Firmato digitalmente da
Giovanni Gaiotti
CN = Gaiotti Giovanni
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo/80019740044
C = IT

Firmato digitalmente da
ANDREA CANDELA
O = non presente
C = IT

Firmato digitalmente da
Alessandro Gaiotti
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo/80019740044
C = IT

COLLEGAMENTO FRA IL COMPRENSORIO SCIISTICO ... ARTESINA E PRATO NEVOSO

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI FRABOSA SOTTANA

PROGETTO DEFINITIVO
SEGGIOVIA BIPOSTO AD AMMORSAMENTO PERMANENTE "ROCCHE GIARDINA (1575,15-1925,35)"

RELAZIONE GEOTECNICA

Revisione	Elaborato	Approvato
1.0	*marzo 2015*	*14 aprile 2015*
2.0		
3.0		
Firma		

Codice elaborato A013004rGTC1.0

Ultima modifica:

ENTE APPALTANTE
COMUNE DI FRABOSA SOTTANA

Progettista

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
ING. GIOVANNI & ALESSANDRO GAIOTTI
Via G. Macario, 3 - 12012 BOVES (CN) tel 0171 387400 email: sta-g@tiscali.it
Cod. fisc. e P. IVA 02968330049

Firma
Ing. Alessandro Gaiotti

R.U.P.
Geom. Andrea Candela

Il coordinatore del progetto
Ing. Giovanni Gaiotti

INDICE

INDICE 2
UBICAZIONE E DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA 3
SVILUPPO DELLE INDAGINI 4
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 5
CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI 7
Metodo di calcolo 7
Influenza del sisma sulla capacità portante 8
Verifiche delle fondazioni 9
TERRE RINFORZATE 10
Calcolo della spinta attiva con Coulomb 10
Calcolo della spinta attiva con Rankine 10
Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe 10
Effetto dovuto alla coesione 11
Carico uniforme sul terrapieno 11
Spinta attiva in condizioni sismiche 12
Spinta idrostatica 12
Resistenza passiva 12
Carico limite di fondazioni superficiali su terreni 13
Fattori di forma 14
PROGETTAZIONE TERRA ARMATA 14
SEZIONE 32 stazione di arrivo 16
SEZIONE PL in asse all'impianto alla stazione di arrivo 25
SEZIONE 49 stazione di partenza 35

UBICAZIONE E DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA

L'area, in cui è prevista la realizzazione della nuova seggiovia "Rocche Giardina", è ubicata a Sud della frazione Artesina nel Comune di Frabosa Sottana.
Ha il suo corrispondente topografico nella tavoletta "MONGIOIE" (F. 91 I SO Boves) della Carta d'Italia edita dall'I.G.M. e nella sezione n° 227140 foglio "Monte Fantino" della Carta Tecnica Regionale.
Il tracciato ha un andamento sostanzialmente regolare, sono previsti 14 sostegni: 9 di appoggio, 3 di ritenuta e 2 di doppio effetto.
La stazione di partenza della seggiovia è posta più a valle dell'area su cui insorge l'attuale stazione di partenza della sciovia in sostituzione, mentre la stazione di arrivo è posta nella zona a monte, in prossimità dell'attuale stazione di arrivo della sciovia.
Facendo riferimento alla stazione di partenza, l'impianto è identificabile attraverso le coordinate: Cuneo, Frabosa Sottana, Artesina - Latitudine (deg) 44,2394°; Longitudine (deg) 7,7574° (N 44° 14' 22"; E 7° 45' 27") ED50.
Vengono di seguito riportati i dati caratteristici essenziali dell'impianto:

	Servizio invernale		
-	quota s.l.m. della stazione a valle (p.i.) M.F.	m s.l.m.	1574.95
-	quota s.l.m. della stazione a monte (p.i.) R.T.	m s.l.m.	1925.15
-	lunghezza orizzontale tra ingressi stazione (AV-AM)	m	1356.70
-	dislivello fra le stazioni terminali	m	350.20
-	lunghezza inclinata tra ingressi in stazione	m	1411.56
-	pendenza media	%	14.48
-	pendenza massima	%	54.1
-	numero dei sostegni di appoggio	n.	8
-	numero dei sostegni di ritenuta	n.	3
-	numero dei sostegni doppio effetto	n.	2
-	numero dei rulli di appoggio Φ 420 mm (salita/discesa)	n.	150
-	numero dei rulli di ritenuta Φ 420 mm (salita/discesa)	n.	72
-	diametro puleggia motrice	m	3.90
-	diametro puleggia di rinvio	m	3.90
-	intervia in linea	m	3.90
-	portata oraria	p/h	1200
-	velocità di esercizio	m/s	2.80
-	intervallo di tempo minimo tra i veicoli	s	6.02

-	equidistanza minima tra i veicoli	m	16.85
-	numero motori principali elettrici in c.a.	n.	1
-	potenza motore principale elettrico in c.a.	kW/giri/min.	250/1487
-	numero dei veicoli:	n.	170
-	velocità con motore di recupero	m/s	0.8
-	diametro della fune portante-traente	mm	36
-	tiro del dispositivo di tensione idraulico:		
-	valore nominale	daN	42000
-	valore massimo = valore nominale x 1,08	daN	45360
-	valore minimo = valore nominale x 0,92	daN	38640
-	senso di rotazione		antiorario
-	collegamento fra le stazioni		interrato

SVILUPPO DELLE INDAGINI

In riferimento alla relazione geologica e idrogeologica redatta dal Geologo dott. Giuseppe Galliano (Allegato 2 del progetto), sono state eseguite delle indagini di dettaglio in corrispondenza della stazione di valle, di quella di monte e lungo la linea.
In corrispondenza della stazione di valle e del sostegno n° 2 sono state eseguite delle prove penetrometriche dinamiche continue per la determinazione della stratigrafia del terreno.
In corrispondenza della stazione di valle e di monte, per stabilire la classificazione sismica del sito ai sensi del D.M. 14-01-2008, sono state eseguite delle prove geofisiche di tipo sismico.
In base ai risultati della campagna d'indagini il tracciato dell'impianto è stato suddiviso nel seguente modo:

TRATTO IMPIANTO	CARATTETIZZAIZONE GEOLOGICA	CLASSIFICAZIONE SISMICA	
Stazione di valle e linea dal sostegno S1 al sostegno S4	Rocce del substrato definite da calcari grigi occultati da coltri moreniche di potenza metrica.	Tipo B	$N_{SPT,30} > 50$
Dal sostegno S4 al sostegno S9	Rocce del substrato definite da calcari grigi sia affioranti sia occultati da coltri detritica colluviale di potenza inferiore ai 3.00 m.	Tipo A	$N_{SPT,30} > 50$
Dal sostegno S9 al sostegno S14 e stazione di monte	Rocce del substrato definite da scisti calcarei filladici con coltri detritiche colluviali di potenza superiore ai 3.00 m.	Tipo E	$50 > N_{SPT,30} > 15$

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dai risultati delle prove sismiche, mediante i valori di N_{SPT} indicati dalla normativa e quelli ottenuti con le prove penetrometriche è possibile risalire ai parametri geotecnici del terreno (D_r, γ_n,ϕ',c',E).

Densità relativa

La valutazione della densità relativa D_r, associata ad altre informazioni sulla composizione granulometrica del materiale e sulla storia tensionale del deposito, risulta un utile strumento di stima del comportamento dei terreni granulari in campo statico.

Il metodo di Terzaghi e Peck (1948) mette in relazione una descrizione di tipo qualitativo dello stato di addensamento del terreno con il campo di variazione di N_{SPT}, a cui, successivamente, Gibbs e Holtz (1957) associano una valutazione di tipo quantitativo di D_r.

N_{SPT} COLPI/30cm	DENSITÀ RELATIVA	
	TERZAGHI-PECK (1948)	GIBBS-HOLTZ (1957)
0 – 4	MOLTO SCIOLTA	0 – 15 %
4 – 10	SCIOLTA	15 – 35 %
10 – 30	MEDIA	35 – 65 %
30 – 50	DENSA	65 – 85 %
OLTRE – 50	MOLTO DENSA	85 – 100 %

Figura 3. Densità relativa

Angolo di attrito

E' possibile effettuare la valutazione dell'angolo di attrito interno del terreno mediante correlazioni che si basano sui valori di N_{SPT}.

Il metodo di Schmertmann (1977) pone in relazione l'angolo di attrito con la densità relativa.

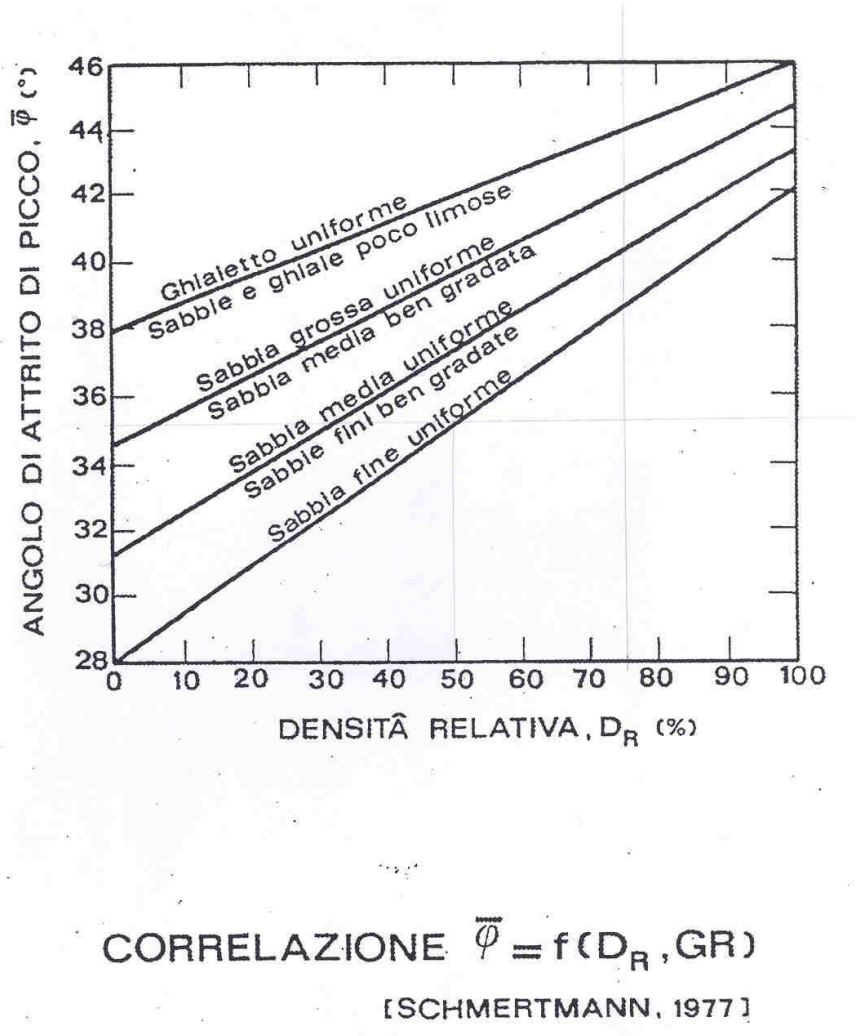


Figura 4. Correlazione fra D_r e ϕ'

Parametri geotecnici di calcolo

Sulla base delle determinazioni precedentemente effettuate, e con le necessarie considerazioni cautelative ai fini della sicurezza, i principali parametri geotecnici di calcolo adottati nelle verifiche dei plinti di fondazione sono:

	γ (kN/m^3)	ϕ_{cv}' (°)	ϕ_{Picco}' (°)	c' (kPa)	E (MPa)
Sabbie con ghiaie limo argillose	19,00-20,00	26	30	0,00	20,0
Coltri detritico colluviali grossolane	19,00-20,00	36	40	0,00	30,0

In base alla Tab. 3.2.VI del D.M. 14-01-08 il coefficiente di amplificazione topografica S_T risulta essere:

- 1,4 corrispondente a una categoria topografica T4 per la stazione di valle;
- 1,2 corrispondente a una categoria topografica T3 per i sostegni;
- 1,4 corrispondente a una categoria topografica T4 per la stazione di monte.

CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI

Ai fini della verifica di capacità portante si assume un valore di σ_{amm} pari a 120 kPa per la stazione di valle e per i sostegni, mentre per la stazione di monte si adotta una σ_{amm} del terreno di 180 kPa.
Nel paragrafo seguente si descrive il metodo di calcolo utilizzato per dimensionamento delle fondazioni.

Metodo di calcolo

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{\lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \tfrac{1}{2}\, \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

dove:

γ'	= peso di volume efficace dello strato di fondazione;
B	= larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$);
L	= lunghezza efficace della fondazione ($L = L_f - 2e$);
c	= coesione dello strato di fondazione;
c_u	= coesione non drenata dello strato di fondazione;
q	= sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
N_c, N_q, N_γ	= fattori di capacità portante;
s_c, s_q, s_γ	= fattori di forma della fondazione;
d_c, d_q, d_γ	= fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
i_c, i_q, i_γ	= fattori di inclinazione del carico;
b_c, b_q, b_γ	= fattori di inclinazione della base della fondazione;
g_c, g_q, g_γ	= fattori di inclinazione del piano campagna;

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1)\cdot ctg\phi\,; \quad N_q = tg^2\left(45^o + \frac{\phi}{2}\right)\cdot e^{(\pi\cdot tg\varphi)}; \quad N_\gamma = 2\cdot(N_q + 1)\cdot tg\phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L}\cdot\frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2\cdot\frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L}\cdot tg\phi\,; \quad s_\gamma = 1 - 0.4\cdot\frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4\cdot k\,; \quad d'_c = 0.4\cdot k\,; \quad d_q = 1 + 2\cdot k\cdot tg\phi\cdot(1-\sin\phi)^2\,; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1-i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m\cdot H}{B\cdot L\cdot c_a\cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B\cdot L\cdot c_a\cdot ctg\phi}\right)^m;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B\cdot L\cdot c_a\cdot ctg\phi}\right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^o}{147^o}; \quad g'_c = \frac{\beta^o}{147^o}; \quad g_q = (1 - tg\beta)^2\,; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^o}{147^o}; \quad b'_c = \frac{\eta^o}{147^o}; \quad b_q = (1 - \eta\cdot tg\phi)^2\,; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \le 1); \quad k = arctg\left(\frac{D}{B_f}\right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:
ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;
c_a = aderenza alla base della fondazione;
η = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (η = 0 se orizzontale);
β = inclinazione del pendio;
H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna.

Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'effetto inerziale prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'effetto cinematico si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h, cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo Paolucci e Pecker:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{tg\phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32\cdot k_h\,; \quad e_\gamma = e_q$$

Verifiche delle fondazioni

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si adotta l'approccio [2], Combinazione 1:(A1+M1+R3)

I fattori di sicurezza utilizzati per le valutazioni sono 2,3 per la capacità portante e 1,1 per lo scorrimento.

TERRE RINFORZATE

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.
Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \gamma_t z$$

La spinta *St* è applicata ad 1/3 H di valore

$$S_t = \frac{1}{2}\gamma_t H^2 K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta - \phi)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta + \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta + \delta) \times \text{sen}(\beta - \varepsilon)}}\right]^2}$$

Valori limite di K_A:

$\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau
γ_t Peso unità di volume del terreno;
β Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;
ϕ Angolo di resistenza al taglio del terreno;
δ Angolo di attrito terra-muro;
ε Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;
H Altezza della parete.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90°$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta *St* si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2}\frac{(1 - \sin\phi)}{(1 + \sin\phi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2}\tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.
In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di Ka di Rankine si presenta come segue:

$$Ka = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\phi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\phi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in

condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε, di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β, di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità θ tale che:

$$tg\ \theta = k_h/(1 \pm k_v)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.
In assenza di studi specifici, i coefficienti k_h e k_v devono essere calcolati come:

$$k_h = S\ a_g/r \qquad\qquad k_v = 0{,}5\ k_h$$

in cui Sa_g rappresenta il valore dell'accelerazione sismica massima del terreno per le varie categorie di profilo stratigrafico definite dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003. Al fattore *r* viene può essere assegnato il valore r = 2 nel caso di opere sufficientemente flessibili (muri liberi a gravità), mentre in tutti gli altri casi viene posto pari a 1 (muri in c.a. resistenti a flessione, muri in c.a. su pali o tirantati, muri di cantinato).

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_C come segue:

$$Z_c = \frac{2 \times c}{\gamma} \times \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \times \frac{sen\beta}{sen(\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove
Q = Carico agente sul terrapieno;

Se $Z_C<0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_C = P_C \times H$$

con punto di applicazione pari a *H/2*;

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico *Q*, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_A Q sen\beta / sen(\beta + \varepsilon)$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q:

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{sen\beta}{sen(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad H/2, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau.*

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2}\gamma(1 \pm k_v)KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

dove:
H altezza muro
k_V coefficiente sismico verticale
γ peso per unità di volume del terreno
K coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico)
E_{WS} spinta idrostatica dell'acqua
E_{wd} spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo θ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$tg\vartheta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12}k_h\gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_W dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità *z*, sono espresse come segue:

$$P_W(z) = \gamma_W \times z$$

Con risultante pari a:

$$S_W = 1/2 \times \gamma_W \times H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \times \gamma_t \times z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{sen^2(\phi+\beta)}{sen^2\beta \times sen(\beta-\delta) \times \left[1-\sqrt{\frac{\sin(\delta+\phi)\times\sin(\phi+\varepsilon)}{sen(\beta-\delta)\times sen(\beta-\varepsilon)}}\right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \phi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$Kp = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\phi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\phi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

Vesic

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$Vd \leq Rd$$

Dove Vd è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre Rd è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto Rd si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi)\, c_u\, s_c\, i_c + q$$

Dove:

A' = B' L' area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u coesione non drenata

q pressione litostatica totale sul piano di posa

s_c Fattore di forma

$s_c = 0{,}2\ (B'/L')$ per fondazioni rettangolari

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f area efficace della fondazione

c_a aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0{,}5\, \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan\phi'} \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$
$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi'$$
$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi'$$

Fattori di forma

$s_q = 1 + (B'/L')\tan\phi'$ per forma rettangolare

$s_\gamma = 1 - 0{,}4(B'/L')$ per forma rettangolare

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$ per forma rettangolare, quadrata o circolare.

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot\phi'}\right)^m$$
$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot\phi'}\right)^{m+1}$$
$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$
$$m = \frac{2 + B'/L'}{1 + B'/L'}$$

Convenzione segni

Forze verticali	positive se dirette dall'alto verso il basso;
Forze orizzontali	positive se dirette da monte verso valle;
Coppie	positive se antiorarie;
Angoli	positivi se antiorari.

PROGETTAZIONE TERRA ARMATA

Il progetto di una terra rinforzata si articola secondo le seguenti fasi

SPAZIATURA DELLE STRISCE

Si valuta la spaziatura delle strisce di rinforzo in verticale e in orizzontale, come in Figura 1. Ciò non vale se il rinforzo è realizzato con reti metalliche o con fogli di geotessile, la cui spaziatura è fissa. La spaziatura verticale può variare orientativamente da 0.2 a 1 m e quella orizzontale è compresa approssimativamente tra 0.8 e 1 m. Nell'analisi si fa riferimento a un tratto di larghezza unitaria, a cui si associa il diagramma delle pressioni orizzontali.

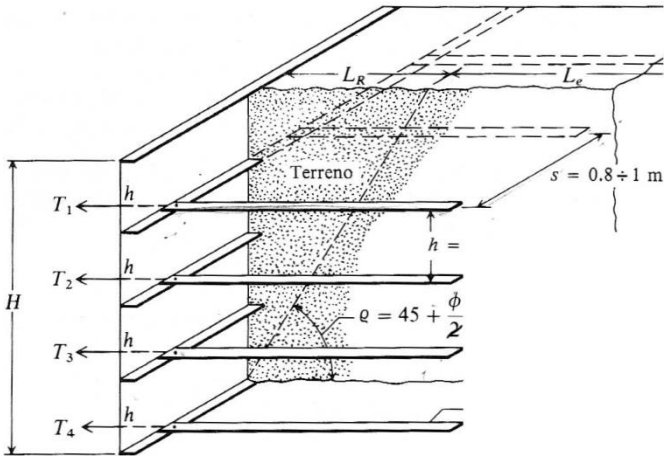


Fig. 1

FORZE DI TRAZIONE NEI RINFORZI

Si determinano le forze di trazione nei vari rinforzi, date dall'area del diagramma delle pressioni relative a ogni striscia. Per il diagramma triangolare relativo al terrapieno, la forza nella striscia è data dall'area dell'elemento trapezio ab' d' e viene trasformata nella pressione media q_i alla profondità della striscia Z_i mediante la relazione:

$$q_i = \gamma z_i K_a$$

La pressione qi agisce su una area definita dalla spaziatura delle armature h×s e corrisponde a una forza di trazione nel rinforzo pari a:

$$T_i = q_i A = \gamma z_i K_a \, (h \times s)$$

Per l'equilibrio la somma delle forze di trazione deve essere pari alla componete orizzontale delle forze agenti.

$$\Sigma T_i = P_{ah}$$

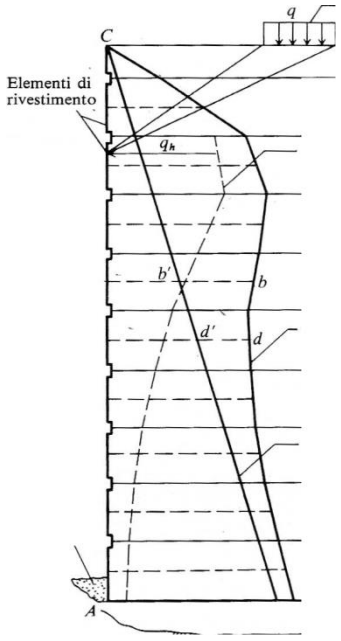


Fig. 2

CALCOLO DELLE LUNGHEZZE EFFICACI Le

Si calcolano le lunghezze delle strisce *Le* che compaiono in Figura 3, necessarie affinché si sviluppi una forza d'attrito $F_r = T_i$. Sulla base di tali lunghezze e delle dimensioni del cuneo di Rankine, si può determinare la lunghezza globale *Lo* delle strisce da utilizzare. In generale, per tutta l'altezza del muro si usano strisce della stessa lunghezza. La lunghezza di ancoraggio dipende dal coefficiente d'attrito $f = \tan\delta$ tra suolo e rinforzo, essendo δ un'opportuna frazione dell'angolo d'attrito interno del terreno ϕ . Se la striscia è sufficientemente scabra $\delta = \phi$, mentre per metalli lisci δ è compreso orientativamente tra 20° e 25°.

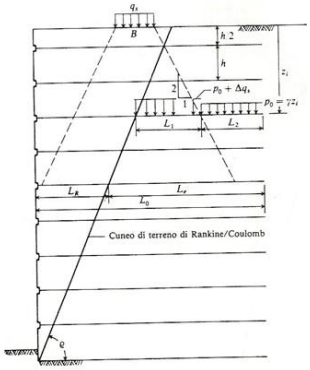


Fig. 3

Per strisce di dimensioni *b* x *Le* o per fogli di geotessile di larghezza unitaria e lunghezza *Le*, entrambe le facce sviluppano attrito; per barre circolari, l'attrito resistente è sviluppato lungo il perimetro. In ogni caso, l'attrito è dato dal prodotto di ***f*** per la pressione normale al rinforzo calcolata come $p_O = \gamma z_i$ dove z_i è la distanza *media* dalla superficie del terreno al rinforzo. Si ha quindi:

Per strisce:

$$F_i = 2(\gamma z_i)\tan\delta\,(b \times L_e) \geq T_i$$

Per barre:

$$F_i = \pi D(\gamma z_i)\tan\delta\,(L_e) \geq T_i$$

Per fogli:

$$F_i = 2(\gamma z_i)\tan\delta\,(1 \times L_e) \geq T_i$$

Se nelle precedenti formule il segno ≥ è sostituito col segno di uguale, il coefficiente di sicurezza FS è pari a 1. Se si assume FS > 1, il valore di *Le* risulta necessariamente maggiore di quello dato da queste formule.

Si determina quindi la sezione delle armature *b* x *t*. Per barre o strisce in metallo avente sforzo ammissibile pari a *fa = fy/FS* si ha:

$$b \times t \times f_a \geq T_i \quad \textit{oppure} \quad \frac{\pi D^2}{4} \times f_a \geq T_i$$

Nel caso di geotessili si ha il problema che la resistenza del tessuto varia a seconda del produttore; tra quelli possibili si sceglie un tessuto che:

Larghezza striscia b × resistenza per unità di larghezza $\geq T_i$

SEZIONE 32 stazione di arrivo

Descrizione

Acc. sismica orizzontale	0.25
Coef. amplificazione topografica (ST)	1.2
Categoria profilo stratigrafico (S)	1.25
Incremento delle pressioni neutre	0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.188
Coefficiente azione sismica orizzontale 0.094

Geometria

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	2.63	7.36
3	7.63	7.36

Terreno rinforzo

Peso unità di volume 1800.0 Kg/m³
Peso unità di volume saturo 0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio 36.0 °
Coesione 0.0 kg/cm²
Angolo attrito terreno rinforzo 26.0 °

Terreno riempimento

Peso unità di volume 1800.0 Kg/m³
Peso unità di volume saturo 0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio 36.0 °
Coesione 0.0 kg/cm²
Angolo inclinazione spinta 26.0 °

Terreno fondazione

Peso unità di volume 1800.0 Kg/m³
Peso unità di volume saturo 0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio 36.0 °
Coesione 0.0 kg/cm²

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.21	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.35	4.65	5	0	--	--	--
3	0.43	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.69	4.31	5	0	--	--	--
4	0.64	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poli	---	---	1.04	3.96	5	0	--	--	--

			estere									
5	0.86	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.38	3.62	5	0	--	--	--
6	1.07	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.73	3.27	5	0	--	--	--
7	1.29	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.07	2.93	5	0	--	--	--
8	1.5	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.42	2.58	5	0	--	--	--
9	1.72	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.76	2.24	5	0	--	--	--
10	1.93	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.11	1.89	5	0	--	--	--
11	2.14	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.45	1.55	5	0	--	--	--
12	2.36	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.8	1.2	5	0	--	--	--
13	2.57	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.14	0.86	5	0	--	--	--

Elenco rinforzi

Tipo	Descrizione	Struttura (mm)	Resistenza
1	Striscia 10x5 Red	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	200 N/mm²
2	Barra Ø20 Green	Barre Diametro=20	250 N/mm²
3	Tenax LBO 330	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	0 N/mm²
4	35/20-Geogriglie_Poliestere	Fogli	37 kN/m
5	55/30-Geogriglie_Poliestere	Fogli	60 kN/m
6	80/30-Geogriglie_Poliestere	Strisce Larghezza, Spessore=0/0	0 N/mm²
7	110/30-	Fogli	115 kN/m

	Geogriglie_Poliestere		
8	Striscia 50x4	Strisce Larghezza, Spessore=50/4	338 N/mm²
9	GEOGRIGLIA	Fogli	36.25 kN/m

Descrizione

Nr.	Confermare con il pulsante destro del mouse	X (m)	Y (m)	Lx (m)	Ly (m)	Q (kg/cm²)
1	Carico neve	2.63	7.36	7	1	0.1

Combinazione 1(A1+M1)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.00
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Carico neve	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25
3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 2(A2+M2)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.30
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Carico neve	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25
3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 1(A1+M1)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.21	0.6	(6)	---	---	0.35	4.65	5	0	--	--	--

			80/30-Geogriglie_Polipestere									
3	0.43	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	0.69	4.31	5	0	--	--	--
4	0.64	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	1.04	3.96	5	0	--	--	--
5	0.86	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	1.38	3.62	5	0	--	--	--
6	1.07	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	1.73	3.27	5	0	--	--	--
7	1.29	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	2.07	2.93	5	0	--	--	--
8	1.5	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	2.42	2.58	5	0	--	--	--
9	1.72	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	2.76	2.24	5	0	--	--	--
10	1.93	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	3.11	1.89	5	0	--	--	--
11	2.14	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	3.45	1.55	5	0	--	--	--
12	2.36	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	3.8	1.2	5	0	--	--	--
13	2.57	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Polipestere	---	---	4.14	0.86	5	0	--	--	--

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (7.6/0.0) m
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (7.6/7.4) m
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/cm²);
ß	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	ß
7.36	0.0	1800.0	0.0	36.0	26.0	0.0	19.66

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

µ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

µ	Ka	Kd	Dk
44.34	0.12	0.23	0.12

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx	Forza in direzione x (Kg);
Fy	Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	5746.5	638.1	8.69	8.69
Spinta incremento sismico	5613.44	623.33	8.69	2.45
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	8.69	8.69
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	8692.45	0.0	3.68
Peso muro	12453.12	66240.0	8.69	8.69

Momento stabilizzante	263670.6	Kgm
Momento ribaltante	73697.2	Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	23813.06	Kg	
Sommatoria forze verticali	67501.44	Kg	
Coefficiente di attrito	0.73		
Adesione		0.0	kg/cm²
Angolo piano di scorrimento	360.0	°	
Forze normali al piano di scorrimento	67501.43	Kg	
Forze parall. al piano di scorrimento	23813.07	Kg	
Coeff. sicurezza traslazione Csd	**2.06**		
Traslazione verificata Csd>1.3			

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	263670.6	Kgm
Momento ribaltante	73697.2	Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	**3.58**	
Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5		

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)		
Somma forze in direzione x	23813.06	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	67501.44	Kg
Somma momenti	-189973.4	Kgm
Larghezza fondazione	5.0	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	0.31	m
Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Angolo di resistenza al taglio	36.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Terreno sulla fondazione	0.84	m
Peso terreno sul piano di posa	1800.0	Kg/m³
Nq	37.75	
Nc	50.59	
Ng	56.31	
sq	1.17	
sc	1.17	
sg	0.91	
iq	0.6	
ic	0.59	
ig	0.39	
Carico limite verticale (Qlim)	513543.6	Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	**7.61**	
Carico limite verificato Csq>2		

Tensioni sul terreno		
Ascissa centro sollecitazione	2.81	m
Larghezza della fondazione	5.0	m

x = 0.0	Tensione...	0.84 kg/cm²
x = 5.0	Tensione...	1.86 kg/cm²

Combinazione 2(A2+M2)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.21	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.35	4.65	5	0	--	--	--
3	0.43	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.69	4.31	5	0	--	--	--
4	0.64	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poli	---	---	1.04	3.96	5	0	--	--	--

			estere									
5	0.86	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.38	3.62	5	0	--	--	--
6	1.07	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.73	3.27	5	0	--	--	--
7	1.29	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.07	2.93	5	0	--	--	--
8	1.5	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.42	2.58	5	0	--	--	--
9	1.72	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.76	2.24	5	0	--	--	--
10	1.93	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.11	1.89	5	0	--	--	--
11	2.14	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.45	1.55	5	0	--	--	--
12	2.36	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.8	1.2	5	0	--	--	--
13	2.57	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.14	0.86	5	0	--	--	--

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (7.6/0.0) m
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (7.6/7.4) m
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;

Delta Angolo di attrito terra muro (°);
c Coesione (kg/cm²);
ß Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	ß
7.36	0.0	1800.0	0.0	36.0	26.0	0.0	19.66

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta
Ka Coefficiente di spinta attiva,
Kd Coefficiente di spinta dinamica,
Dk Coefficiente di incremento dinamico,

μ	Ka	Kd	Dk
44.34	0.12	0.23	0.12

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx Forza in direzione x (Kg);
Fy Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	5746.5	638.1	8.69	8.69
Spinta incremento sismico	5613.44	623.33	8.69	2.45
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	8.69	8.69
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	8692.45	0.0	3.68
Peso muro	12453.12	66240.0	8.69	8.69

Momento stabilizzante	263670.6	Kgm
Momento ribaltante	77828.69	Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	25497.09	Kg
Sommatoria forze verticali	67501.44	Kg
Coefficiente di attrito	0.73	
Adesione	0.0	kg/cm²
Angolo piano di scorrimento	360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	67501.43	Kg
Forze parall. al piano di scorrimento	25497.1	Kg
Coeff. sicurezza traslazione Csd	**1.92**	

Traslazione verificata Csd>1.3

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	263670.6	Kgm
Momento ribaltante	77828.69	Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	**3.39**	

Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	25497.09	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	67501.44	Kg
Somma momenti	-185841.9	Kgm
Larghezza fondazione	5.0	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	0.25	m
Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Angolo di resistenza al taglio	36.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Terreno sulla fondazione	0.84	m

Peso terreno sul piano di posa	1800.0	Kg/m³
Nq	37.75	
Nc	50.59	
Ng	56.31	
sq	1.16	
sc	1.17	
sg	0.91	
iq	0.57	
ic	0.56	
ig	0.36	
Carico limite verticale (Qlim)	501226.5	Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	**7.43**	
Carico limite verificato Csq>2		

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	2.75	m
Larghezza della fondazione	5.0	m

x = 0.0	Tensione...	0.94 kg/cm²
x = 5.0	Tensione...	1.76 kg/cm²

SEZIONE PL in asse all'impianto alla stazione di arrivo

Descrizione

Acc. sismica orizzontale	0.25
Coef. amplificazione topografica (ST)	1.2
Categoria profilo stratigrafico (S)	1.25
Incremento delle pressioni neutre	0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.188
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.094

Geometria

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	2.87	7.9
3	7.87	7.9

Terreno rinforzo

Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Peso unità di volume saturo	0.0	Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio	36.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Angolo attrito terreno rinforzo	26.0	°

Terreno riempimento

Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Peso unità di volume saturo	0.0	Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio	36.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Angolo inclinazione spinta	26.0	°

Terreno fondazione

Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³

Peso unità di volume saturo 0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio 36.0 °
Coesione 0.0 kg/cm²

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.22	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.35	4.65	5	0	--	--	--
3	0.44	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.69	4.31	5	0	--	--	--
4	0.65	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.04	3.96	5	0	--	--	--
5	0.87	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.38	3.62	5	0	--	--	--
6	1.09	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.73	3.27	5	0	--	--	--
7	1.31	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.07	2.93	5	0	--	--	--
8	1.53	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.42	2.58	5	0	--	--	--
9	1.74	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.76	2.24	5	0	--	--	--
10	1.96	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.11	1.89	5	0	--	--	--

11	2.18	6.0	(6) 80/30-Geogrigli e_Poliest ere	---	---	3.45	1.55	5	0	--	--	--
12	2.4	6.6	(6) 80/30-Geogrigli e_Poliest ere	---	---	3.8	1.2	5	0	--	--	--
13	2.62	7.2	(6) 80/30-Geogrigli e_Poliest ere	---	---	4.14	0.86	5	0	--	--	--
14	2.83	7.8	(6) 80/30-Geogrigli e_Poliest ere	---	---	4.49	0.51	5	0	--	--	--

Elenco rinforzi

Tipo	Descrizione	Struttura (mm)	Resistenza
1	Striscia 10x5 Red	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	200 N/mm²
2	Barra Ø20 Green	Barre Diametro=20	250 N/mm²
3	Tenax LBO 330	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	0 N/mm²
4	35/20-Geogriglie_Poliestere	Fogli	37 kN/m
5	55/30-Geogriglie_Poliestere	Fogli	60 kN/m
6	80/30-Geogriglie_Poliestere	Strisce Larghezza, Spessore=0/0	0 N/mm²
7	110/30-Geogriglie_Poliestere	Fogli	115 kN/m
8	Striscia 50x4	Strisce Larghezza, Spessore=50/4	338 N/mm²
9	GEOGRIGLIA	Fogli	36.25 kN/m

Descrizione

Nr.	Confermare con il pulsante destro del mouse	X (m)	Y (m)	Lx (m)	Ly (m)	Q (kg/cm²)
1	Carico neve	2.87	7.9	7	1	0.08

Combinazione 1(A1+M1)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.00
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Carico neve	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25

3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 2(A2+M2)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.30
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Carico neve	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25
3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 1(A1+M1)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.22	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.35	4.65	5	0	--	--	--
3	0.44	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.69	4.31	5	0	--	--	--
4	0.65	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.04	3.96	5	0	--	--	--
5	0.87	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.38	3.62	5	0	--	--	--
6	1.09	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.73	3.27	5	0	--	--	--
7	1.31	3.6	(6) 80/30-	---	---	2.07	2.93	5	0	--	--	--

			Geogriglie_Poliestere									
8	1.53	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.42	2.58	5	0	--	--	--
9	1.74	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.76	2.24	5	0	--	--	--
10	1.96	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.11	1.89	5	0	--	--	--
11	2.18	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.45	1.55	5	0	--	--	--
12	2.4	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.8	1.2	5	0	--	--	--
13	2.62	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.14	0.86	5	0	--	--	--
14	2.83	7.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.49	0.51	5	0	--	--	--

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (7.9/0.0) m
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (7.9/7.9) m
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/cm²);
ß	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	ß
7.9	0.0	1800.0	0.0	36.0	26.0	0.0	19.97

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

μ	Ka	Kd	Dk
44.03	0.12	0.23	0.12

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx	Forza in direzione x (Kg);
Fy	Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	6539.84	691.34	9.36	9.36
Spinta incremento sismico	6448.85	681.72	9.36	2.63
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	9.36	9.36
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	9361.83	0.0	3.95
Peso muro	13366.81	71100.06	9.36	9.36

Momento stabilizzante	292633.2	Kgm
Momento ribaltante	87002.45	Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	26355.51	Kg	
Sommatoria forze verticali	72473.13	Kg	
Coefficiente di attrito	0.73		
Adesione		0.0	kg/cm²
Angolo piano di scorrimento	360.0	°	
Forze normali al piano di scorrimento	72473.12	Kg	
Forze parall. al piano di scorrimento	26355.52	Kg	
Coeff. sicurezza traslazione Csd	**2.0**		
Traslazione verificata Csd>1.3			

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	292633.2 Kgm
Momento ribaltante	87002.45 Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	**3.36**
Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5	

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	26355.51	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	72473.13	Kg
Somma momenti	-205630.8	Kgm
Larghezza fondazione	5.0	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	0.34	m
Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Angolo di resistenza al taglio	36.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Terreno sulla fondazione	0.6	m
Peso terreno sul piano di posa	1800.0	Kg/m³
Nq	37.75	
Nc	50.59	
Ng	56.31	
sq	1.17	
sc	1.17	
sg	0.91	
iq	0.58	

ic	0.57	
ig	0.37	
Carico limite verticale (Qlim)	440478.7	Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	**6.08**	
Carico limite verificato Csq>2		

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	2.84	m
Larghezza della fondazione	5.0	m

x = 0.0	Tensione...	0.86 kg/cm²
x = 5.0	Tensione...	2.04 kg/cm²

Combinazione 2(A2+M2)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.22	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.35	4.65	5	0	--	--	--
3	0.44	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.69	4.31	5	0	--	--	--
4	0.65	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.04	3.96	5	0	--	--	--
5	0.87	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.38	3.62	5	0	--	--	--
6	1.09	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.73	3.27	5	0	--	--	--
7	1.31	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.07	2.93	5	0	--	--	--
8	1.53	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.42	2.58	5	0	--	--	--

9	1.74	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.76	2.24	5	0	--	--	--
10	1.96	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.11	1.89	5	0	--	--	--
11	2.18	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.45	1.55	5	0	--	--	--
12	2.4	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.8	1.2	5	0	--	--	--
13	2.62	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.14	0.86	5	0	--	--	--
14	2.83	7.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.49	0.51	5	0	--	--	--

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (7.9/0.0) m
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (7.9/7.9) m
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/cm²);
ß	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	ß
7.9	0.0	1800.0	0.0	36.0	26.0	0.0	19.97

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

µ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

µ	Ka	Kd	Dk
44.03	0.12	0.23	0.12

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx Forza in direzione x (Kg);
Fy Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	6539.84	691.34	9.36	9.36
Spinta incremento sismico	6448.85	681.72	9.36	2.63
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	9.36	9.36
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	9361.83	0.0	3.95
Peso muro	13366.81	71100.06	9.36	9.36

Momento stabilizzante	292633.2	Kgm
Momento ribaltante	92097.03	Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	28290.16	Kg
Sommatoria forze verticali	72473.13	Kg
Coefficiente di attrito	0.73	
Adesione	0.0	kg/cm²
Angolo piano di scorrimento	360.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	72473.12	Kg
Forze parall. al piano di scorrimento	28290.18	Kg
Coeff. sicurezza traslazione Csd	**1.86**	
Traslazione verificata Csd>1.3		

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	292633.2	Kgm
Momento ribaltante	92097.03	Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	**3.18**	
Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5		

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	28290.16	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	72473.13	Kg
Somma momenti	-200536.2	Kgm
Larghezza fondazione	5.0	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	0.27	m
Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Angolo di resistenza al taglio	36.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Terreno sulla fondazione	0.6	m
Peso terreno sul piano di posa	1800.0	Kg/m³
Nq	37.75	
Nc	50.59	
Ng	56.31	
sq	1.16	
sc	1.17	
sg	0.91	
iq	0.56	
ic	0.54	
ig	0.34	
Carico limite verticale (Qlim)	430319.0	Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	**5.94**	
Carico limite verificato Csq>2		

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	2.77	m
Larghezza della fondazione	5.0	m

x = 0.0	Tensione...	0.98 kg/cm²
x = 5.0	Tensione...	1.91 kg/cm²

SEZIONE 49 stazione di partenza

Descrizione

Acc. sismica orizzontale	0.25
Coef. amplificazione topografica (ST)	1.2
Categoria profilo stratigrafico (S)	1.25
Incremento delle pressioni neutre	0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.188
Coefficiente azione sismica orizzontale	0.094

Geometria

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	2.46	7.22
3	7.46	7.22

Terreno rinforzo

Peso unità di volume	1800.0 Kg/m³
Peso unità di volume saturo	0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio	32.0 °
Coesione	0.0 kg/cm²
Angolo attrito terreno rinforzo	26.0 °

Terreno riempimento

Peso unità di volume	1800.0 Kg/m³
Peso unità di volume saturo	0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio	32.0 °
Coesione	0.0 kg/cm²
Angolo inclinazione spinta	26.0 °

Terreno fondazione

Peso unità di volume	1800.0 Kg/m³
Peso unità di volume saturo	0.0 Kg/m³
Angolo di resistenza a taglio	28.0 °
Coesione	0.0 kg/cm²

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.2	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.37	4.63	5	0	--	--	--
3	0.41	1.2	(6)	---	---	0.74	4.26	5	0	--	--	--

			80/30-Geogriglie_Poliestere									
4	0.61	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.11	3.89	5	0	--	--	--
5	0.82	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.48	3.52	5	0	--	--	--
6	1.02	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.85	3.15	5	0	--	--	--
7	1.23	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.23	2.77	5	0	--	--	--
8	1.43	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.6	2.4	5	0	--	--	--
9	1.64	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.97	2.03	5	0	--	--	--
10	1.84	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.34	1.66	5	0	--	--	--
11	2.04	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.71	1.29	5	0	--	--	--
12	2.25	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.08	0.92	5	0	--	--	--
13	2.45	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.45	0.55	5	0	--	--	--

Elenco rinforzi

Tipo	Descrizione	Struttura (mm)	Resistenza
1	Striscia 10x5 Red	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	200 N/mm²
2	Barra Ø20 Green	Barre	250 N/mm²

		Diametro=20	
3	Tenax LBO 330	Strisce Larghezza, Spessore=10/5	0 N/mm²
4	35/20-Geogriglie_Poliestere	Fogli	37 kN/m
5	55/30-Geogriglie_Poliestere	Fogli	60 kN/m
6	80/30-Geogriglie_Poliestere	Strisce Larghezza, Spessore=0/0	0 N/mm²
7	110/30-Geogriglie_Poliestere	Fogli	115 kN/m
8	Striscia 50x4	Strisce Larghezza, Spessore=50/4	338 N/mm²
9	GEOGRIGLIA	Fogli	36.25 kN/m

Descrizione

Nr.	Confermare con il pulsante destro del mouse	X (m)	Y (m)	Lx (m)	Ly (m)	Q (kg/cm²)
1	Carico neve	2.46	7.22	7	1	0.1

Combinazione 1(A1+M1)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.00
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Carico neve	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25
3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 2(A2+M2)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Spinta falda	1.00
4	Spinta sismica in x	1.30
5	Spinta sismica in y	1.00
6	Resistenza sfilamento	1.00
7	Carico neve	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali SLU
1	Tangente angolo res. taglio	1.25
2	Coesione	1.25
3	Coesione non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
	Angolo attrito terreno rinforzo	

Combinazione 1(A1+M1)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegat	Lunghezza facciata	Lunghezza cuneo	Lunghezza efficace	Lunghezza totale	Interasse (m)	Fattore sicurezza	Tensione rinforzo	Fattore sicurezza

				ura (m)	(Lf) (m)	(Lr) (m)	(Le) (m)	(Lt) (m)		sfilamento	(kg/cm²)	rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.2	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.37	4.63	5	0	--	--	--
3	0.41	1.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.74	4.26	5	0	--	--	--
4	0.61	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.11	3.89	5	0	--	--	--
5	0.82	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.48	3.52	5	0	--	--	--
6	1.02	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.85	3.15	5	0	--	--	--
7	1.23	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.23	2.77	5	0	--	--	--
8	1.43	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.6	2.4	5	0	--	--	--
9	1.64	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.97	2.03	5	0	--	--	--
10	1.84	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.34	1.66	5	0	--	--	--
11	2.04	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.71	1.29	5	0	--	--	--
12	2.25	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poli	---	---	4.08	0.92	5	0	--	--	--

			estere									
13	2.45	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.45	0.55	5	0	--	--	--

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (7.5/0.0) m
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (7.5/7.2) m
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/cm²);
ß	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	ß
7.22	0.0	1800.0	0.0	32.0	26.0	0.0	18.81

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

µ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

µ	Ka	Kd	Dk
45.19	0.16	0.29	0.14

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx	Forza in direzione x (Kg);
Fy	Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	7303.62	920.73	8.45	8.45
Spinta incremento sismico	6352.05	800.77	8.45	2.41
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	8.45	8.45
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	8447.58	0.0	3.61
Peso muro	12216.25	64980.04	8.45	8.45

Momento stabilizzante	256918.1	Kgm
Momento ribaltante	76965.27	Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	25871.91	Kg	
Sommatoria forze verticali	66701.52	Kg	
Coefficiente di attrito	0.53		
Adesione		0.0	kg/cm²
Angolo piano di scorrimento	355.0	°	
Forze normali al piano di scorrimento	68702.59	Kg	
Forze parall. al piano di scorrimento	19960.05	Kg	

Coeff. sicurezza traslazione Csd **1.83**
Traslazione verificata Csd>1.3

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	256918.1 Kgm
Momento ribaltante	76965.27 Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	**3.34**
Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5	

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	25871.91	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	66701.52	Kg
Somma momenti	-179952.8	Kgm
Larghezza fondazione	5.0	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	0.2	m
Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Angolo di resistenza al taglio	28.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Terreno sulla fondazione	0.9	m
Peso terreno sul piano di posa	1800.0	Kg/m³
Nq	14.72	
Nc	25.8	
Ng	16.72	
sq	1.12	
sc	1.12	
sg	0.91	
iq	0.56	
ic	0.53	
ig	0.34	
Carico limite verticale (Qlim)	168656.5	Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	**2.53**	
Carico limite verificato Csq>2		

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	2.7	m
Larghezza della fondazione	5.0	m

x = 0.0	Tensione...	1.02 kg/cm²
x = 5.0	Tensione...	1.65 kg/cm²

Combinazione 2(A2+M2)

Posizione rinforzi

Nr.	X (m)	y (m)	Tipo	Lunghezza ripiegatura (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza cuneo (Lr) (m)	Lunghezza efficace (Le) (m)	Lunghezza totale (Lt) (m)	Interasse (m)	Fattore sicurezza sfilamento	Tensione rinforzo (kg/cm²)	Fattore sicurezza rottura
1	0.0	0.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0	5	5	0	--	--	--
2	0.2	0.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	0.37	4.63	5	0	--	--	--
3	0.41	1.2	(6)	---	---	0.74	4.26	5	0	--	--	--

			80/30-Geogriglie_Poliestere									
4	0.61	1.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.11	3.89	5	0	--	--	--
5	0.82	2.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.48	3.52	5	0	--	--	--
6	1.02	3.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	1.85	3.15	5	0	--	--	--
7	1.23	3.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.23	2.77	5	0	--	--	--
8	1.43	4.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.6	2.4	5	0	--	--	--
9	1.64	4.8	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	2.97	2.03	5	0	--	--	--
10	1.84	5.4	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.34	1.66	5	0	--	--	--
11	2.04	6.0	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	3.71	1.29	5	0	--	--	--
12	2.25	6.6	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.08	0.92	5	0	--	--	--
13	2.45	7.2	(6) 80/30-Geogriglie_Poliestere	---	---	4.45	0.55	5	0	--	--	--

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (7.5/0.0) m
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (7.5/7.2) m
Centro di rotazione (xro,yro) = (0.0/0.0) m

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato;
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio;
Delta	Angolo di attrito terra muro (°);
c	Coesione (kg/cm²);
ß	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	ß
7.22	0.0	1800.0	0.0	32.0	26.0	0.0	18.81

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

µ	Angolo di direzione della spinta
Ka	Coefficiente di spinta attiva,
Kd	Coefficiente di spinta dinamica,
Dk	Coefficiente di incremento dinamico,

µ	Ka	Kd	Dk
45.19	0.16	0.29	0.14

Spinte risultanti e punto di applicazione

Fx	Forza in direzione x (Kg);
Fy	Forza in direzione y (Kg);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (m);

	Fx	Fy	Z(Rpx)	Z(Rpy)
Spinta attiva	7303.62	920.73	8.45	8.45
Spinta incremento sismico	6352.05	800.77	8.45	2.41
Spinta statica sovraccarico	0.0	0.0	8.45	8.45
Spinta incr. sismico sovraccarico	0.0	8447.58	0.0	3.61
Peso muro	12216.25	64980.04	8.45	8.45

Momento stabilizzante	256918.1	Kgm
Momento ribaltante	81551.44	Kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	27777.52	Kg
Sommatoria forze verticali	66701.52	Kg
Coefficiente di attrito	0.53	
Adesione	0.0	kg/cm²
Angolo piano di scorrimento	355.0	°
Forze normali al piano di scorrimento	68868.67	Kg
Forze parall. al piano di scorrimento	21858.41	Kg
Coeff. sicurezza traslazione Csd	**1.68**	
Traslazione verificata Csd>1.3		

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	256918.1 Kgm
Momento ribaltante	81551.44 Kgm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	**3.15**
Muro verificato a ribaltamento Csv>1.5	

Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	27777.52	Kg
Somma forze in direzione y (Fy)	66701.52	Kg

Somma momenti	-175366.6	Kgm
Larghezza fondazione	5.0	m
Lunghezza	1.0	m
Eccentricità su B	0.13	m
Peso unità di volume	1800.0	Kg/m³
Angolo di resistenza al taglio	28.0	°
Coesione	0.0	kg/cm²
Terreno sulla fondazione	0.9	m
Peso terreno sul piano di posa	1800.0	Kg/m³
Nq	14.72	
Nc	25.8	
Ng	16.72	
sq	1.11	
sc	1.12	
sg	0.92	
iq	0.53	
ic	0.5	
ig	0.31	
Carico limite verticale (Qlim)	162846.9	Kg
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	**2.44**	
Carico limite verificato Csq>2		

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	2.63	m
Larghezza della fondazione	5.0	m
x = 0.0	Tensione...	1.13 kg/cm²
x = 5.0	Tensione...	1.54 kg/cm²