



COMUNE DI ARIZZANO (Provincia del V.C.O.)

Corso Roma n. 1 - 28811 Arizzano (VB)
tel. 0323 551939
email protocollo@comune.arizzano.vb.it
pec arizzano@pec.it

Oggetto:

LAVORI DI PRONTO INTERVENTO PER RIPRISTINO
FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' COMUNALE
A SEGUITO DEI DISSESTI CAUSATI DALLE FORTI
PIOGGE DEL 07.06.2020:
- VIA MULINI (LOTTO A)
- VIALE DELLA VITTORIA (LOTTO B)

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Elaborato n°:

L3

Titolo elaborato:

*Relazione di verifica terra rinforzata
frana Via Mulini*

Scala:

Data:

luglio 2020

Aggiornamento:

dott. ing. D'ELIA FRANCESCA

vicolo Quarto n. 1 - 28802 Mergozzo (VB)

tel. 348 1320768

email: francesca.delia@libero.it

pec: francesca.delia3@ingpec.eu

1. PREMESSA

Nel seguente elaborato vengono illustrate le verifiche previste dalla normativa di riferimento (D.M. 17-01-2018 - "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni") per l'opera in terra rinforzata.

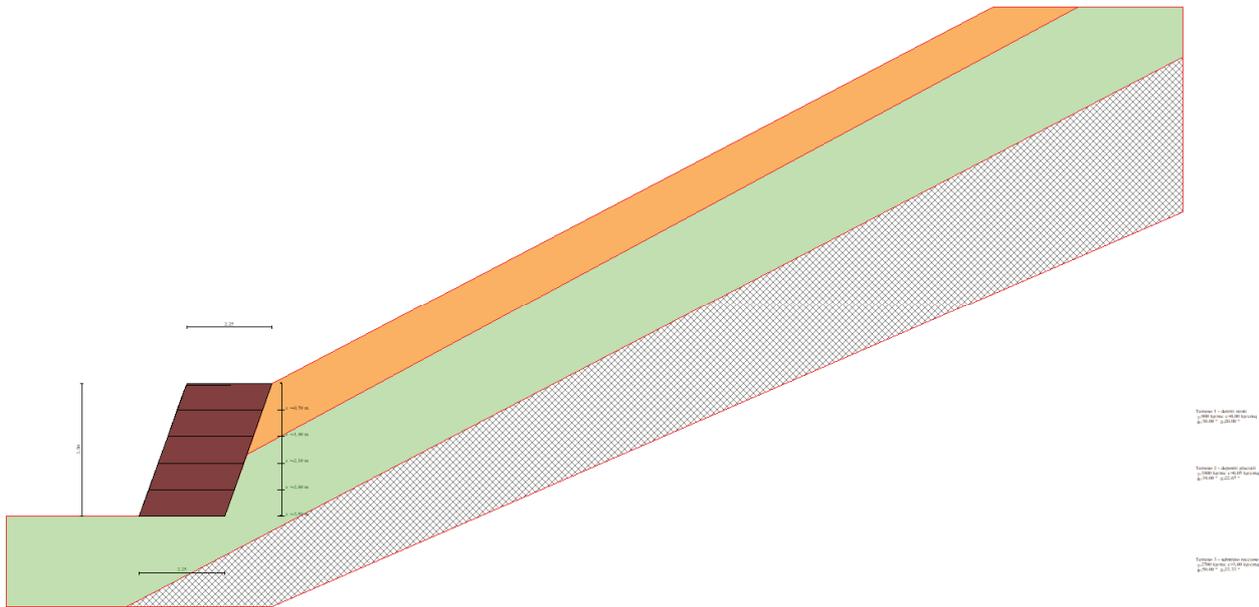


FIG. 1 – SCHEMA GRAFICO

Le verifiche sono state effettuate applicando l'approccio 2, secondo quanto previsto dalle NTC al paragrafo 6.5.3.1.1.

Per i terreni si sono assunti i seguenti parametri, coerentemente a quanto determinato nella Relazione (elaborato 1):

- detriti misti:

$$\phi = 30^\circ$$

$$c = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = 0,90 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,20 \text{ t/m}^3$$

- i depositi glaciali in posto:

$$\phi = 34^\circ$$

$$c = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,20 \text{ t/m}^3$$

E' stato introdotto il substrato roccioso (gneiss in buone condizioni di fratturazione) avente i seguenti parametri di resistenza:

$$\phi = 50^\circ$$

$$c = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = 2,70 \text{ t/m}^3$$

Per il rilevato in terra rinforzata si sono assunti i seguenti parametri:

- rinforzi con resistenza di progetto di lungo termine = 5000 kN/m;
- lunghezza di risvolto del rinforzo = 1,50 m (2,20 m risvolto sommitale n. 1)

Per lo svolgimento delle verifiche si è tenuto conto dell'attrito fra terreno e muro, assumendo come angolo di attrito muro/terreno il ϕ del terreno ridotto di 2/3.

Le verifiche sono state effettuate tramite programma di calcolo automatico GRETA 14.00 (della AZTEC Informatica).

Il manufatto in questione risulta verificato a ribaltamento, scorrimento, per portanza delle fondazioni e per la stabilità globale, nonché per le verifiche interne (meccanismi di scorrimento diretto, sfilamento e resistenza a trazione) e quelle composte.

A seguire viene proposta la Relazione di calcolo.

2. RELAZIONE DI CALCOLO

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

Calcolo della spinta sulla parete

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite le NTC 2018 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 permanenti 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 lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

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

Terreno a bassa permeabilità:

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata:

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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.

Verifiche

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

$$M_s / M_r \geq \eta_r$$

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

$$F_r / F_s \geq \eta_s$$

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

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

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

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

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

Verifica al carico limite

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

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

Indicando con:

c , la coesione del terreno in fondazione;

ϕ , l'angolo di attrito del terreno in fondazione;

γ , il peso di volume del terreno in fondazione;

B , la larghezza della fondazione;

D , la profondità del piano di posa;

q_f , la pressione geostatica alla quota del piano di posa.

N_c , N_q , N_γ , i coefficienti di capacità portante;

d_c , d_q , d_γ , i fattori di profondità;

i_c , i_q , i_γ , i fattori di inclinazione del carico;

Fattori di capacità portante

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

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

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

Fattori di profondità

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

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

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

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:

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

$$i_r = (1 - \theta^\circ/\phi^\circ)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

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

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:

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

dove il termine m è espresso da

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

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

Verifiche interne

Le verifiche interne riguardano la determinazione del non superamento delle resistenze date dai rinforzi per i meccanismi di:

- scorrimento diretto;
- sfilamento;
- resistenza a trazione.

Con S verrà indicata la spinta agente alla quota del rinforzo considerato.

La verifica a scorrimento diretto consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo scivolamento del blocco di terra armata al di sopra del rinforzo stesso. La resistenza allo scorrimento lungo un elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{scor}} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con f_{ds} coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor}} = L_{\text{scor}} \times B \times \tau_{\text{scor}}$$

L_{scor} : Lunghezza del rinforzo;

B : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor}}/S \geq F_{S_{\text{scor}}}$$

La verifica a sfilamento consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo sfilamento del rinforzo dalla terra armata. La resistenza allo sfilamento lungo un elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{sfil}} = \sigma'_v \times f_{po} \times \tan \phi'$$

con f_{po} coeff. di resistenza allo sfilamento.

In termini di forza si ha:

$$T_{sfil} = L_{sfil} \times B \times 2 \tau_{sfil}$$

L_{sfil} : Lunghezza del rinforzo;

B : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{sfil}/S \geq FS_{sfil}$$

La verifica a trazione consiste nell'assicurare che la tensione nel rinforzo non superi quella ammissibile. La verifica è soddisfatta se:

$$P / T \geq FS_{traz}$$

con P resistenza ammissibile impiegata per il dimensionamento:

$$P = LTDS / (FS_{giunzione} \times FS_{chimico} \times FS_{biologico} \times FS_{danni\ ambientali})$$

LTDS: resistenza di progetto a lungo termine;

T : sforzo agente nel rinforzo.

La *verifica del risvolto* consiste nel prevenire spancamenti della facciata. La resistenza allo scorrimento del risvolto è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{scor,risv} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con f_{ds} coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{scor,risv} = L_{risv} \times B \times \tau_{scor,risv}$$

L_{risv} : Lunghezza del rinforzo;

B : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{scor,risv}/S \geq FS_{scor}$$

Verifiche composte

Le verifiche composte riguardano la ricerca dei cinematismi di rottura che riguardano l'insieme terreno rinforzi. Il programma analizza delle famiglie di superfici circolari.

Il calcolo del fattore di sicurezza della superficie circolare è effettuato con il metodo delle strisce tenendo conto del contributo di resistenza dei rinforzi contenuti.

DatiNormativa

Spinte e verifiche secondo: N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni staticheCoefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.30	1.00
Permanenti NS	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.80
Permanenti NS	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.50	1.30
Variabili TF	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili TF	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.35	1.15

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$		1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c		1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_r		1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismicheCoefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$		1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c		1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r		1.00	1.00

Verifiche esterne - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Verifiche interne - Coefficienti di sicurezza richiesti

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento dei rinforzi	1.50
Coefficiente di sicurezza allo sfilamento del rinforzo	3.00
Coefficiente di sicurezza alla trazione del rinforzo	1.30
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento del risvolto	1.30

Verifiche compound - Coefficienti di sicurezza richiesti

Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale	1.30
Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale sismica	1.30

Descrizione terreni*Caratteristiche fisico meccaniche*

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in [°]
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	ca [kg/cm ²]
Terreno 1 - detriti misti	900,00	1200,00	30.000	20.000	0,000	0,000
Terreno 2 - depositi glaciali	1800,00	2200,00	34.000	22.670	0,050	0,000
Terreno 3 - substrato roccioso	2700,00	2700,00	50.000	33.330	3,000	0,000
Terreno 4 - terra rinforzata	2000,00	2200,00	34.000	22.670	0,000	0,000

Caratteristiche di deformabilità

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
E	Modulo elastico ,espresso in [kg/cm ²]
v	Coefficiente di Poisson
G	Modulo tangenziale, espresso in [kg/cm ²]
Vs	Velocità onde di taglio, espressa in [m/s]

Descrizione	E [kg/cm ²]	v	G [kg/cm ²]	Vs [m/s]
Terreno 1 - detriti misti	0,00	0.000	0,00	0.00
Terreno 2 - depositi glaciali	0,00	0.000	0,00	0.00
Terreno 3 - substrato roccioso	0,00	0.000	0,00	0.00
Terreno 4 - terra rinforzata	0,00	0.000	0,00	0.00

Stratigrafia terreno spingente

Simbologia adottata

n°	Identificativo strato
Sp	Spessore dello strato, espresso in [m]
α	Inclinazione dello strato, espresso in [°]
Terreno	Terreno dello strato

n°	Sp [m]	α [°]	Terreno
1	1,50	31.000	Terreno 1 - detriti misti
2	2,40	30.000	Terreno 2 - depositi glaciali
3	2,00	25.000	Terreno 3 - substrato roccioso

Profilo terreno*Profilo terreno a monte*

Simbologia adottata

n°	Indice punto
X	Ascissa punto, espresso in [m]
Y	Ordinata punto, espresso in [m]

n°	X [m]	Y [m]									
1	19,00	10,00	2	24,00	10,00	3	--	--	4	--	--

Profilo terreno a valle

Quota terreno rispetto al piano di posa	[m]	0,00
Inclinazione terreno a valle	[°]	0.000

Caratteristiche rinforzi

Simbologia adottata

Rinforzo	Identificativo del rinforzo
LTDS	Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kg/m]
FS _{DG}	Fattore di sicurezza per danni di giunzione
FS _{DC}	Fattore di sicurezza per danni chimici
FS _{DB}	Fattore di sicurezza per danni biologici
FS _{DA}	Fattore di sicurezza per danni ambientali
LTDS _A	Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kg/m]

Rinforzo	LTDS [kg/m]	FS _{DG}	FS _{DC}	FS _{DB}	FS _{DA}	LTDS _A [kg/m]
rinforzo 1	5000,00	1.00	1.00	1.00	1.30	4615,38

Geometria terra armata

Simbologia adottata

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata

n°	Indice punto
X	Ascissa, espresso in [m]
Y	Ordinata, espresso in [m]

Materiale di riempimento della terra armata: **Terreno 4 - terra rinforzata**

n°	X [m]	Y [m]									
1	0,00	0,00	2	-2,25	0,00	3	-3,50	-3,50	4	-1,25	-3,50

Descrizione rinforzi della Terra armata

Simbologia adottata

n°	Indice rinforzo
Y	Quota del rinforzo
Rinforzo	Identificativo del rinforzo
L	Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]
Lrv	Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]
Lro	Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]
Fds	Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto
Fpo	Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno

n°	Y [m]	Rinforzo	L [m]	Lrv [m]	Lro [m]	Fds	Fpo
1	-0,70	rinforzo 1	2,25	0,65	1,20	0,90	0,90
2	-1,40	rinforzo 1	2,25	0,70	1,20	0,90	0,90
3	-2,10	rinforzo 1	2,25	0,70	1,20	0,90	0,90
4	-2,80	rinforzo 1	2,25	0,70	1,20	0,90	0,90
5	-3,50	rinforzo 1	2,25	0,70	1,20	0,90	0,90

Dati parametri sisma**Identificazione del sito**

Latitudine 45.956035
 Longitudine 8.582134
 Comune Arizzano
 Provincia Verbano-Cusio-Ossola
 Regione Piemonte

Punti di interpolazione del reticolo 10033 - 9811 - 9810 - 10032

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento	50 anni	Descrizione	Simbolo	Tipo	SLU	SLE	U.M.
Accelerazione al suolo			a_g		0.43	0.20	[m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale			F_0		2.65	2.65	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante			T_c^*		0.28	0.17	[s]
Tipo di sottosuolo e Coefficiente stratigrafico			S_s	E	1.60	1.60	
Categoria topografica e Coefficiente amplificazione topografica			S_T	T2	1.20	1.20	
Coefficiente di riduzione			β_m		0.38	0.47	

Intensità sismica Verticale/Orizzontale 0.50
 Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di MEYERHOF.
 Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di BISHOP.
 Per le verifiche interne sono stati analizzati i meccanismi:
 - rottura planare
 - rottura doppio cuneo
 - rottura superficie curvilinea (Circolare)

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.30	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STAB

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STAB - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STAB - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLE (Quasi Permanente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLE (Rara)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLE (Frequente)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	Sfavorevole

Risultati

Sintesi - Fattori di sicurezza

Verifiche esterne

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
FS _{Rib}	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS _{Scor}	Fattore di sicurezza a scorrimento
FS _{Olim}	Fattore di sicurezza a carico limite
FS _{Stab}	Fattore di sicurezza a stabilità globale

IC	FS _{Scor}	FS _{Olim}	FS _{Rib}	FS _{Stab}
1	12.024	3.128	--	--
2	5.392	4.137	--	--
3	5.305	4.268	--	--
4	--	--	20.179	--
5	--	--	8.063	--
6	--	--	6.721	--
7	--	--	--	1.572
8	--	--	--	1.851
9	--	--	--	1.849
10	12.922	4.301	--	--
11	12.922	4.301	--	--
12	12.922	4.301	--	--

Verifiche interne

Simbologia adottata

n°	Indice rinforzo
FS _{Scor}	Fattore di sicurezza a scorrimento
FS _{Sfil}	Fattore di sicurezza a sfilamento
FS _{Traz}	Fattore di sicurezza a trazione
FS _{ScorR}	Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

Combinazione n° 1

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.971	5.943	11.218	0.500
2	4.235	8.471	8.714	2.726
3	5.911	11.822	7.560	3.379
4	9.493	18.986	5.866	3.387
5	16.527	33.055	8.471	1000.000

Combinazione n° 2

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.523	5.046	16.301	0.482
2	4.818	9.636	12.813	2.528
3	5.143	10.286	9.012	3.098
4	8.603	17.206	6.949	3.087
5	14.462	28.924	9.636	1000.000

Combinazione n° 3

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.541	5.082	15.825	0.485
2	4.678	9.356	12.512	2.571
3	5.002	10.003	9.190	3.160
4	8.787	17.574	7.098	3.152
5	14.042	28.085	9.356	1000.000

Combinazione n° 10

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.971	5.943	17.463	0.500
2	5.203	10.406	13.816	2.726
3	5.865	11.730	9.828	3.379
4	9.493	18.986	7.626	3.387
5	15.618	31.235	10.406	1000.000

Combinazione n° 11

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.971	5.943	17.463	0.500
2	5.203	10.406	13.816	2.726
3	5.865	11.730	9.828	3.379
4	9.493	18.986	7.626	3.387
5	15.618	31.235	10.406	1000.000

Combinazione n° 12

n°	FS _{Scor}	FS _{Sfil}	FS _{Traz}	FS _{ScorR}
1	2.971	5.943	17.463	0.500
2	5.203	10.406	13.816	2.726
3	5.865	11.730	9.828	3.379
4	9.493	18.986	7.626	3.387
5	15.618	31.235	10.406	1000.000

Verifiche composte

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione
 FS_{Comp} Coefficiente di sicurezza a stabilità locale (compound)

IC	FS _{Comp}
1	2.135
2	2.058
3	2.044
10	2.135
11	2.135
12	2.135

Verifiche esterne*Risultati spinta*

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione
 S Spinta statica, incremento sismico della spinta e spinta falda, espresse in [kg]
 So Componente orizzontale della spinta statica, espresse in [kg]
 Sv Componente verticale della spinta statica, dell'incremento sismico o la sottospinta della falda, espresse in [kg]
 P Punto di applicazione della spinta, dell'incremento sismico e della spinta della falda, espresse in [kg]
 Is Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

n°	Descrizione	S [kg]	So [kg]	Sv [kg]	P [m]	Is [°]
1	Spinta statica	760	720	244	0,00; -1,54	18,69
2	Spinta statica	511	510	26	0,00; -1,30	2,89
	Incremento sismico	225	224	11	0,00; -1,24	
3	Spinta statica	511	510	26	0,00; -1,30	2,89
	Incremento sismico	205	205	10	0,00; -1,24	
10	Spinta statica	511	510	26	0,00; -1,30	2,89
11	Spinta statica	511	510	26	0,00; -1,30	2,89
12	Spinta statica	511	510	26	0,00; -1,30	2,89

Risultanti al piano di posa

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione
 Rp Risultante al piano di posa, espressa in [kg]
 β Inclinazione della risultante rispetto al piano di posa, espresse in [°]
 Rn Risultante normale al piano di posa, espressa in [kg]
 Rt Risultante tangente al piano di posa, espressa in [kg]
 Rx Risultante in direzione X, espressa in [kg]
 Ry Risultante in direzione Y, espressa in [kg]
 e Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione, espressa in [m]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]

n°	Rp [kg]	β [°]	Rn [kg]	Rt [kg]	Rx [kg]	Ry [kg]	e [m]	Mr [kgm]	Ms [kgm]
1	20731	1.99	20719	720	720	20719	-0,578		
2	16089	4.43	16041	1243	1243	16041	-0,472		
3	15580	4.50	15532	1223	1223	15532	-0,470		
4	16010	2.58	15994	720	720	15994	-0,564	1408	28415
5	16274	6.15	16181	1743	1743	16181	-0,413	3523	28403

n°	Rp [kg]	β [°]	Rn [kg]	Rt [kg]	Rx [kg]	Ry [kg]	e [m]	Mr [kgm]	Ms [kgm]
6	15512	6.35	15417	1715	1715	15417	-0,406	4126	27731
10	15784	1.85	15776	510	510	15776	-0,557		
11	15784	1.85	15776	510	510	15776	-0,557		
12	15784	1.85	15776	510	510	15776	-0,557		

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione
Rn	Risultante normale al piano di posa, espressa in [kg]
Qu	Carico ultimo della fondazione, espressa in [kg]
Pv	Pressione terreno allo spigolo di valle, espressa in [kg/cm ²]
Pm	Pressione terreno allo spigolo di monte, espressa in [kg/cm ²]
Lr	Lunghezza fondazione reagente, espressa in [m]
Nc, Nq, N _g	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q, N' _g	Coeff. di capacità portante corretti dai coeff. di forma, profondità, inclinazione del piano di posa e inclinazione del piano campagna a valle

n°	N [kg]	Qu [kg]	Pv [kg/cm ²]	Pm [kg/cm ²]	Lr [m]	Nc	Nq	N _g	N'c	N'q	N' _g
1	20719	64799	0,000	2,523	1,64	42.16	29.44	31.15	40.32	28.15	27.61
2	16041	66369	0,000	1,637	1,96	42.16	29.44	31.15	38.12	26.61	23.56
3	15532	66286	0,000	1,580	1,97	42.16	29.44	31.15	38.05	26.57	23.44
10	15776	67845	0,000	1,850	1,71	42.16	29.44	31.15	40.45	28.24	27.85
11	15776	67845	0,000	1,850	1,71	42.16	29.44	31.15	40.45	28.24	27.85
12	15776	67845	0,000	1,850	1,71	42.16	29.44	31.15	40.45	28.24	27.85

Stabilità globale terra armata + terreno

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)	
Is	Indice della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
l	lunghezza della base della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
N	sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]
Rt, Rn	Resistenza tangenziale e normale del rinforzo alla base della striscia espressa in [kg]

Combinazione n° 7

Superficie di scorrimento n° 12 - Fs = 1.57

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	l [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]	El [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	214	-3.380	28.352	0,00	0,27	0,00	219	73	0	86	0	0
2	640	-0.846	28.352	0,00	0,27	0,00	643	220	86	315	0	0
3	1057	1.683	28.352	0,00	0,27	0,00	1047	363	315	647	0	0
4	1466	5.658	28.352	0,00	0,27	0,00	1424	501	647	1005	0	0
5	1822	8.767	28.352	0,00	0,28	0,00	1751	618	1005	1349	0	0
6	1856	11.397	28.352	0,00	0,28	0,00	1771	625	1349	1611	0	0
7	1820	14.696	28.352	0,00	0,28	0,00	1726	604	1611	1758	0	0
8	1776	18.651	28.352	0,00	0,29	0,00	1680	578	1758	1768	0	0
9	1722	21.561	28.352	0,00	0,29	0,00	1631	550	1768	1680	0	0
10	1658	24.628	28.352	400,00	0,30	0,00	1546	594	1680	1575	0	0
11	1582	28.252	28.352	400,00	0,31	0,00	1481	557	1575	1366	0	0
12	925	32.435	28.352	400,00	0,32	0,00	857	350	1366	1202	0	0
13	876	36.032	28.352	400,00	0,34	0,00	817	329	1202	988	0	0
14	837	39.909	28.352	400,00	0,36	0,00	789	311	988	720	0	0
15	792	44.106	28.352	400,00	0,38	0,00	757	292	720	403	0	0
16	726	48.660	28.352	400,00	0,41	0,00	705	270	403	53	0	0
17	635	53.599	28.352	400,00	0,46	0,00	621	247	53	-301	0	0
18	507	59.146	28.352	400,00	0,53	0,00	484	225	-301	-601	0	0
19	339	66.499	24.791	0,00	0,69	0,00	507	40	-601	-1051	0	0
20	161	77.416	24.791	0,00	1,26	0,00	320	10	-1051	-1361	0	0

Combinazione n° 8*Superficie di scorrimento n° 12 - $F_s = 1.85$*

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	l [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	214	-3.380	34.000	0,00	0,27	0,00	215	78	0	83	0	0
2	640	-0.846	34.000	0,00	0,27	0,00	633	233	83	305	0	0
3	1057	1.683	34.000	0,00	0,27	0,00	1029	385	305	626	0	0
4	1466	5.658	34.000	0,00	0,27	0,00	1398	531	626	969	0	0
5	1822	8.767	34.000	0,00	0,28	0,00	1717	656	969	1298	0	0
6	1856	11.397	34.000	0,00	0,28	0,00	1736	663	1298	1545	0	0
7	1820	14.696	34.000	0,00	0,28	0,00	1690	642	1545	1678	0	0
8	1776	18.651	34.000	0,00	0,29	0,00	1642	613	1678	1676	0	0
9	1722	21.561	34.000	0,00	0,29	0,00	1593	584	1676	1579	0	0
10	1658	24.628	34.000	500,00	0,30	0,00	1506	631	1579	1471	0	0
11	1582	28.252	34.000	500,00	0,31	0,00	1440	592	1471	1259	0	0
12	925	32.435	34.000	500,00	0,32	0,00	831	372	1259	1098	0	0
13	876	36.032	34.000	500,00	0,34	0,00	790	350	1098	888	0	0
14	837	39.909	34.000	500,00	0,36	0,00	761	330	888	626	0	0
15	792	44.106	34.000	500,00	0,38	0,00	728	310	626	317	0	0
16	726	48.660	34.000	500,00	0,41	0,00	675	287	317	-24	0	0
17	635	53.599	34.000	500,00	0,46	0,00	591	262	-24	-365	0	0
18	507	59.146	34.000	500,00	0,53	0,00	455	239	-365	-649	0	0
19	339	66.499	30.000	0,00	0,69	0,00	487	42	-649	-1090	0	0
20	161	77.416	30.000	0,00	1,26	0,00	304	11	-1090	-1390	0	0

Combinazione n° 9*Superficie di scorrimento n° 12 - $F_s = 1.85$*

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	l [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]	EI [kg]	Er [kg]	Rt [kg]	Rn [kg]
1	214	-3.380	34.000	0,00	0,27	0,00	223	78	0	84	0	0
2	640	-0.846	34.000	0,00	0,27	0,00	654	233	84	306	0	0
3	1057	1.683	34.000	0,00	0,27	0,00	1063	385	306	626	0	0
4	1466	5.658	34.000	0,00	0,27	0,00	1444	532	626	966	0	0
5	1822	8.767	34.000	0,00	0,28	0,00	1774	657	966	1286	0	0
6	1856	11.397	34.000	0,00	0,28	0,00	1792	664	1286	1523	0	0
7	1820	14.696	34.000	0,00	0,28	0,00	1745	642	1523	1643	0	0
8	1776	18.651	34.000	0,00	0,29	0,00	1696	614	1643	1625	0	0
9	1722	21.561	34.000	0,00	0,29	0,00	1645	584	1625	1509	0	0
10	1658	24.628	34.000	500,00	0,30	0,00	1556	631	1509	1381	0	0
11	1582	28.252	34.000	500,00	0,31	0,00	1488	593	1381	1147	0	0
12	925	32.435	34.000	500,00	0,32	0,00	859	373	1147	971	0	0
13	876	36.032	34.000	500,00	0,34	0,00	817	350	971	745	0	0
14	837	39.909	34.000	500,00	0,36	0,00	788	331	745	466	0	0
15	792	44.106	34.000	500,00	0,38	0,00	754	310	466	139	0	0
16	726	48.660	34.000	500,00	0,41	0,00	700	287	139	-220	0	0
17	635	53.599	34.000	500,00	0,46	0,00	614	262	-220	-579	0	0
18	507	59.146	34.000	500,00	0,53	0,00	474	239	-579	-880	0	0
19	339	66.499	30.000	0,00	0,69	0,00	503	42	-880	-1335	0	0
20	161	77.416	30.000	0,00	1,26	0,00	314	11	-1335	-1644	0	0

Verifiche interne*Risultati rinforzi*

Simbologia adottata

Ir Indice rinforzo
 Sft Sforzo nel rinforzo per meccanismo planare, espressa in [kg/m]
 Sfdc Sforzo nel rinforzo per meccanismo doppio cuneo, espressa in [kg/m]
 Sfr Sforzo nel rinforzo per meccanismo rotazionale, espressa in [kg/m] (sforzo che ha determinato il fattore di sicurezza minore a scorrimento)
 Gli sforzi nei rinforzi possono essere nulli. In tal caso la stabilità della superficie analizzata è garantita a meno del contributo dei rinforzi.

Combinazione n° 1

Ir	Sft	Sfdc	Sfr
	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	343,58	81,20	411,44
2	434,27	202,83	529,65
3	610,49	348,58	435,90
4	786,78	348,58	520,18
5	0,00	348,58	544,86

Combinazione n° 2

Ir	Sft	Sfdc	Sfr
	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	274,06	6,84	283,13
2	360,21	90,94	358,16
3	512,15	252,28	443,44
4	664,15	392,03	417,34
5	0,00	392,03	478,98

Combinazione n° 3

Ir	Sft	Sfdc	Sfr
	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	272,08	6,97	291,65
2	354,26	92,71	368,87
3	502,23	257,21	455,99
4	650,25	399,69	428,89
5	0,00	399,69	493,29

Combinazione n° 10

Ir	Sft	Sfdc	Sfr
	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	264,29	53,40	263,84
2	334,05	133,41	331,66
3	469,61	240,01	388,84
4	605,21	298,05	416,64
5	0,00	298,05	443,54

Combinazione n° 11

Ir	Sft	Sfdc	Sfr
	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	264,29	53,40	263,84
2	334,05	133,41	331,66
3	469,61	240,01	388,84
4	605,21	298,05	416,64
5	0,00	298,05	443,54

Combinazione n° 12

Ir	Sft	Sfdc	Sfr
	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]
1	264,29	53,40	263,84
2	334,05	133,41	331,66
3	469,61	240,01	388,84
4	605,21	298,05	416,64
5	0,00	298,05	443,54

Meccanismi di rottura**Simbologia adottata**

n°	Indice del rinforzo
Sf	Sforzo nel rinforzo per meccanismo planare, espressa in [kg/m]
Rsc	Resistenza allo scorrimento, espressa in [kg/m]
FSsco	Fattore di sicurezza allo scorrimento
Rsfi	Resistenza allo sfilamento, espressa in [kg/m]
FSsfi	Fattore di sicurezza allo sfilamento
Rtra	Resistenza a trazione, espressa in [kg/m]
FSTra	Fattore di sicurezza a trazione
LI, Lf	Lunghezza libera e di fondazione, espresse in [m]

Meccanismo rottura planare**Combinazione n° 1**

Ir	Sf [kg/m]	Rsc [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	343,58	1020,93	2.971	2041,86	5.943	4615,38	11.218	1,33	0,92
2	434,27	2774,34	6.389	5548,69	12.777	4615,38	8.714	0,99	1,26
3	610,49	5222,49	8.555	10444,97	17.109	4615,38	7.560	0,66	1,59
4	786,78	7469,06	9.493	14938,13	18.986	4615,38	5.866	0,33	1,92
5	0,00	9005,18	100.000	18010,35	100.000	4615,38	8.471	0,00	2,25

Combinazione n° 2

Ir	Sf [kg/m]	Rsc [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	274,06	691,40	2.523	1382,80	5.046	4615,38	16.301	1,44	0,81
2	360,21	1993,21	5.533	3986,42	11.067	4615,38	12.813	1,08	1,17
3	512,15	3891,08	7.598	7782,16	15.195	4615,38	9.012	0,72	1,53
4	664,15	5713,75	8.603	11427,50	17.206	4615,38	6.949	0,36	1,89
5	0,00	6927,06	100.000	13854,12	100.000	4615,38	9.636	0,00	2,25

Combinazione n° 3

Ir	Sf [kg/m]	Rsc [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	272,08	691,40	2.541	1382,80	5.082	4615,38	15.825	1,44	0,81
2	354,26	1993,21	5.626	3986,42	11.253	4615,38	12.512	1,08	1,17
3	502,23	3891,08	7.748	7782,16	15.495	4615,38	9.190	0,72	1,53
4	650,25	5713,75	8.787	11427,50	17.574	4615,38	7.098	0,36	1,89
5	0,00	6927,06	100.000	13854,12	100.000	4615,38	9.356	0,00	2,25

Combinazione n° 10

Ir	Sf [kg/m]	Rsc [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	264,29	785,33	2.971	1570,66	5.943	4615,38	17.463	1,33	0,92
2	334,05	2134,11	6.389	4268,22	12.777	4615,38	13.816	0,99	1,26
3	469,61	4017,30	8.555	8034,59	17.109	4615,38	9.828	0,66	1,59
4	605,21	5745,43	9.493	11490,87	18.986	4615,38	7.626	0,33	1,92
5	0,00	6927,06	100.000	13854,12	100.000	4615,38	10.406	0,00	2,25

Combinazione n° 11

Ir	Sf [kg/m]	Rsc [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	264,29	785,33	2.971	1570,66	5.943	4615,38	17.463	1,33	0,92
2	334,05	2134,11	6.389	4268,22	12.777	4615,38	13.816	0,99	1,26
3	469,61	4017,30	8.555	8034,59	17.109	4615,38	9.828	0,66	1,59
4	605,21	5745,43	9.493	11490,87	18.986	4615,38	7.626	0,33	1,92
5	0,00	6927,06	100.000	13854,12	100.000	4615,38	10.406	0,00	2,25

Combinazione n° 12

Ir	Sf [kg/m]	Rsc [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	264,29	785,33	2.971	1570,66	5.943	4615,38	17.463	1,33	0,92
2	334,05	2134,11	6.389	4268,22	12.777	4615,38	13.816	0,99	1,26
3	469,61	4017,30	8.555	8034,59	17.109	4615,38	9.828	0,66	1,59
4	605,21	5745,43	9.493	11490,87	18.986	4615,38	7.626	0,33	1,92
5	0,00	6927,06	100.000	13854,12	100.000	4615,38	10.406	0,00	2,25

Meccanismo rottura doppio cuneoCombinazione n° 1

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	81,20	537,54	6.620	1075,08	13.240	1075,08	56.842	1,76	0,49
2	202,83	1342,80	6.620	2685,60	13.240	2685,60	22.754	1,64	0,61
3	348,58	2415,78	6.930	4831,55	13.861	4615,38	13.240	1,52	0,73
4	348,58	3756,47	10.776	7512,95	21.553	4615,38	13.240	1,40	0,85
5	348,58	9005,18	25.834	18010,35	51.667	4615,38	13.240	0,00	2,25

Combinazione n° 2

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	6,84	52,34	7.652	104,69	15.305	80,53	674.738	2,20	0,05
2	90,94	695,87	7.652	1391,74	15.305	1070,57	50.755	1,94	0,31
3	252,28	1930,58	7.652	3861,16	15.305	2970,12	18.294	1,67	0,58
4	392,03	3756,47	9.582	7512,95	19.164	4615,38	11.773	1,40	0,85
5	392,03	9005,18	22.970	18010,35	45.941	4615,38	11.773	0,00	2,25

Combinazione n° 3

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	6,97	52,34	7.506	104,69	15.011	80,53	661.806	2,20	0,05
2	92,71	695,87	7.506	1391,74	15.011	1070,57	49.782	1,94	0,31
3	257,21	1930,58	7.506	3861,16	15.011	2970,12	17.944	1,67	0,58
4	399,69	3756,47	9.398	7512,95	18.797	4615,38	11.547	1,40	0,85
5	399,69	9005,18	22.530	18010,35	45.060	4615,38	11.547	0,00	2,25

Combinazione n° 10

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	53,40	537,54	10.066	1075,08	20.131	826,99	86.424	1,76	0,49
2	133,41	1342,80	10.066	2685,60	20.131	2065,85	34.597	1,64	0,61
3	240,01	2415,78	10.066	4831,55	20.131	3716,58	19.230	1,52	0,73
4	298,05	3756,47	12.604	7512,95	25.207	4615,38	15.485	1,40	0,85
5	298,05	9005,18	30.214	18010,35	60.428	4615,38	15.485	0,00	2,25

Combinazione n° 11

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	53,40	537,54	10.066	1075,08	20.131	826,99	86.424	1,76	0,49
2	133,41	1342,80	10.066	2685,60	20.131	2065,85	34.597	1,64	0,61
3	240,01	2415,78	10.066	4831,55	20.131	3716,58	19.230	1,52	0,73
4	298,05	3756,47	12.604	7512,95	25.207	4615,38	15.485	1,40	0,85
5	298,05	9005,18	30.214	18010,35	60.428	4615,38	15.485	0,00	2,25

Combinazione n° 12

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	53,40	537,54	10.066	1075,08	20.131	826,99	86.424	1,76	0,49
2	133,41	1342,80	10.066	2685,60	20.131	2065,85	34.597	1,64	0,61
3	240,01	2415,78	10.066	4831,55	20.131	3716,58	19.230	1,52	0,73
4	298,05	3756,47	12.604	7512,95	25.207	4615,38	15.485	1,40	0,85
5	298,05	9005,18	30.214	18010,35	60.428	4615,38	15.485	0,00	2,25

Meccanismo rottura rotazionaleCombinazione n° 1

Cerchio n° 111 - Centro (-3,97; 0,00) - Raggio 3,53 - Intersezione profilo valle (-3,50; -3,50) - Intersezione profilo monte (-0,44; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FSTra	LI [m]	Lf [m]
1	3,64	286,36	78.656	572,72	157.313	572,72	1267.733	1,99	0,26
2	6,43	506,15	78.656	1012,31	157.313	1012,31	717.233	2,02	0,23
3	16,06	1263,25	78.656	2526,51	157.313	2526,51	287.377	1,87	0,38
4	29,34	3623,48	123.505	7246,97	247.009	4615,38	157.313	1,43	0,82
5	29,34	9005,18	306.937	18010,35	613.873	4615,38	157.313	0,00	2,25

Combinazione n° 2

Cerchio n° 111 - Centro (-3,97; 0,00) - Raggio 3,53 - Intersezione profilo valle (-3,50; -3,50) - Intersezione profilo monte (-0,44; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	9,80	220,28	22.488	440,56	44.977	440,56	471.187	1,99	0,26
2	17,31	389,35	22.488	778,70	44.977	778,70	266.579	2,02	0,23
3	43,21	971,73	22.488	1943,47	44.977	1943,47	106.811	1,87	0,38
4	102,62	2787,30	27.162	5574,59	54.324	4615,38	44.977	1,43	0,82
5	102,62	6927,06	67.504	13854,12	135.007	4615,38	44.977	0,00	2,25

Combinazione n° 3

Cerchio n° 111 - Centro (-3,97; 0,00) - Raggio 3,53 - Intersezione profilo valle (-3,50; -3,50) - Intersezione profilo monte (-0,44; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	9,87	220,28	22.322	440,56	44.645	440,56	467.709	1,99	0,26
2	17,44	389,35	22.322	778,70	44.645	778,70	264.611	2,02	0,23
3	43,53	971,73	22.322	1943,47	44.645	1943,47	106.023	1,87	0,38
4	103,38	2787,30	26.962	5574,59	53.923	4615,38	44.645	1,43	0,82
5	103,38	6927,06	67.005	13854,12	134.011	4615,38	44.645	0,00	2,25

Combinazione n° 10

Cerchio n° 111 - Centro (-3,97; 0,00) - Raggio 3,53 - Intersezione profilo valle (-3,50; -3,50) - Intersezione profilo monte (-0,44; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	2,26	220,28	97.610	440,56	195.220	440,56	2045.174	1,99	0,26
2	3,99	389,35	97.610	778,70	195.220	778,70	1157.078	2,02	0,23
3	9,96	971,73	97.610	1943,47	195.220	1943,47	463.612	1,87	0,38
4	23,64	2787,30	117.896	5574,59	235.792	4615,38	195.220	1,43	0,82
5	23,64	6927,06	292.998	13854,12	585.996	4615,38	195.220	0,00	2,25

Combinazione n° 11

Cerchio n° 111 - Centro (-3,97; 0,00) - Raggio 3,53 - Intersezione profilo valle (-3,50; -3,50) - Intersezione profilo monte (-0,44; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	2,26	220,28	97.610	440,56	195.220	440,56	2045.174	1,99	0,26
2	3,99	389,35	97.610	778,70	195.220	778,70	1157.078	2,02	0,23
3	9,96	971,73	97.610	1943,47	195.220	1943,47	463.612	1,87	0,38
4	23,64	2787,30	117.896	5574,59	235.792	4615,38	195.220	1,43	0,82
5	23,64	6927,06	292.998	13854,12	585.996	4615,38	195.220	0,00	2,25

Combinazione n° 12

Cerchio n° 111 - Centro (-3,97; 0,00) - Raggio 3,53 - Intersezione profilo valle (-3,50; -3,50) - Intersezione profilo monte (-0,44; 0,00)

Ir	Sf [kg/m]	RSCO [kg/m]	FSsco	Rsfi [kg/m]	FSsfi	Rtra [kg/m]	FStra	LI [m]	Lf [m]
1	2,26	220,28	97.610	440,56	195.220	440,56	2045.174	1,99	0,26
2	3,99	389,35	97.610	778,70	195.220	778,70	1157.078	2,02	0,23
3	9,96	971,73	97.610	1943,47	195.220	1943,47	463.612	1,87	0,38
4	23,64	2787,30	117.896	5574,59	235.792	4615,38	195.220	1,43	0,82
5	23,64	6927,06	292.998	13854,12	585.996	4615,38	195.220	0,00	2,25

Verifiche composte*Stabilità globale della terra armata*

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

Is Indice della striscia

W peso della 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 strisciac 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]

N sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]

T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

Combinazione n° 1*Superficie di scorrimento n° 66 - Fs = 2.13*

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	60	-7.441	34.000	0,00	0,13	0,00	59	19
2	178	-4.825	34.000	0,00	0,13	0,00	177	56
3	294	-2.245	34.000	0,00	0,13	0,00	294	93
4	408	2.553	34.000	0,00	0,13	0,00	407	129
5	519	5.332	34.000	0,00	0,13	0,00	517	163
6	628	7.955	34.000	0,00	0,13	0,00	622	196
7	677	12.547	34.000	0,00	0,13	0,00	661	209
8	667	15.715	34.000	0,00	0,13	0,00	642	203
9	655	18.623	34.000	0,00	0,13	0,00	620	196
10	639	22.541	34.000	0,00	0,14	0,00	590	186
11	621	26.752	34.000	0,00	0,14	0,00	554	175
12	599	30.192	34.000	0,00	0,14	0,00	518	164
13	573	33.919	34.000	0,00	0,15	0,00	476	150
14	543	37.989	34.000	0,00	0,16	0,00	428	135
15	509	42.529	34.000	0,00	0,17	0,00	375	118
16	468	47.479	34.000	0,00	0,18	0,00	316	100
17	419	52.913	34.000	0,00	0,21	0,00	253	80
18	360	59.089	34.000	0,00	0,24	0,00	185	58
19	282	65.917	34.000	0,00	0,31	0,00	115	36
20	154	80.123	34.000	0,00	0,73	0,00	26	8

Combinazione n° 2*Superficie di scorrimento n° 66 - Fs = 2.06*

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	46	-7.441	34.000	0,00	0,13	0,00	45	15
2	137	-4.825	34.000	0,00	0,13	0,00	137	45
3	226	-2.245	34.000	0,00	0,13	0,00	226	74
4	313	2.553	34.000	0,00	0,13	0,00	313	103
5	399	5.332	34.000	0,00	0,13	0,00	397	130
6	483	7.955	34.000	0,00	0,13	0,00	478	157
7	521	12.547	34.000	0,00	0,13	0,00	508	167
8	513	15.715	34.000	0,00	0,13	0,00	494	162
9	504	18.623	34.000	0,00	0,13	0,00	477	156
10	492	22.541	34.000	0,00	0,14	0,00	454	149
11	477	26.752	34.000	0,00	0,14	0,00	426	140
12	461	30.192	34.000	0,00	0,14	0,00	398	130
13	441	33.919	34.000	0,00	0,15	0,00	366	120
14	418	37.989	34.000	0,00	0,16	0,00	329	108
15	391	42.529	34.000	0,00	0,17	0,00	288	95
16	360	47.479	34.000	0,00	0,18	0,00	243	80
17	323	52.913	34.000	0,00	0,21	0,00	195	64
18	277	59.089	34.000	0,00	0,24	0,00	142	47
19	217	65.917	34.000	0,00	0,31	0,00	88	29
20	119	80.123	34.000	0,00	0,73	0,00	20	7

Combinazione n° 3Superficie di scorrimento n° 66 - $F_s = 2.04$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	46	-7.441	34.000	0,00	0,13	0,00	45	15
2	137	-4.825	34.000	0,00	0,13	0,00	137	45
3	226	-2.245	34.000	0,00	0,13	0,00	226	75
4	313	2.553	34.000	0,00	0,13	0,00	313	103
5	399	5.332	34.000	0,00	0,13	0,00	397	131
6	483	7.955	34.000	0,00	0,13	0,00	478	158
7	521	12.547	34.000	0,00	0,13	0,00	508	168
8	513	15.715	34.000	0,00	0,13	0,00	494	163
9	504	18.623	34.000	0,00	0,13	0,00	477	157
10	492	22.541	34.000	0,00	0,14	0,00	454	150
11	477	26.752	34.000	0,00	0,14	0,00	426	141
12	461	30.192	34.000	0,00	0,14	0,00	398	131
13	441	33.919	34.000	0,00	0,15	0,00	366	121
14	418	37.989	34.000	0,00	0,16	0,00	329	109
15	391	42.529	34.000	0,00	0,17	0,00	288	95
16	360	47.479	34.000	0,00	0,18	0,00	243	80
17	323	52.913	34.000	0,00	0,21	0,00	195	64
18	277	59.089	34.000	0,00	0,24	0,00	142	47
19	217	65.917	34.000	0,00	0,31	0,00	88	29
20	119	80.123	34.000	0,00	0,73	0,00	20	7

Combinazione n° 10Superficie di scorrimento n° 66 - $F_s = 2.13$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	46	-7.441	34.000	0,00	0,13	0,00	45	14
2	137	-4.825	34.000	0,00	0,13	0,00	137	43
3	226	-2.245	34.000	0,00	0,13	0,00	226	71
4	313	2.553	34.000	0,00	0,13	0,00	313	99
5	399	5.332	34.000	0,00	0,13	0,00	397	126
6	483	7.955	34.000	0,00	0,13	0,00	478	151
7	521	12.547	34.000	0,00	0,13	0,00	508	161
8	513	15.715	34.000	0,00	0,13	0,00	494	156
9	504	18.623	34.000	0,00	0,13	0,00	477	151
10	492	22.541	34.000	0,00	0,14	0,00	454	143
11	477	26.752	34.000	0,00	0,14	0,00	426	135
12	461	30.192	34.000	0,00	0,14	0,00	398	126
13	441	33.919	34.000	0,00	0,15	0,00	366	116
14	418	37.989	34.000	0,00	0,16	0,00	329	104
15	391	42.529	34.000	0,00	0,17	0,00	288	91
16	360	47.479	34.000	0,00	0,18	0,00	243	77
17	323	52.913	34.000	0,00	0,21	0,00	195	61
18	277	59.089	34.000	0,00	0,24	0,00	142	45
19	217	65.917	34.000	0,00	0,31	0,00	88	28
20	119	80.123	34.000	0,00	0,73	0,00	20	6

Combinazione n° 11Superficie di scorrimento n° 66 - $F_s = 2.13$

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	46	-7.441	34.000	0,00	0,13	0,00	45	14
2	137	-4.825	34.000	0,00	0,13	0,00	137	43
3	226	-2.245	34.000	0,00	0,13	0,00	226	71
4	313	2.553	34.000	0,00	0,13	0,00	313	99
5	399	5.332	34.000	0,00	0,13	0,00	397	126
6	483	7.955	34.000	0,00	0,13	0,00	478	151
7	521	12.547	34.000	0,00	0,13	0,00	508	161
8	513	15.715	34.000	0,00	0,13	0,00	494	156
9	504	18.623	34.000	0,00	0,13	0,00	477	151
10	492	22.541	34.000	0,00	0,14	0,00	454	143
11	477	26.752	34.000	0,00	0,14	0,00	426	135
12	461	30.192	34.000	0,00	0,14	0,00	398	126
13	441	33.919	34.000	0,00	0,15	0,00	366	116
14	418	37.989	34.000	0,00	0,16	0,00	329	104
15	391	42.529	34.000	0,00	0,17	0,00	288	91
16	360	47.479	34.000	0,00	0,18	0,00	243	77

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
17	323	52.913	34.000	0,00	0,21	0,00	195	61
18	277	59.089	34.000	0,00	0,24	0,00	142	45
19	217	65.917	34.000	0,00	0,31	0,00	88	28
20	119	80.123	34.000	0,00	0,73	0,00	20	6

Combinazione n° 12*Superficie di scorrimento n° 66 - $F_s = 2.13$*

Is	W [kg]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	b [m]	u [kg/cm ²]	N [kg]	T [kg]
1	46	-7.441	34.000	0,00	0,13	0,00	45	14
2	137	-4.825	34.000	0,00	0,13	0,00	137	43
3	226	-2.245	34.000	0,00	0,13	0,00	226	71
4	313	2.553	34.000	0,00	0,13	0,00	313	99
5	399	5.332	34.000	0,00	0,13	0,00	397	126
6	483	7.955	34.000	0,00	0,13	0,00	478	151
7	521	12.547	34.000	0,00	0,13	0,00	508	161
8	513	15.715	34.000	0,00	0,13	0,00	494	156
9	504	18.623	34.000	0,00	0,13	0,00	477	151
10	492	22.541	34.000	0,00	0,14	0,00	454	143
11	477	26.752	34.000	0,00	0,14	0,00	426	135
12	461	30.192	34.000	0,00	0,14	0,00	398	126
13	441	33.919	34.000	0,00	0,15	0,00	366	116
14	418	37.989	34.000	0,00	0,16	0,00	329	104
15	391	42.529	34.000	0,00	0,17	0,00	288	91
16	360	47.479	34.000	0,00	0,18	0,00	243	77
17	323	52.913	34.000	0,00	0,21	0,00	195	61
18	277	59.089	34.000	0,00	0,24	0,00	142	45
19	217	65.917	34.000	0,00	0,31	0,00	88	28
20	119	80.123	34.000	0,00	0,73	0,00	20	6

Mergozzo, luglio 2020

dott. ing. Francesca D'Elia