



REGIONE LAZIO

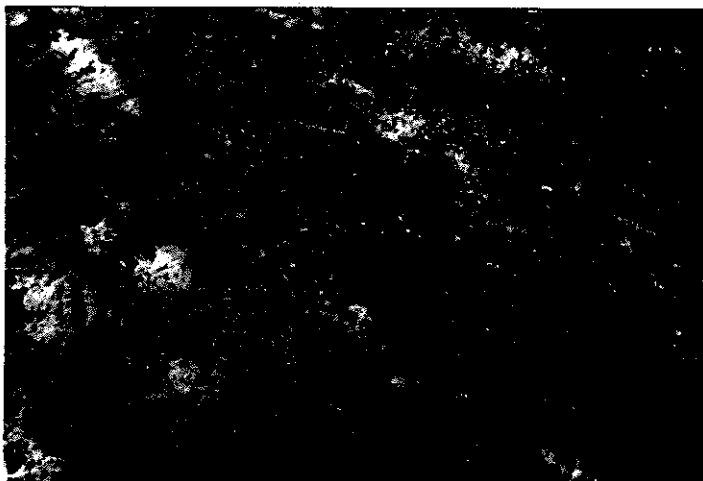
Dipartimento Territorio
Direzione Regionale Ambiente e
Cooperazione tra i Popoli

**SISTEMA REGIONALE DELLE
AREE NATURALI PROTETTE**



PARCO REGIONALE MARTURANUM

**PROGRAMMAZIONE REGIONALE 2007-2013
PER IL SISTEMA REGIONALE DELLE AREE NATURALI PROTETTE**



**RETE SENTIERISTICA PER L'ACCESSIBILITA'
(CUP G72D08000240006)**

PROGETTO ESECUTIVO

Progetto architettonico: arch. Laura Pacini

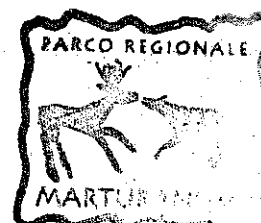
Progetto strutturale: Ing. Alessandro Stefanoni



RELAZIONE GEOTECNICA

IL DIRETTORE DEL PARCO

(Dott. Stefano Cellini)



Indice

1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
2. BIBLIOGRAFIA	2
3. MATERIALI.....	3
4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	5
5. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA - GEOTECNICA DEI TERRENI.	7
6. ANALISI DEI CARICHI.....	8
6.1 Peso proprio	8
6.2 Spinta idraulica acqua nei giunti	8
6.3 Azione sismica	9
7. VERIFICHE	10
7.1 Cuneo 1	12
7.2 Cuneo 2	18
7.3 Cuneo 3	24
7.4 Cuneo 4	30
7.5 Cuneo 5	36

RELAZIONE GEOTECNICA

1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **D.M. 14 gennaio 2008**
Nuove norme tecniche per le costruzioni
- **Circolare 2 febbraio 2009 n.617**
Nuova circolare delle norme tecniche per le costruzioni
- **Eurocodice 7**
Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

2. BIBLIOGRAFIA

- **Meccanica delle Rocce**
- **Elementi di geotecnica – Pietro Colombo**
- **Fondazioni – Carlo Viggiani**

3. MATERIALI

- Ancoraggio in acciaio B450C;
- Bulloneria;
- Piastra in acciaio S355;
- Fune in acciaio;
- Resine in cartucce;
- Malta cementizia;
- Muratura in blocchi di tufo.

CALCESTRUZZO PER MAGRONE C16/20

ANCORAGGIO IN ACCIAIO (zincato elettroliticamente secondo UNI EN 1461:2009):

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento

- Tensione di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$

ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA (zincato elettroliticamente secondo UNI EN 1461:2009):

- Qualità dell'acciaio S355
- Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$
- Modulo elastico $E = 210.000 \text{ MPa}$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$
- Coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Peso specifico $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

BULLONERIA AD ALTA RESISTENZA CLASSE 8.8/6S zincata elettroliticamente (secondo UNI EN 1461:2009) e composta da

- Dadi 6S UNI 3740 e 5713
- Rosette acciaio C50 UNI 7845

FUNE IN ACCIAIO INOX:

Formazione 6x(9+9+1) + IWRC

- Tensione caratteristica di rottura $f_{pk} \geq 1.770 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k} \geq 1.570 \text{ MPa}$

RESINE IN CARTUCCE:

- Resina poliestere bi componente composta da una resina sintetica ed un catalizzatore.
- L'iniezione e la miscela deve essere in accordo con le raccomandazioni del produttore.

MALTA CEMENTIZIA

- Malta pre-miscelata tixotropica a ritiro compensato;
- Resistenza minima a compressione (24 h) $R_{ck} > 10 \text{ MPa}$
- Resistenza minima a compressione (28 gg) $R_{ck} > 40 \text{ MPa}$
- Rapporto acqua - cemento $0,33 < a/c < 0,35$
- La miscela deve essere utilizzata entro un ora dall'inizio del mix dei componenti

MURATURA IN BLOCCHI DI TUFO

- resistenza media a compressione della muratura $f_m = 18 \text{ kg/cm}^2$
- resistenza media a taglio della muratura $f_{vk0} = 0,35 \text{ kg/cm}^2$
- modulo di elasticità normale medio $E = 11.500 \text{ kg/cm}^2$
- modulo di elasticità tangenziale medio $E = 3.600 \text{ kg/cm}^2$
- peso specifico medio della muratura $\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$

4. Inquadramento morfologico, geologico e idrogeologico

Le indagini svolte dal Geologo Laura Amicucci, iscritta all'Ordine dei Geologi della Regione Lazio, con il numero 1592, hanno interessato la tagliata etrusca denominata "Cava delle Quercete", il cui tracciato è definito nelle tavole strutturali (Tav. 1). Da tale campagna di rilievi, atti ad individuare le caratteristiche meccaniche degli ammassi rocciosi con tutte le loro singolarità per la corretta definizione degli interventi, si evince quanto segue.

Dall'analisi delle condizioni morfo-topografiche si osserva che il sentiero oggetto di studio si sviluppa nell'area Nord-occidentale rispetto all'abitato di Barbarano Romano. Trattasi di un incisione fra due costoni piroclastici subverticali presso la località Casalone che si trova in corrispondenza della confluenza del Fosso del Neme nel Fosso Biedano. Le pareti oggetto di intervento sono ubicate completamente nel territorio comunale di Barbarano Romano. Lo sviluppo longitudinale è pari a circa 150 m con un'altezza compresa tra 2 e 8 metri circa. Gli speroni vulcanici risultano nettamente individuati, rispetto alle morfologie debolmente articolate che li circondano, dalle profonde incisioni torrentizie dei Fossi Pisciarello, Fosso del Neme e dal Fosso Biedano. Più in particolare il tratto in studio presenta quote assolute di circa 320 metri nella parte sommitale prospiciente l'ingresso dell'agriturismo l'Introvabile. In relazione all'idrografia di superficie oltre alle vie d'acqua già citate che costituiscono elementi di una certa rilevanza, è da considerare l'impiuvio a carattere torrentizio ubicato ad Est rispetto al sentiero, per il quale si prevede un canale di regimentazione come riportato nelle tavole strutturali (Tav. 1).

In relazione alla configurazione geologica, l'area in studio mostra in affioramento esclusivamente depositi vulcanici ascrivibili alle fasi deposizionali pleistoceniche dell'apparato vicano. La Facies piroclastica esaminata è nota come Ignibrite III^A Vicana, o localmente denominata "tufo rosso litoide a scorie nere". In affioramento questa unità si presenta molto addensata, anche se verso le quote inferiori è ricoperta da una coltre detritica.

Come rilevato anche nella relazione geologica, sopra menzionata, il pericolo maggiore presentato da tale apparato geotecnico è il rischio di caduta massi ("Rockfalls"); le condizioni perchè tale fenomeno possa verificarsi sono:

- devono esistere sul pendio blocchi separati dal resto dell'ammasso roccioso oppure devono essere presenti porzioni rocciose con legami di natura mineralogica limitati a superfici ridotte (ponti di roccia); questi, così come le altre discontinuità, sono soggetti a continui attacchi da parte degli agenti della degradazione, sia meccanici che chimici; il distacco

avviene quando le forze agenti, innanzi tutto la forza peso, superano le forze resistenti (costituite principalmente dalla forza al taglio lungo le discontinuità, superfici di scivolamento, e dalla resistenza al taglio diretta o a trazione del materiale in corrispondenza dei ponti di roccia);

- l'inclinazione del pendio deve essere tale da rendere instabili i blocchi;
- vi è una forza agente, esterna, che scatena il dissesto, come ad esempio: radici naturali, spinte idrauliche, interventi artificiali o terremoti (nel caso specifico la forza di maggiore intensità, e di conseguenza quella utilizzata al fine della verifica degli interventi programmati, è l'azione sismica).

5. Caratterizzazione stratigrafica - geotecnica dei terreni

La campagna di indagini geologiche svolte ha evidenziato sotto il profilo geologico-strutturale una notevole omogeneità dei siti in esame lungo il sentiero con ambito morfologico condizionato da alcune discontinuità poco rilevanti.

Si possono, quindi, sentizzare le caratteristiche meccaniche delle pareti tufacee in oggetto con la seguente tabella:

PARAMETRO GEOTECNICO	VALORE CARATTERISTICO	VALORE DI PROGETTO
Angolo d'attrito interno φ' [°]	45	45

6. Analisi dei carichi

Le azioni di calcolo considerate sono le seguenti:

1. permanenti:
 - peso proprio ammasso roccioso
2. variabili:
 - spinta idraulica acqua nei giunti
 - azione sismica

6.1 *Peso proprio*

- Si riportano le caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso:

Peso specifico	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	45°
Angolo d'attrito ridotto (2/3 – verifica a scorrimento)	30°
Coesione	0 kg/cm ²

6.2 *Spinta idraulica acqua nei giunti*

Si è ipotizzato a favore di sicurezza, che l'acqua si incanala all'interno delle fratture a tergo del cuneo roccioso per un'altezza pari a quella del fronte roccioso.

Peso specifico	1000 kg/m ³
----------------	------------------------

6.3 Azione sismica

In riferimento al *D.M. 14 gennaio 2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni"*, in particolare rispetto alla nuova zonazione della Regione Lazio, il sito oggetto dell'intervento è collocato in zona 3A.

In particolare individuata la posizione del sito oggetto di studio (lat. 42.252500 e long. 12.066940), si sono ricavati i valori di:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

riferiti ad una probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R del 10% (SLV), come riportato al *punto 3.2.1 del D.M. 14 gennaio 2008*. La vita nominale dell'intervento, V_N , è di 50 anni. Appartenendo l'intervento alla *III* classe d'uso ($C_U = 1.5$), il periodo di riferimento, V_R , è pari a 75 anni. La categoria del sottosuolo considerata, a favore di sicurezza, è la *D*.

Quindi i coefficienti considerati sono:

$$a_g = 0.1198;$$

$$F_0 = 2.45;$$

$$T_C^* = 0.2872.$$

L'accelerazione totale massima attesa al sito vale:

$$a_{max} = a_g S_S S_T = 0.3024$$

dove:

$$S_S = 1.8;$$

$$S_T = 1.4.$$

La massa dell'ammasso roccioso è stata moltiplicata per l'accelerazione totale massima, ricavando quindi l'azione sismica.

7. Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per i cunei rocciosi maggiormente critici che sono stati rilevati in sito.

È stata eseguita un'analisi delle condizioni di stabilità, per una striscia di larghezza unitaria, ricercando le condizioni di equilibrio delle sole forze agenti e trascurando l'equilibrio dei momenti.

Le verifiche a scorrimento sono state svolte allo stato attuale e post-operam (intervento con bulloni da roccia), nella condizione statica e sismica. In particolare, sono stati seguiti due approcci e per il dimensionamento degli ancoraggi si è scelto quello più vincolante.

A favore di sicurezza è stato ipotizzato che la frattura interessa tutta la lunghezza del piano di scivolamento e si è trascurato il contributo della coesione.

Lo stato attuale è stato verificato nell'ipotesi più semplice, ossia in assenza di forze esterne (acqua nei giunti) ed in presenza di azione sismica.

Nello stato post – operam si è tenuto conto ovviamente della presenza dell'ancoraggio e della spinta idraulica sul piano dovuta all'acqua nei giunti, sebbene in fase di consolidamento vengano sigillate con pietrame e malta cementizia.

Le verifiche sono state svolte implementando un foglio elettronico di calcolo.

Di seguito si riportano le relazioni utilizzate, tratte dal testo *Meccanica delle Rocce*:

Nella condizione di frattura di trazione assente, le condizioni di equilibrio fra le forze stabilizzanti N e le forze instabilizzanti T, nell'ipotesi più semplice di assenza di forze esterne e di frattura di trazione superiore, sono espresse dalla:

$$F_s = \frac{N}{T} = \frac{W \cos \psi_p}{W \sin \psi_p}$$

mentre nell'ipotesi più generalizzata di presenza di forze esterne e di acqua nei giunti sono espresse dalla:

$$F_s = \frac{N}{T} = \frac{(W(\cos \psi_p - \alpha \sin \psi_p) - U + Q \cos \theta)}{W(\sin \psi_p + \alpha \cos \psi_p) - Q \sin \theta}$$

la geometria del problema viene risolta con le:

A = lunghezza del piano di scivolamento:

$$A = \frac{H}{\sin \psi_p}$$

W = peso del cuneo di distacco:

$$W = \frac{\gamma H^2}{2} (\cot \psi_p - \cot \psi_f)$$

U = spinta idraulica sul piano:

$$U = \frac{\gamma_w H_w^2}{4 \sin \psi_p}$$

e per:

H = altezza del fronte

ψ_f = inclinazione del fronte

ψ_p = inclinazione del giunto

γ = peso di volume della roccia

γ_w = peso di volume dell'acqua

H_w = altezza dell'acqua

α = coefficiente sismico

Q = forze esterne

θ = inclinazione della forze esterne.

Adottando il criterio di rottura di Mohr-Coulomb si ha invece:

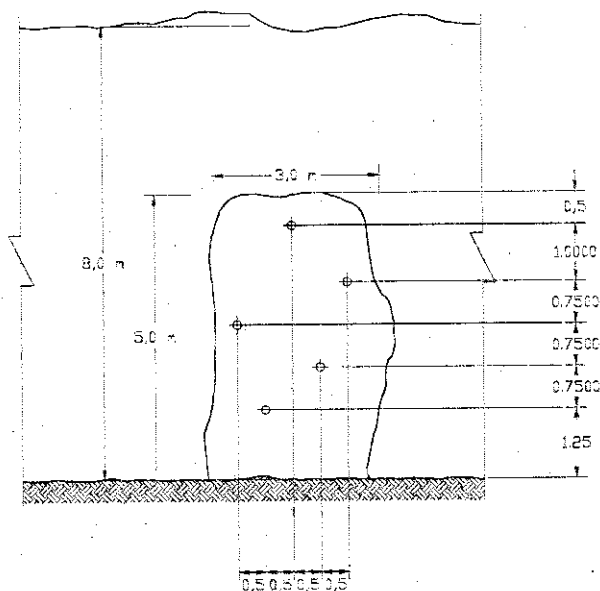
$$F_s = \frac{c A + N \tan \phi}{T}$$

con:

c = coesione del giunto

ϕ = angolo d'attrito del giunto.

7.1 Cuneo 1



CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo

$$\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$$

Angolo d'attrito

$$\varphi = 45^\circ$$

Angolo d'attrito ridotto (2/3)

$$\varphi' = 30^\circ$$

Coesione

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

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte

$$H = 5 \text{ m}$$

Larghezza del cuneo

$$B = 1 \text{ m}$$

Profondità

$$S = 0,5 \text{ m}$$

Inclinazione del fronte

$$\psi_f = 85^\circ$$

Inclinazione della superficie di distacco

$$\psi_p = 60^\circ$$

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento

$$A = 5,77 \text{ m}$$

Peso del cuneo di distacco

$$W = 9797 \text{ kg}$$

Accelerazione massima:

$$a_{\max} = 0,30$$

accelerazione massima orizzontale

$$a_g = 0,12$$

amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)

$$S_s = 1,8$$

amplificazione topografica

$$S_T = 1,4$$

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$Y_{G1} =$	1
Sfavorevole	$Y_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

$$Y_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$$F_s = 0,444$$

Non Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,180$$

Non Verifica

CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	5 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,5 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	5,77 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	9797 kg
Spinta idraulica sul piano	$U =$	7217 kg

altezza dell'acqua	$H_w =$	5 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	$L =$	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	18935 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	14566 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		
Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	$\gamma_{GI} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{GI} =$	1,3
Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):		
	$\gamma_M =$	1
Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:		
Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:		
	$R_3 =$	1,1
Caratteristiche acciaio:		
Resistenza caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	4400 kg/cm ²
Resistenza di calcolo di snervamento	$f_{yd} =$	3667 kg/cm ²
Area necessaria:	$A =$	5,16 cm ²
Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:		
	$F_s =$	2,253
	Verifica	
Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:		
	$F_s =$	1,300
	Verifica	

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\phi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\phi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	5 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,5 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	5,77 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	9797 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{GI} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{GI} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
---------	-----

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,256
Non Verifica	

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,104$$

Non Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	5 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,5 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	5,77 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	9797 kg
Spinta idraulica sul piano	$U =$	7217 kg
altezza dell'acqua	$H_w =$	5 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	$L =$	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	23885 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	18373 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		
Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti

$$Y_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 4400 \text{ kg/cm}^2$$

Resistenza di calcolo di snervamento

$$f_{yd} = 3667 \text{ kg/cm}^2$$

Area necessaria:

$$A = 6,51 \text{ cm}^2$$

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,214$$

Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_b =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
---------	-----

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,444
Non Verifica	

Verifica globale in condizioni sismiche:

$F_s =$	0,180
Non Verifica	

CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	4 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,8 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	A =	4,62 m
Peso del cuneo di distacco	W =	11390 kg
Spinta idraulica sul piano	U =	4619 kg
altezza dell'acqua	H _w =	4,0 m
peso di volume dell'acqua	Y _w =	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	a _{max} =	0,30
accelerazione massima orizzontale	a _g =	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	S _s =	1,8
amplificazione topografica	S _T =	1,4
Lunghezza barra	L =	3 m
Inclinazione ancoraggio	θ =	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	Q _{SLU} =	18250 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	Q _{SLE} =	14038 kg

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	Y _{GI} =	1
Sfavorevole	Y _{GI} =	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	Y _{Ra,p} =	1,2
------------	---------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento	f _{yk} =	4400 kg/cm ²
Resistenza di calcolo di snervamento	f _{yd} =	3667 kg/cm ²

Area necessaria:

$$A = 4,98 \text{ cm}^2$$

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,138$$

Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\phi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\phi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	4 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,8 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	4,62 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	11390 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
---------	-----

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,256
---------	-------

Non Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,104$$

Non Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	4 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,8 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	4,62 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	11390 kg
Spinta idraulica sul piano	$U =$	4619 kg
altezza dell'acqua	$H_w =$	4,0 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	$L =$	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	24603 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	18925 kg

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{GI} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{GI} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti

$$Y_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 4400 \text{ kg/cm}^2$$

Resistenza di calcolo di snervamento

$$f_{yd} = 3667 \text{ kg/cm}^2$$

Area necessaria:

$$A = 6,71 \text{ cm}^2$$

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,098$$

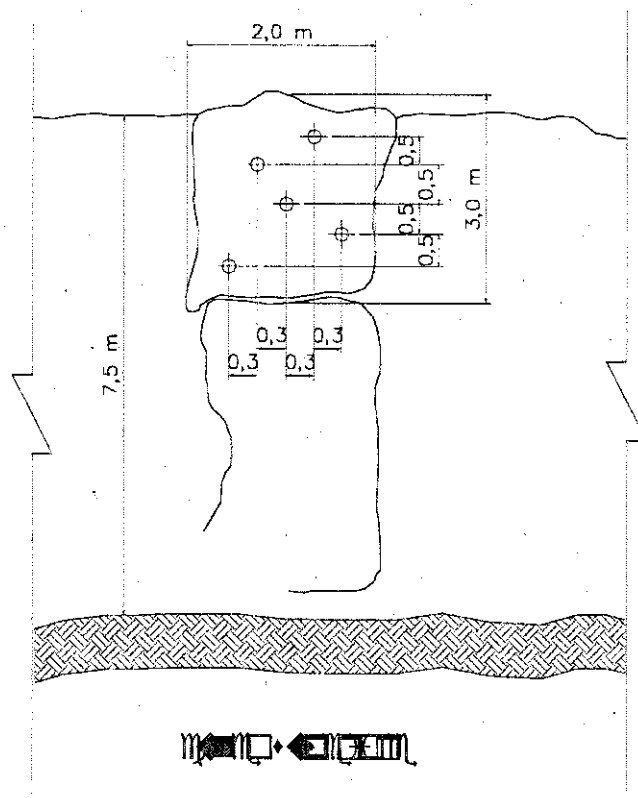
Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

7.3 Cuneo 3



CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	3 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,4 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	3,46 m
-------------------------------------	-------	--------

Peso del cuneo di distacco	$W =$	5447 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{GI} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{GI} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
---------	-----

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,444
	Non Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche:

$F_s =$	0,180
	Non Verifica

CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	3 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,4 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	A =	3,46 m
Peso del cuneo di distacco	W =	5447 kg
Spinta idraulica sul piano	U =	2598 kg
altezza dell'acqua	H _w =	3,0 m
peso di volume dell'acqua	Y _w =	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	a _{max} =	0,30
accelerazione massima orizzontale	a _g =	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	S _s =	1,8
amplificazione topografica	S _T =	1,4
Lunghezza barra	L =	3 m
Inclinazione ancoraggio	θ =	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	Q _{SLU} =	9116 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	Q _{SLE} =	7012 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		
Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	Y _{GI} =	1
Sfavorevole	Y _{GI} =	1,3
Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):		
	Y _M =	1
Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:		
Permanenti	Y _{Ra,p} =	1,2
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:		
	R ₃ =	1,1

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento	f _{yk} =	4400 kg/cm ²
Resistenza di calcolo di snervamento	f _{yd} =	3667 kg/cm ²
Area necessaria:	A =	2,49 cm ²

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,160$$

Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\phi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\phi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	3 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,4 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	3,46 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	5447 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{GI} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{GI} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
---------	-----

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,256
Non Verifica	

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,104$$

Non Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	3 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,4 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	3,46 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	5447 kg
Spinta idraulica sul piano	$U =$	2598 kg
altezza dell'acqua	$H_w =$	3,0 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	$L =$	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	12092 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	9302 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		
Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti

$$Y_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 4400 \text{ kg/cm}^2$$

Resistenza di calcolo di snervamento

$$f_{yd} = 3667 \text{ kg/cm}^2$$

Area necessaria:

$$A = 3,30 \text{ cm}^2$$

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,120$$

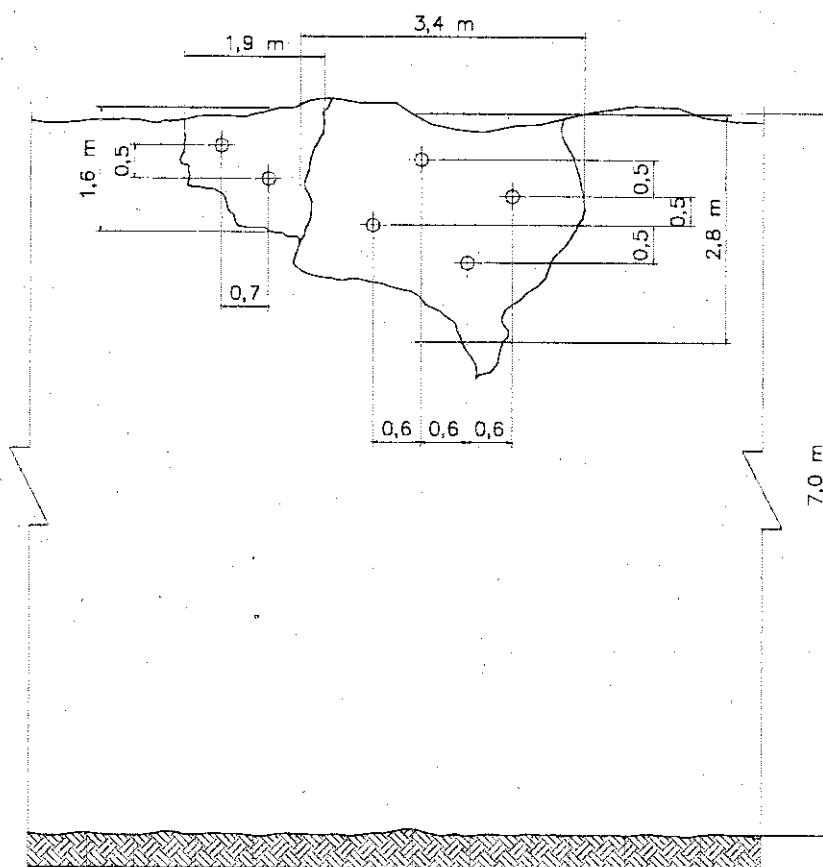
Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

7.4 Cuneo 4



CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo

$$Y = 1600 \text{ kg/m}^3$$

Angolo d'attrito

$$\varphi = 45^\circ$$

Angolo d'attrito ridotto (2/3)

$$\varphi' = 30^\circ$$

Coesione

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

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte

$$H = 2 \text{ m}$$

Larghezza del cuneo

$$B = 1 \text{ m}$$

Profondità

$$S = 0,5 \text{ m}$$

Inclinazione del fronte

$$\psi_f = 85^\circ$$

Inclinazione della superficie di distacco

$$\psi_p = 60^\circ$$

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	2,31 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	3168 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
---------	-----

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,444
Non Verifica	

Verifica globale in condizioni sismiche:

$F_s =$	0,180
Non Verifica	

CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	2 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m

Profondità	S =	0,5 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	A =	2,31 m
Peso del cuneo di distacco	W =	3168 kg
Spinta idraulica sul piano	U =	1155 kg
altezza dell'acqua	$H_w =$	2,0 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	L =	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	4946 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	3804 kg

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	$\gamma_{GI} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{GI} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$\gamma_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

$$\gamma_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	4400 kg/cm ²
Resistenza di calcolo di snervamento	$f_{yd} =$	3667 kg/cm ²

Area necessaria:	A =	1,35 cm ²
------------------	-----	----------------------

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,126$$

Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	2 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,5 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	2,31 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	3168 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$\gamma_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

$$\gamma_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$$F_s = 0,256$$

Non Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,104$$

Non Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	2 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	0,5 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	2,31 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	3168 kg
Spinta idraulica sul piano	$U =$	1155 kg
altezza dell'acqua	$H_w =$	2,0 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	$L =$	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	6733 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	5179 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole $Y_{G1} = 1$

Sfavorevole $Y_{G1} = 1,3$

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$Y_M = 1$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti $Y_{Ra,p} = 1,2$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 = 1,1$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento $f_{yk} = 4400 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza di calcolo di snervamento $f_{yd} = 3667 \text{ kg/cm}^2$

Area necessaria: $A = 1,84 \text{ cm}^2$

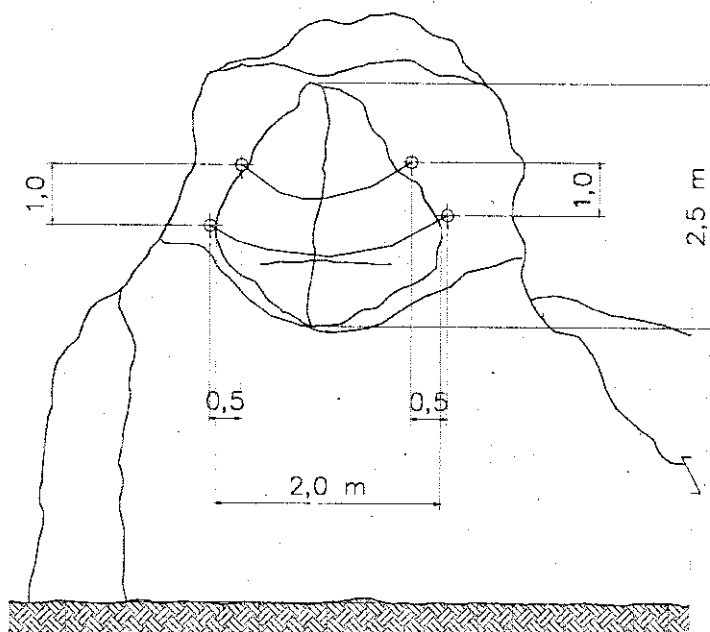
Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$F_s = 2,085$
Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$F_s = 1,300$
Verifica

7.5 Cuneo 5



CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\phi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\phi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	2,5 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	1,2 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	2,89 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	7249 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8

amplificazione topografica

$$S_T = 1,4$$

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole

$$Y_{G1} = 1$$

Sfavorevole

$$Y_{G1} = 1,3$$

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti

$$Y_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$$F_s = 0,444$$

Non Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,180$$

Non Verifica

CONDIZIONE DI FRATTURA DI TRAZIONE ASSENTE

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo

$$\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$$

Angolo d'attrito

$$\varphi = 45^\circ$$

Angolo d'attrito ridotto (2/3)

$$\varphi' = 30^\circ$$

Coesione

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

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte

$$H = 2,5 \text{ m}$$

Larghezza del cuneo

$$B = 1 \text{ m}$$

Profondità

$$S = 1,2 \text{ m}$$

Inclinazione del fronte

$$\psi_f = 85^\circ$$

Inclinazione della superficie di distacco

$$\psi_p = 60^\circ$$

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento

$$A = 2,89 \text{ m}$$

Peso del cuneo di distacco

$$W = 7249 \text{ kg}$$

Spinta idraulica sul piano	U =	1804 kg
altezza dell'acqua	H _w =	3 m
peso di volume dell'acqua	Y _w =	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	a _{max} =	0,30
accelerazione massima orizzontale	a _g =	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	S _s =	1,8
amplificazione topografica	S _T =	1,4
Lunghezza barra	L =	3 m
Inclinazione ancoraggio	θ =	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	Q _{SLU} =	10482 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	Q _{SLE} =	8063 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		
Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	Y _{G1} =	1
Sfavorevole	Y _{G1} =	1,3
Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):		
	Y _M =	1
Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:		
Permanenti	Y _{Ra,p} =	1,2
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:		
	R ₃ =	1,1
Caratteristiche acciaio:		
Resistenza caratteristica di snervamento	f _{yk} =	4400 kg/cm ²
Resistenza di calcolo di snervamento	f _{yd} =	3667 kg/cm ²
Area necessaria:	A =	2,86 cm ²
Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:		
	F _s =	2,093
	Verifica	
Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:		
	F _s =	1,300
	Verifica	

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE ANTE-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\phi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\phi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	2,5 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	1,2 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	2,89 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	7249 kg
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4

Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):

Coefficienti parziali per le azioni (A1)

Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$\gamma_M =$	1
--------------	---

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti	$\gamma_{Ra,p} =$	1,2
------------	-------------------	-----

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$R_3 =$	1,1
2	

Verifica globale in condizioni statiche in assenza di forze esterne:

$F_s =$	0,256
Non Verifica	

Verifica globale in condizioni sismiche:

$$F_s = 0,104$$

Non Verifica

CRITERIO DI ROTTURA DI MOHR - COULOMB

VERIFICHE POST-OPERAM

Parametri meccanici parete rocciosa:

Peso specifico tufo	$\gamma =$	1600 kg/m ³
Angolo d'attrito	$\varphi =$	45 °
Angolo d'attrito ridotto (2/3)	$\varphi' =$	30 °
Coesione	$c =$	0 kg/cm ²

Parametri geometrici parete rocciosa:

Altezza del fronte	$H =$	2,5 m
Larghezza del cuneo	$B =$	1 m
Profondità	$S =$	1,2 m
Inclinazione del fronte	$\psi_f =$	85 °
Inclinazione della superficie di distacco	$\psi_p =$	60 °

Parametri di calcolo:

Lunghezza del piano di scivolamento	$A =$	2,89 m
Peso del cuneo di distacco	$W =$	7249 kg
Spinta idraulica sul piano	$U =$	1804 kg
altezza dell'acqua	$H_w =$	3 m
peso di volume dell'acqua	$\gamma_w =$	1000 kg/m ³
Accelerazione massima:	$a_{max} =$	0,30
accelerazione massima orizzontale	$a_g =$	0,12
amplificazione stratigrafica (cat. Suolo D)	$S_s =$	1,8
amplificazione topografica	$S_T =$	1,4
Lunghezza barra	$L =$	3 m
Inclinazione ancoraggio	$\theta =$	15 °
Forza complessiva tiranti (SLU)	$Q_{SLU} =$	14705 kg
Forza complessiva tiranti (SLE)	$Q_{SLE} =$	11312 kg
Coefficienti di sicurezza (NTC 2008):		
Coefficienti parziali per le azioni (A1)		
Favorevole	$\gamma_{G1} =$	1
Sfavorevole	$\gamma_{G1} =$	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (M1):

$$Y_M = 1$$

Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi:

Permanenti

$$Y_{Ra,p} = 1,2$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento:

$$R_3 = 1,1$$

Caratteristiche acciaio:

Resistenza caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 4400 \text{ kg/cm}^2$$

Resistenza di calcolo di snervamento

$$f_{yd} = 3667 \text{ kg/cm}^2$$

Area necessaria:

$$A = 4,01 \text{ cm}^2$$

Verifica globale in condizioni statiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 2,052$$

Verifica

Verifica globale in condizioni sismiche in presenza di acqua nei giunti:

$$F_s = 1,300$$

Verifica

