312 150.932 307.133	0.688 0.688 0.442	1.133 1.066 1.066	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.933	1,00	3,51 4,55	1890	45.70	0,00
6	146.312 150.932 307.133	0.748 0.748 0.539	1.133 1.066 1.066	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.933	1,00	3,68 4,55	1890	45.70	0,00

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)

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
10	76849	17929	4.286
11	75709	15970	4.741
12	74413	16647	4.470

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7	-4,00; 1,50	7,64	2.399
8	-4,00; 1,50	7,64	2.945
9	-4,00; 1,50	7,64	2.942

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/cm²]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]
 $T_x; T_y$ Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm²]

Combinazione n° 7 - GEO A2-M2-R2

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	590	664	3,50 - 0,51	72.131	17.659	0,00	0,000	
2	1522	667	0,51	62.043	21.832	0,00	0,000	
3	2163	667	0,51	54.618	21.832	0,00	0,000	
4	2656	667	0,51	48.400	21.832	0,00	0,000	
5	3056	667	0,51	42.879	21.832	0,00	0,000	
6	3392	570	0,51	37.821	21.832	0,00	0,000	
7	3949	0	0,51	33.092	39.345	0,00	0,000	
8	5326	0	0,51	28.607	39.345	0,00	0,000	
9	5574	0	0,51	24.307	39.345	0,00	0,000	
10	5777	0	0,51	20.149	39.345	0,00	0,000	
11	5831	0	0,51	16.100	39.345	0,00	0,000	
12	3769	0	0,51	12.133	39.345	0,00	0,000	
13	2661	0	0,51	8.224	39.345	0,00	0,000	
14	2676	0	0,51	4.353	39.345	0,00	0,000	
15	1987	0	0,51	0.502	39.345	0,00	0,000	
16	1933	0	0,51	-3.346	39.345	0,00	0,000	
17	1887	0	0,51	-7.210	39.345	0,00	0,000	
18	1807	0	0,51	-11.107	39.345	0,00	0,000	
19	1691	0	0,51	-15.057	39.345	0,00	0,000	
20	1539	0	0,51	-19.083	39.345	0,00	0,000	
21	1346	0	0,51	-23.209	39.345	0,00	0,000	
22	1110	0	0,51	-27.468	39.345	0,00	0,000	
23	826	0	0,51	-31.900	39.345	0,00	0,000	
24	494	0	0,51	-36.558	39.345	0,00	0,000	
25	164	0	-9,32 - 0,51	-40.832	39.345	0,00	0,000	

Combinazione n° 8 - GEO A2-M2-R2 H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	590	511	3,50 - 0,51	72.131	21.700	0,00	0,000	
2	1522	513	0,51	62.043	26.600	0,00	0,000	
3	2163	513	0,51	54.618	26.600	0,00	0,000	
4	2656	513	0,51	48.400	26.600	0,00	0,000	
5	3056	513	0,51	42.879	26.600	0,00	0,000	
6	3392	438	0,51	37.821	26.600	0,00	0,000	
7	3949	0	0,51	33.092	45.700	0,00	0,000	
8	5326	0	0,51	28.607	45.700	0,00	0,000	
9	5574	0	0,51	24.307	45.700	0,00	0,000	
10	5777	0	0,51	20.149	45.700	0,00	0,000	
11	5831	0	0,51	16.100	45.700	0,00	0,000	
12	3769	0	0,51	12.133	45.700	0,00	0,000	
13	2661	0	0,51	8.224	45.700	0,00	0,000	
14	2676	0	0,51	4.353	45.700	0,00	0,000	
15	1987	0	0,51	0.502	45.700	0,00	0,000	
16	1933	0	0,51	-3.346	45.700	0,00	0,000	
17	1887	0	0,51	-7.210	45.700	0,00	0,000	
18	1807	0	0,51	-11.107	45.700	0,00	0,000	
19	1691	0	0,51	-15.057	45.700	0,00	0,000	
20	1539	0	0,51	-19.083	45.700	0,00	0,000	
21	1346	0	0,51	-23.209	45.700	0,00	0,000	
22	1110	0	0,51	-27.468	45.700	0,00	0,000	
23	826	0	0,51	-31.900	45.700	0,00	0,000	
24	494	0	0,51	-36.558	45.700	0,00	0,000	
25	164	0	-9,32 - 0,51	-40.832	45.700	0,00	0,000	

Combinazione n° 9 - GEO A2-M2-R2 H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	590	511	3,50 - 0,51	72.131	21.700	0,00	0,000	
2	1522	513	0,51	62.043	26.600	0,00	0,000	
3	2163	513	0,51	54.618	26.600	0,00	0,000	
4	2656	513	0,51	48.400	26.600	0,00	0,000	
5	3056	513	0,51	42.879	26.600	0,00	0,000	
6	3392	438	0,51	37.821	26.600	0,00	0,000	
7	3949	0	0,51	33.092	45.700	0,00	0,000	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
8	5326	0	0,51	28.607	45.700	0,00	0,000	
9	5574	0	0,51	24.307	45.700	0,00	0,000	
10	5777	0	0,51	20.149	45.700	0,00	0,000	
11	5831	0	0,51	16.100	45.700	0,00	0,000	
12	3769	0	0,51	12.133	45.700	0,00	0,000	
13	2661	0	0,51	8.224	45.700	0,00	0,000	
14	2676	0	0,51	4.353	45.700	0,00	0,000	
15	1987	0	0,51	0.502	45.700	0,00	0,000	
16	1933	0	0,51	-3.346	45.700	0,00	0,000	
17	1887	0	0,51	-7.210	45.700	0,00	0,000	
18	1807	0	0,51	-11.107	45.700	0,00	0,000	
19	1691	0	0,51	-15.057	45.700	0,00	0,000	
20	1539	0	0,51	-19.083	45.700	0,00	0,000	
21	1346	0	0,51	-23.209	45.700	0,00	0,000	
22	1110	0	0,51	-27.468	45.700	0,00	0,000	
23	826	0	0,51	-31.900	45.700	0,00	0,000	
24	494	0	0,51	-36.558	45.700	0,00	0,000	
25	164	0	-9,32 - 0,51	-40.832	45.700	0,00	0,000	

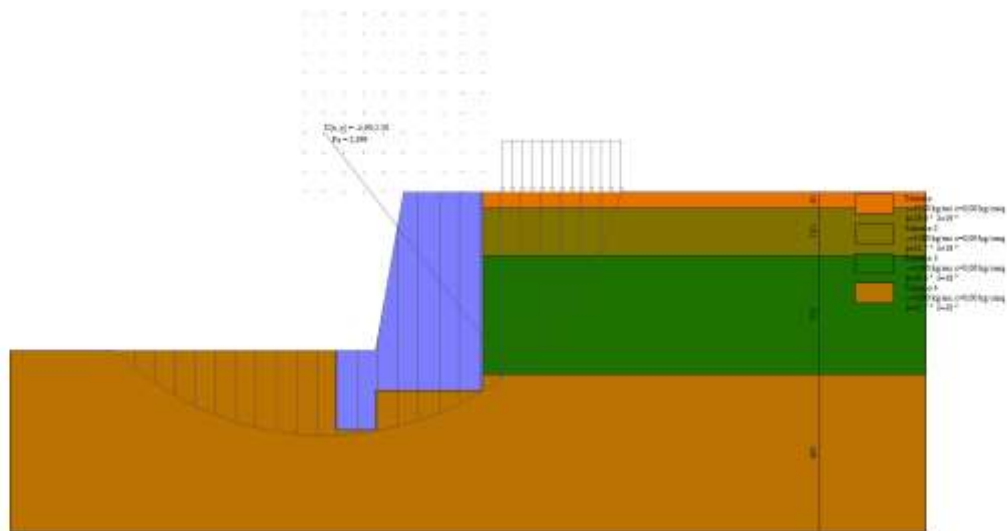


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

Sollecitazioni

Simbologia adottata

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	12	-6
3	-0,40	1628	47	-22
4	-0,60	2463	175	-37
5	-0,80	3313	356	-36
6	-1,00	4176	582	-9
7	-1,20	5054	843	52
8	-1,40	5946	1135	152
9	-1,60	6851	1456	298
10	-1,80	7771	1758	490
11	-2,00	8705	2087	729
12	-2,20	9653	2440	1019
13	-2,40	10616	2813	1366

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
14	-2,60	11592	3207	1772
15	-2,80	12582	3627	2242
16	-3,00	13587	4073	2780
17	-3,20	14606	4545	3393
18	-3,40	15638	5043	4085
19	-3,60	16685	5565	4860
20	-3,80	17746	6113	5724
21	-4,00	18821	6686	6681

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	27	-5
3	-0,40	1628	73	-17
4	-0,60	2463	185	-28
5	-0,80	3313	338	-27
6	-1,00	4176	527	-7
7	-1,20	5054	743	38
8	-1,40	5946	984	114
9	-1,60	6851	1249	224
10	-1,80	7771	1501	370
11	-2,00	8705	1776	552
12	-2,20	9653	2072	775
13	-2,40	10616	2385	1041
14	-2,60	11592	2716	1355
15	-2,80	12582	3069	1720
16	-3,00	13587	3443	2141
17	-3,20	14606	3839	2620
18	-3,40	15638	4256	3162
19	-3,60	16685	4693	3772
20	-3,80	17746	5152	4452
21	-4,00	18821	5632	5208

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	26	-5
3	-0,40	1628	72	-17
4	-0,60	2463	183	-28
5	-0,80	3313	334	-28
6	-1,00	4176	520	-9
7	-1,20	5054	733	35
8	-1,40	5946	971	108
9	-1,60	6851	1232	215
10	-1,80	7771	1480	357
11	-2,00	8705	1750	534
12	-2,20	9653	2041	752
13	-2,40	10616	2347	1012
14	-2,60	11592	2672	1317
15	-2,80	12582	3018	1673
16	-3,00	13587	3384	2082
17	-3,20	14606	3772	2549
18	-3,40	15638	4180	3077
19	-3,60	16685	4609	3671
20	-3,80	17746	5058	4333
21	-4,00	18821	5527	5069

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	1049	12	-8
3	-0,40	2117	47	-31
4	-0,60	3203	175	-57
5	-0,80	4307	356	-71
6	-1,00	5429	582	-63
7	-1,20	6570	843	-27
8	-1,40	7729	1135	44
9	-1,60	8907	1456	156
10	-1,80	10103	1758	310

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
11	-2,00	11317	2087	505
12	-2,20	12549	2440	747
13	-2,40	13800	2813	1040
14	-2,60	15070	3207	1387
15	-2,80	16357	3627	1793
16	-3,00	17663	4073	2262
17	-3,20	18987	4545	2801
18	-3,40	20330	5043	3412
19	-3,60	21691	5565	4102
20	-3,80	23070	6113	4875
21	-4,00	24468	6686	5736

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	12	-6
3	-0,40	1628	47	-22
4	-0,60	2463	175	-37
5	-0,80	3313	356	-36
6	-1,00	4176	582	-9
7	-1,20	5054	843	52
8	-1,40	5946	1135	152
9	-1,60	6851	1456	298
10	-1,80	7771	1758	490
11	-2,00	8705	2087	729
12	-2,20	9653	2440	1019
13	-2,40	10616	2813	1366
14	-2,60	11592	3207	1772
15	-2,80	12582	3627	2242
16	-3,00	13587	4073	2780
17	-3,20	14606	4545	3393
18	-3,40	15638	5043	4085
19	-3,60	16685	5565	4860
20	-3,80	17746	6113	5724
21	-4,00	18821	6686	6681

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	1049	12	-8
3	-0,40	2117	47	-31
4	-0,60	3203	175	-57
5	-0,80	4307	356	-71
6	-1,00	5429	582	-63
7	-1,20	6570	843	-27
8	-1,40	7729	1135	44
9	-1,60	8907	1456	156
10	-1,80	10103	1758	310
11	-2,00	11317	2087	505
12	-2,20	12549	2440	747
13	-2,40	13800	2813	1040
14	-2,60	15070	3207	1387
15	-2,80	16357	3627	1793
16	-3,00	17663	4073	2262
17	-3,20	18987	4545	2801
18	-3,40	20330	5043	3412
19	-3,60	21691	5565	4102
20	-3,80	23070	6113	4875
21	-4,00	24468	6686	5736

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	9	-6
3	-0,40	1628	36	-24
4	-0,60	2463	127	-44
5	-0,80	3313	258	-57
6	-1,00	4176	422	-56
7	-1,20	5054	613	-34

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
8	-1,40	5946	826	13
9	-1,60	6851	1062	88
10	-1,80	7771	1284	194
11	-2,00	8705	1527	329
12	-2,20	9653	1788	499
13	-2,40	10616	2065	705
14	-2,60	11592	2359	952
15	-2,80	12582	2673	1241
16	-3,00	13587	3006	1578
17	-3,20	14606	3360	1966
18	-3,40	15638	3733	2408
19	-3,60	16685	4125	2909
20	-3,80	17746	4537	3471
21	-4,00	18821	4968	4099

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	9	-6
3	-0,40	1628	36	-24
4	-0,60	2463	127	-44
5	-0,80	3313	258	-57
6	-1,00	4176	422	-56
7	-1,20	5054	613	-34
8	-1,40	5946	826	13
9	-1,60	6851	1062	88
10	-1,80	7771	1284	194
11	-2,00	8705	1527	329
12	-2,20	9653	1788	499
13	-2,40	10616	2065	705
14	-2,60	11592	2359	952
15	-2,80	12582	2673	1241
16	-3,00	13587	3006	1578
17	-3,20	14606	3360	1966
18	-3,40	15638	3733	2408
19	-3,60	16685	4125	2909
20	-3,80	17746	4537	3471
21	-4,00	18821	4968	4099

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,20	807	9	-6
3	-0,40	1628	36	-24
4	-0,60	2463	127	-44
5	-0,80	3313	258	-57
6	-1,00	4176	422	-56
7	-1,20	5054	613	-34
8	-1,40	5946	826	13
9	-1,60	6851	1062	88
10	-1,80	7771	1284	194
11	-2,00	8705	1527	329
12	-2,20	9653	1788	499
13	-2,40	10616	2065	705
14	-2,60	11592	2359	952
15	-2,80	12582	2673	1241
16	-3,00	13587	3006	1578
17	-3,20	14606	3360	1966
18	-3,40	15638	3733	2408
19	-3,60	16685	4125	2909
20	-3,80	17746	4537	3471
21	-4,00	18821	4968	4099

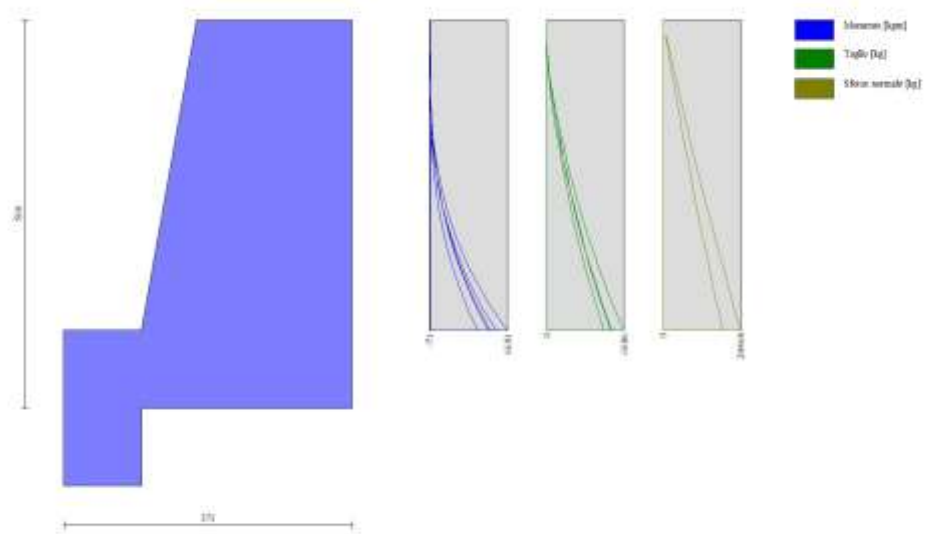


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	666	33
3	-3,51	0	1318	133
4	-3,41	0	1956	297
5	-3,31	0	2579	523
6	-3,21	0	3187	812
7	-3,11	0	3781	1160
8	-3,01	0	4360	1568
9	-2,91	0	4925	2032
10	-2,81	0	5475	2552
11	-2,71	0	6011	3127

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	569	29
3	-3,51	0	1128	113
4	-3,41	0	1678	254
5	-3,31	0	2218	449
6	-3,21	0	2749	697
7	-3,11	0	3270	998
8	-3,01	0	3781	1351
9	-2,91	0	4283	1754
10	-2,81	0	4776	2207
11	-2,71	0	5258	2709

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	550	28
3	-3,51	0	1090	110
4	-3,41	0	1621	245
5	-3,31	0	2142	433
6	-3,21	0	2654	673
7	-3,11	0	3156	964
8	-3,01	0	3648	1304
9	-2,91	0	4131	1693
10	-2,81	0	4605	2130

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
11	-2,71	0	5068	2614

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	656	33
3	-3,51	0	1304	131
4	-3,41	0	1943	293
5	-3,31	0	2574	519
6	-3,21	0	3196	808
7	-3,11	0	3809	1158
8	-3,01	0	4414	1569
9	-2,91	0	5011	2041
10	-2,81	0	5599	2571
11	-2,71	0	6178	3160

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	666	33
3	-3,51	0	1318	133
4	-3,41	0	1956	297
5	-3,31	0	2579	523
6	-3,21	0	3187	812
7	-3,11	0	3781	1160
8	-3,01	0	4360	1568
9	-2,91	0	4925	2032
10	-2,81	0	5475	2552
11	-2,71	0	6011	3127

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	656	33
3	-3,51	0	1304	131
4	-3,41	0	1943	293
5	-3,31	0	2574	519
6	-3,21	0	3196	808
7	-3,11	0	3809	1158
8	-3,01	0	4414	1569
9	-2,91	0	5011	2041
10	-2,81	0	5599	2571
11	-2,71	0	6178	3160

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	485	24
3	-3,51	0	964	97
4	-3,41	0	1437	217
5	-3,31	0	1905	384
6	-3,21	0	2368	598
7	-3,11	0	2825	857
8	-3,01	0	3276	1162
9	-2,91	0	3722	1512
10	-2,81	0	4162	1907
11	-2,71	0	4597	2345

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	485	24
3	-3,51	0	964	97
4	-3,41	0	1437	217

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
5	-3,31	0	1905	384
6	-3,21	0	2368	598
7	-3,11	0	2825	857
8	-3,01	0	3276	1162
9	-2,91	0	3722	1512
10	-2,81	0	4162	1907
11	-2,71	0	4597	2345

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kg]	[kg]	[kgm]
1	-3,71	0	0	0
2	-3,61	0	485	24
3	-3,51	0	964	97
4	-3,41	0	1437	217
5	-3,31	0	1905	384
6	-3,21	0	2368	598
7	-3,11	0	2825	857
8	-3,01	0	3276	1162
9	-2,91	0	3722	1512
10	-2,81	0	4162	1907
11	-2,71	0	4597	2345

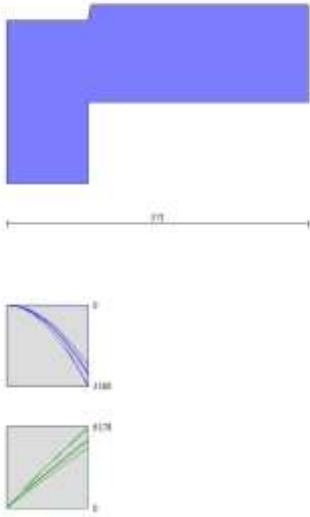


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]	I [°]
1	Spinta statica	9664	9196	2970	0,00	-3,05	17,90
	Peso/Inerzia muro		0	30585/0	-1,55	-3,10	
	Resistenza passiva sperone		2851				

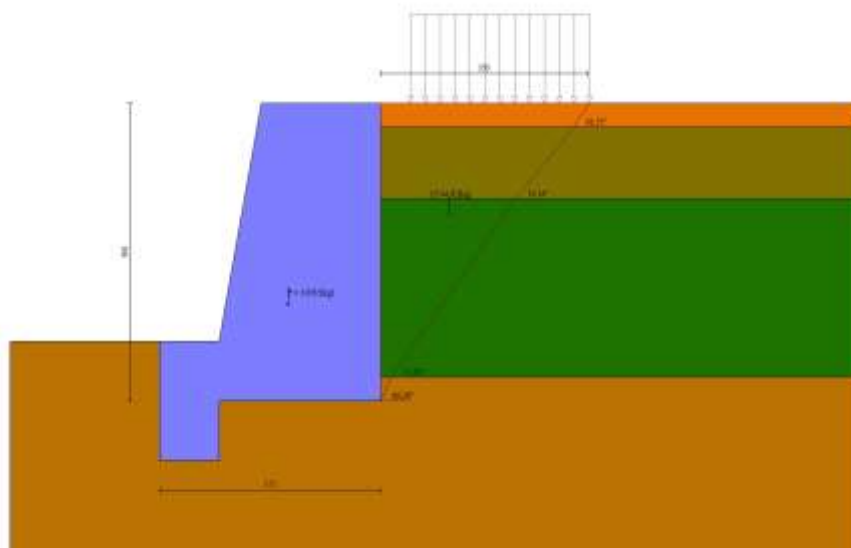


Fig. 10 - Cuneo di spinta statico (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

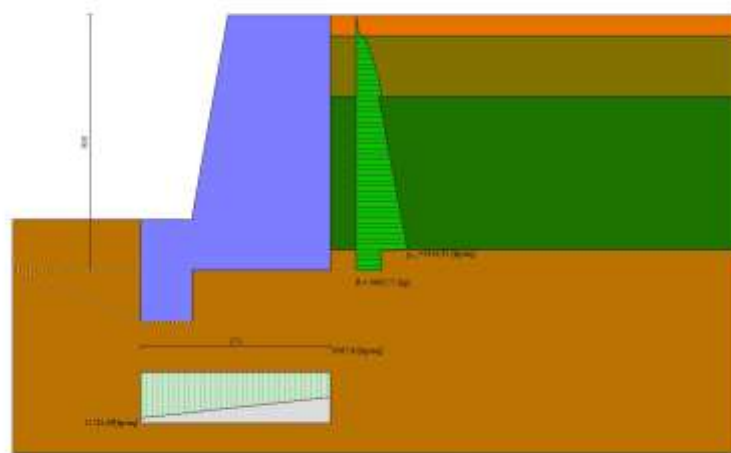


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

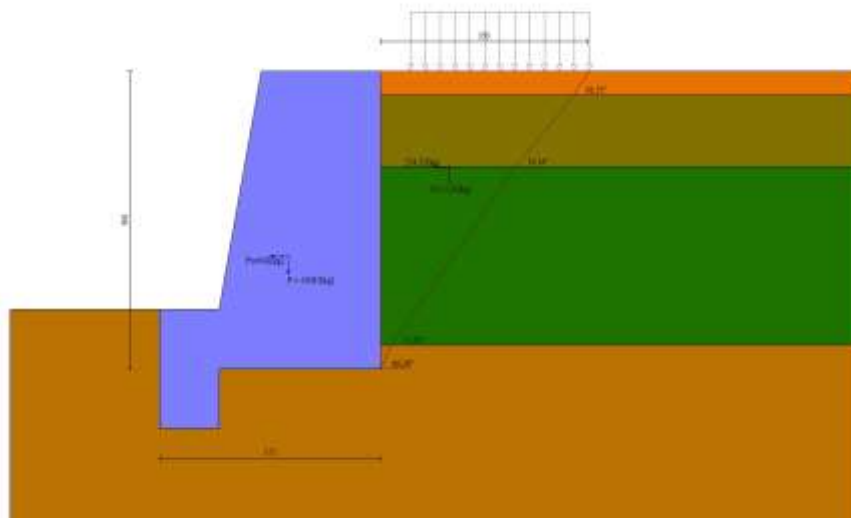


Fig. 12 - Cuneo di spinta sismico (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

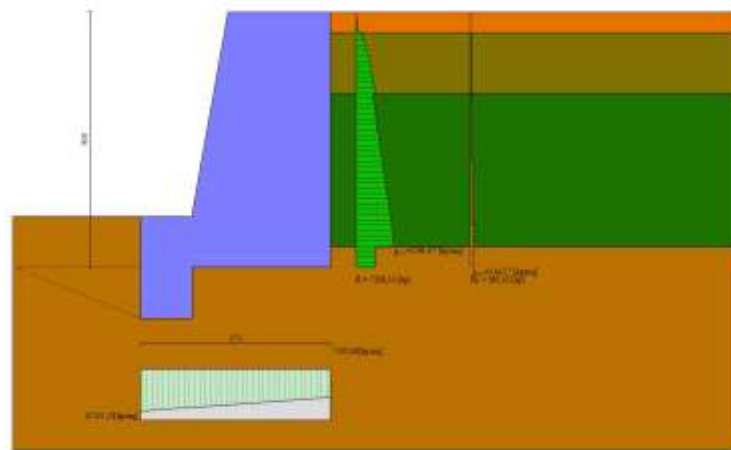


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Indice della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
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

n°	Tipo	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1	STR A1-M1-R3		2.457		68.802			
2	STR A1-M1-R3	H + V	2.856		81.225			
3	STR A1-M1-R3	H - V	2.856		82.641			
4	STR A1-M1-R3		3.044		69.016			
5	STR A1-M1-R3		2.457		68.802			

n°	Tipo	Sismica	FS _{sco}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
6	STR A1-M1-R3		3.044		69.016			
7	GEO A2-M2-R2					2.399		
8	GEO A2-M2-R2	H + V				2.945		
9	GEO A2-M2-R2	H - V				2.942		
10	EQU			4.286				
11	EQU	H + V		4.741				
12	EQU	H - V		4.470				

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	19741	0	2851	--	--	22593	9196	2.457

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kg]
φ _{Rp}	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kg]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss	φ _{Rp}	Nrpp	Lr
	[kg]		[kg]	[m]
1	0	22.150	33554	3,71

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1	33554	2308609	1649006	68.802

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cmqa]
1	146.312 150.932	0.688 0.688	1.133 1.066	-- --	-- --	-- --	-- --	0.933	1,00	3,51 4,55	1890	45.70	0,00

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cmq]
	307.133	0.442	1.066	--	--	--	--						

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)

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
10	76849	17929	4.286

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7	-4,00; 1,50	7,64	2.399

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W peso della striscia espresso in [kg]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	590	664	3,50 - 0,51	72.131	17.659	0,00	0,000	
2	1522	667	0,51	62.043	21.832	0,00	0,000	
3	2163	667	0,51	54.618	21.832	0,00	0,000	
4	2656	667	0,51	48.400	21.832	0,00	0,000	
5	3056	667	0,51	42.879	21.832	0,00	0,000	
6	3392	570	0,51	37.821	21.832	0,00	0,000	
7	3949	0	0,51	33.092	39.345	0,00	0,000	
8	5326	0	0,51	28.607	39.345	0,00	0,000	
9	5574	0	0,51	24.307	39.345	0,00	0,000	
10	5777	0	0,51	20.149	39.345	0,00	0,000	
11	5831	0	0,51	16.100	39.345	0,00	0,000	
12	3769	0	0,51	12.133	39.345	0,00	0,000	
13	2661	0	0,51	8.224	39.345	0,00	0,000	
14	2676	0	0,51	4.353	39.345	0,00	0,000	
15	1987	0	0,51	0.502	39.345	0,00	0,000	
16	1933	0	0,51	-3.346	39.345	0,00	0,000	
17	1887	0	0,51	-7.210	39.345	0,00	0,000	
18	1807	0	0,51	-11.107	39.345	0,00	0,000	
19	1691	0	0,51	-15.057	39.345	0,00	0,000	
20	1539	0	0,51	-19.083	39.345	0,00	0,000	
21	1346	0	0,51	-23.209	39.345	0,00	0,000	
22	1110	0	0,51	-27.468	39.345	0,00	0,000	
23	826	0	0,51	-31.900	39.345	0,00	0,000	
24	494	0	0,51	-36.558	39.345	0,00	0,000	
25	164	0	-9,32 - 0,51	-40.832	39.345	0,00	0,000	

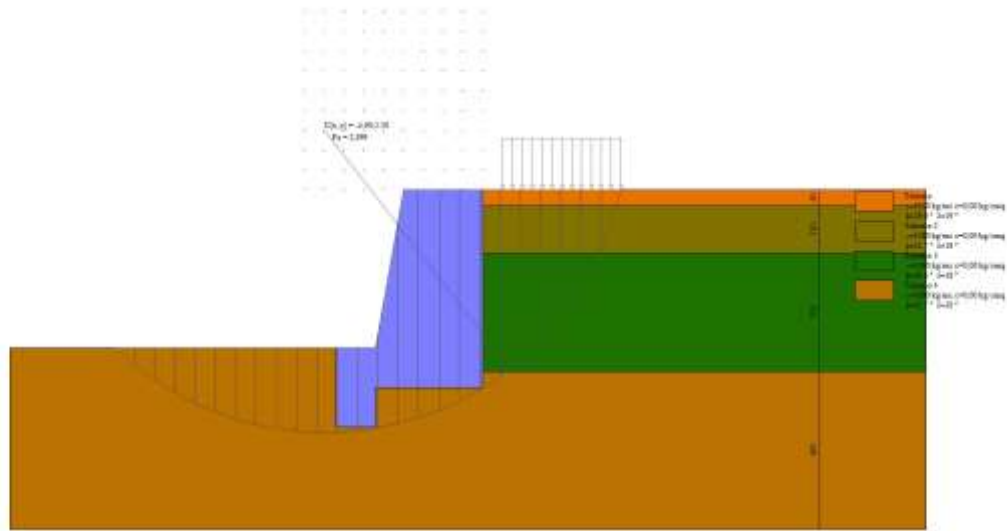


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

Sollecitazioni

Simbologia adottata

N_{min}, N_{max} Sforzo normale minimo e massimo, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
 T_{min}, T_{max} Taglio minimo e massimo, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M_{min}, M_{max} Momento minimo e massimo, 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	-0,20	807	1049	9	27	-8	-5
3	-0,40	1628	2117	36	73	-31	-17
4	-0,60	2463	3203	127	185	-57	-28
5	-0,80	3313	4307	258	356	-71	-27
6	-1,00	4176	5429	422	582	-63	-7
7	-1,20	5054	6570	613	843	-34	52
8	-1,40	5946	7729	826	1135	13	152
9	-1,60	6851	8907	1062	1456	88	298
10	-1,80	7771	10103	1284	1758	194	490
11	-2,00	8705	11317	1527	2087	329	729
12	-2,20	9653	12549	1788	2440	499	1019
13	-2,40	10616	13800	2065	2813	705	1366
14	-2,60	11592	15070	2359	3207	952	1772
15	-2,80	12582	16357	2673	3627	1241	2242
16	-3,00	13587	17663	3006	4073	1578	2780
17	-3,20	14606	18987	3360	4545	1966	3393
18	-3,40	15638	20330	3733	5043	2408	4085
19	-3,60	16685	21691	4125	5565	2909	4860
20	-3,80	17746	23070	4537	6113	3471	5724
21	-4,00	18821	24468	4968	6686	4099	6681

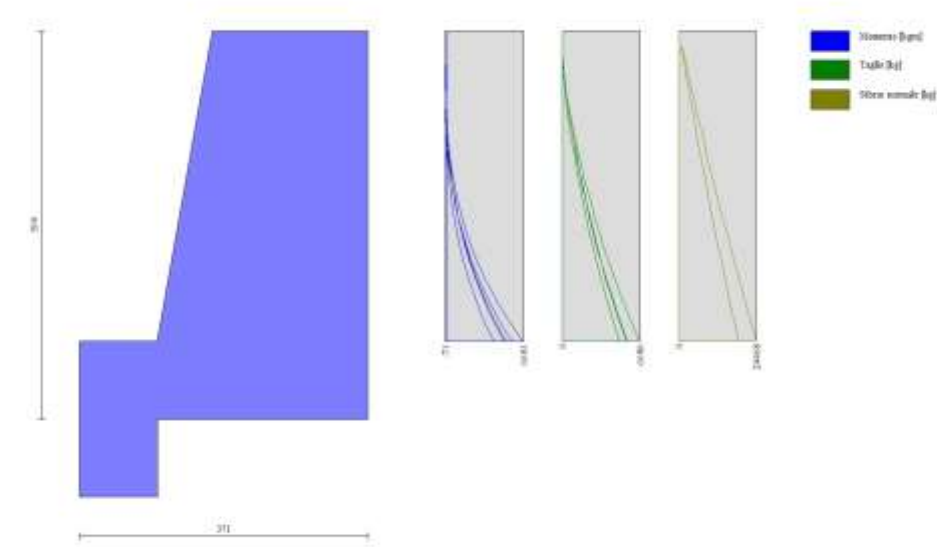


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	-3,71	0	0	0	0	0	0
2	-3,61	0	0	485	666	24	33
3	-3,51	0	0	964	1318	97	133
4	-3,41	0	0	1437	1956	217	297
5	-3,31	0	0	1905	2579	384	523
6	-3,21	0	0	2368	3196	598	812
7	-3,11	0	0	2825	3809	857	1160
8	-3,01	0	0	3276	4414	1162	1569
9	-2,91	0	0	3722	5011	1512	2041
10	-2,81	0	0	4162	5599	1907	2571
11	-2,71	0	0	4597	6178	2345	3160

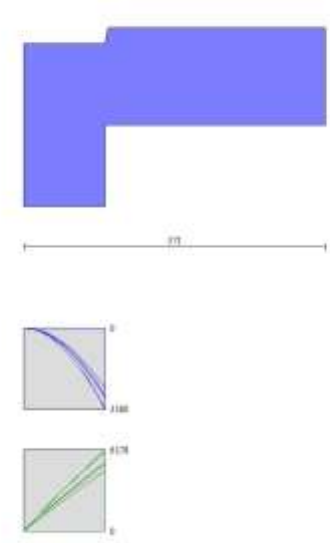


Fig. 16 - Fondazione

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

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

Il sottoscritto Ing. Perino Alberto, 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. MAZZA GABRIELE
Licenza	AIU0905G4

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

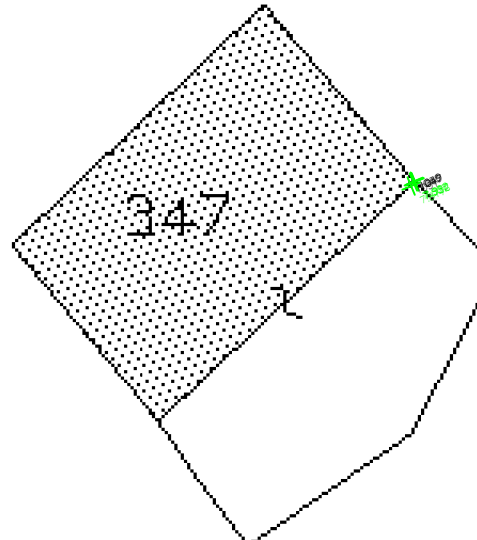
Il progettista
(Ing. Perino Alberto)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Pietrame	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Terreno a valle del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	9
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	10
Dati sismici	12
Opzioni di calcolo	13
Risultati per combinazione	14
Spinta e forze	14
Verifiche geotecniche	16
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	16
Verifica a scorrimento fondazione	17
Dettagli verifica a scorrimento	17
Verifica a carico limite	17
Dettagli calcolo portanza	18
Verifica a ribaltamento	18
Verifica stabilità globale muro + terreno	18
Dettagli strisce verifiche stabilità	18
Sollecitazioni	20
Paramento	20
Fondazione	24
Risultati per involucro	27
Spinta e forze	27
Verifiche geotecniche	28
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	28
Verifica a scorrimento fondazione	29
Dettagli verifica a scorrimento	29
Verifica a carico limite	29
Dettagli calcolo portanza	29
Verifica a ribaltamento	30
Verifica stabilità globale muro + terreno	30
Dettagli strisce verifiche stabilità	30
Sollecitazioni	31
Paramento	31
Fondazione	32
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	33

PLANIMETRIA CATASTALE INTERVENTO
OCCUPAZIONE TEMPORANEA

Pecco
F 2



107

106

727

721

1008

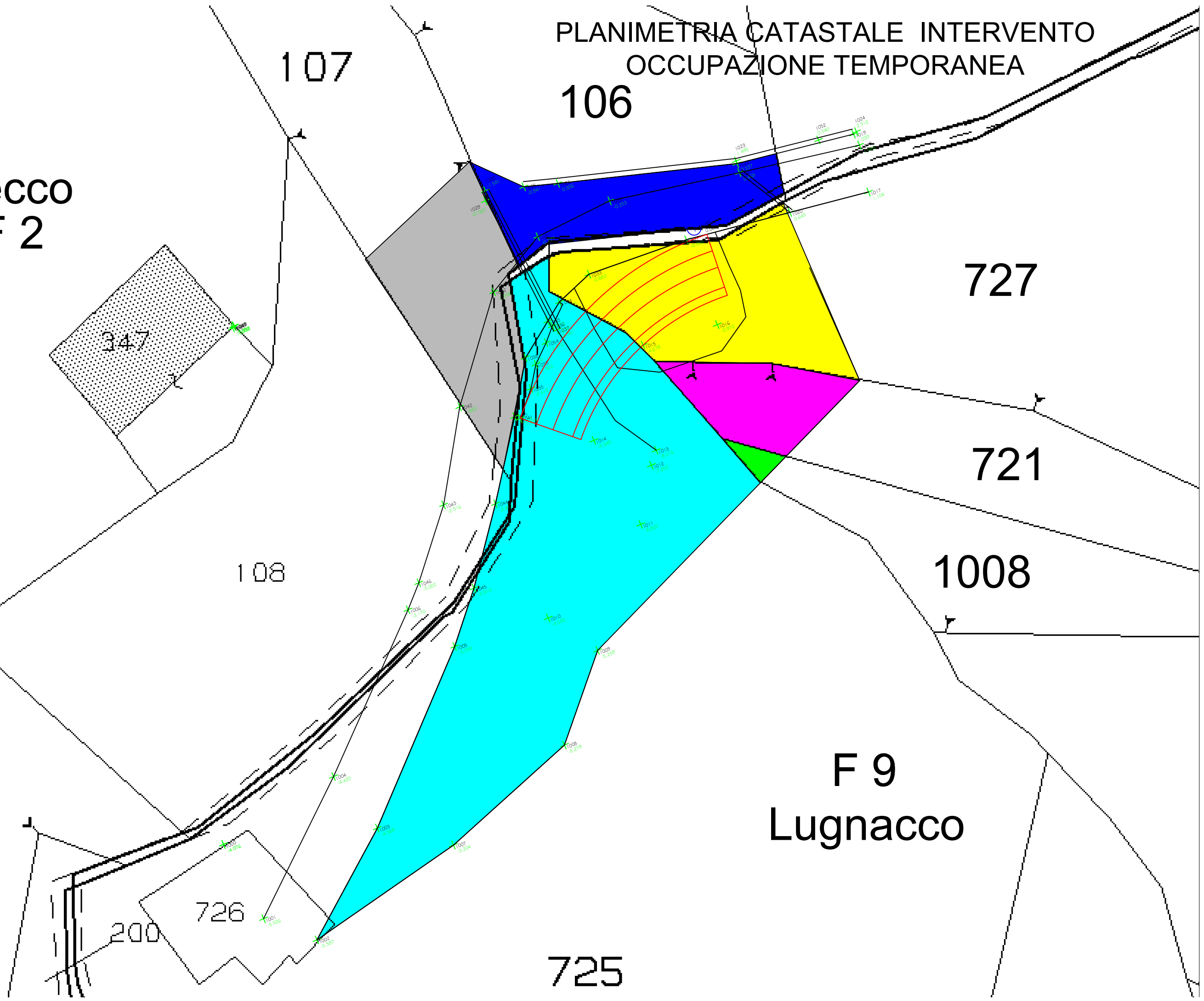
108

F 9
Lugnacco

726

725

200



[illegible]

	SPETT.LE AMMINISTRAZIONE	
	DEL COMUNE VAL DI CHY	
	Via Aosta 7	
	10039 Val Di Chy (TO)	
	Il sottoscritto GIACHINO Ezio nato a PONT CANAVESE il 10/01/1962 codice	
	fiscale GCHZEI62A10G826I e la sottoscritta PELITTERI Silvana nata a	
	TORINO il 11/04/1963 codice fiscale PLTSVN63D51L219H, in qualità di	
	proprietari del terreno censito al catasto terreni al foglio n.9 particelle 725	
	(zona censuaria Lugnacco).	
	A U T O R I Z Z A	
	il Sig. Gedda Michele Sindaco Protempore del Comune di Val di Chy Codice	
	fiscale: 93048750017, Partita Iva: 12041760013 e l'Impresa che risulterà	
	aggiudicataria dei LAVORI DI SISTEMAZIONE FRANA SU STRADA	
	COMUNALE CHIARTANO nel Comune di Val di Chy (TO), ad effettuare su	
	tale particelle la realizzazione delle opere e l'accesso al cantiere per la	
	realizzazione di detti lavori, come meglio illustrato nelle tavole di progetto.	
	Cordiali saluti.	
	Val di Chy , Lì	La proprietà:
		(GIACHINO Ezio)
		(PELITTERI Silvana)

REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI VAL DI CHY
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

LAVORI DI SISTEMAZIONE FRANA SU STRADA COMUNALE CHIARTANO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

ELENCO ELABORATI

Codice	Descrizione	
A)	Relazione tecnica	
B)	Elenco prezzi - Analisi Prezzi	
C)	Computo metrico estimativo	
D)	Capitolato speciale d'appalto	
E)	Documentazione fotografica	
F)	Piano di sicurezza e coordinamento	
G)	Piano di manutenzione	
Tav 1)	Corografia	Scala 1:10000
Tav 2)	Rilievo celerimetrico planimetria e sezioni	Scala 1:100
Tav 3)	Progetto planimetria e sezioni	Scala 1:100
Tav 4)	Particolari costruttivi opere d'arte	Scala varie
Tav 5)	Planimetria Catastale	Scala1:1000