



ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI
SERVIZIO 4 - GESTIONE INFRASTRUTTURE PER LE ACQUE

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL SISTEMA
DI TENUTA DELLA DIGA SAN GIOVANNI NEL TERRITORIO
DEL COMUNE DI NARO (AG) (SCHEDA INTERVENTO N. 080)

CUP: G29E18000040001 - CIG: 7725373B77



RTP

mandatario

mandanti

PRO-GEO
progettazione geotecnica

S P A I
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

s.i.a.

STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI

Studio di Geologia

G. Graziano e M. Masi

Studio di Ingegneria

Ing. E. Giannone Codiglione



PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (R.U.P.) :

Dott. Ing. Salvatore Stagno

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
TRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE :

Dott. Ing. Pietro Umiltà

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO

ELABORATO N° :

GET 4.1.1.1

		ELABORATO		CONTROLLATO		APPROVATO	
SIGLA		P. Umiltà		A. Bruccheri		P. Umiltà	
REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE				
	0	DIC 2021	Emissione elaborati progetto esecutivo				
	1						
	2						

DATA :

DICEMBRE 2021

SCALA :



RELAZIONE GEOTECNICA

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	BREVE DESCRIZIONE DELLA DIGA	2
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4.	DESCRIZIONE DEI DISSESTI.....	5
4.1.	Ubicazione dei dissesti e degli interventi	5
4.1.1.	Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4	5
4.1.2.	Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2.....	8
4.1.3.	Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3.....	9
5.	SINTESI DELLO STUDIO GEOLOGICO	10
6.	CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI.....	13
7.	SOLUZIONI PROGETTUALI.....	17
7.1.1.	Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4	17
7.1.2.	Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2.....	21
7.1.3.	Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3.....	22
8.	CALCOLI GEOTECNICI E STRUTTURALI	24
8.1.1.	Generalità	24
8.1.2.	Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Intervento 1	24
8.1.3.	Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2.....	25
8.1.3.1.	Gabbionate	25
8.1.3.2.	Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità attuali	26
8.1.3.3.	Verifiche di stabilità a seguito degli interventi di stabilizzazione.....	27
8.1.4.	Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3.....	29
	RELAZIONE E TABULATI DI CALCOLO	30



RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA

L'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità – Dipartimento Acque e Rifiuti ha aggiudicato, mediante procedura negoziata con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, al Raggruppamento Temporaneo di Professionisti, costituito da PRO-GEO progettazione Geotecnica, SPAI s.r.l., s.i.a. Studio Ingegneri Associati, Studio di Geologia G. Graziano e M. Masi, Ing. E. Giannone Codiglione e CONGEO s.r.l., la progettazione definitiva, esecutiva, CSP, consulenza geologica, indagini geognostiche e prove di laboratorio dell'intervento: Scheda 080 – Diga San Giovanni - “Lavori di manutenzione straordinaria del sistema di tenuta della Diga San Giovanni nel territorio del Comune di Naro” – CUP: G29E18000040001 – CIG: 7725373B77”.

Tali lavori riguardano:

- la stabilizzazione dei dissesti che interessano la viabilità a ridosso della strada circumlacuale (Interventi 1 e 4), il versante a valle della casa di guardia (Intervento 2) e la viabilità a ridosso della casa di guardia (Intervento 3);
- le paratoie dello scarico di fondo che risultano versare in condizioni di degrado generalizzato a causa delle condizioni ambientali in cui operano;
- il potenziamento dei due impianti di sollevamento presenti rispettivamente all'interno del cunicolo drenaggi e di ispezione.

Nel seguito, dopo un breve descrizione della diga e l'inquadramento geografico, si riferisce sui dissesti, si riporta una sintesi dello studio geologico, si caratterizzano i terreni e si illustrano le soluzioni progettuali adottate.

In ultimo si riportano i calcoli geotecnici e strutturali degli interventi di consolidamento.

2. BREVE DESCRIZIONE DELLA DIGA

La Diga San Giovanni, situata in località “Stretta del Molino San Giovanni” nel Comune di Naro (AG), è stata realizzata fra il 1969 e il 1981 al fine di raccogliere le acque provenienti del fiume Naro. Le acque invase sono utilizzate prevalentemente per l'irrigazione delle campagne limitrofe e precisamente per il fabbisogno irriguo del sub comprensorio “San Giovanni-Furore” (figg. 1 e 2).

Lo sbarramento è stato realizzato in materiali sciolti, con nucleo centrale di materiale limosi e rinfianchi costituiti da materiali a grana grossa, specificamente calcarei per il fianco di monte e calcarenitici per quello di valle, presenta un asse ad andamento rettilineo per quasi tutto lo sviluppo, fatta eccezione per il settore destro dove l'asse si incurva leggermente per una migliore impostazione sui terreni della spalla. Sono presenti filtri inclinati disposti tra il nucleo ed i fianchi e filtri orizzontali disposti tra fianchi e terreni di imposta. In corrispondenza del fianco di monte il paramento di valle è interrotto da due banchine, e termina con uno zoccolo di materiale calcareo, protetto da muratura in pietra da taglio.

La tenuta profonda dell'avandiga, a causa della permeabilità delle fondazioni superficiali e della presenza di una falda acquifera superficiale, è stata affidata ad un diaframma continuo in calcestruzzo armato dello spessore di 80 cm e profondo 12,80 m, che costituisce altresì il muro d'unghia dell'opera.

L'asse diga ha andamento rettilineo per quasi tutto lo sviluppo; in destra l'asse si incurva leggermente per una migliore impostazione sui terreni della spalla. La paratia è resa ispezionabile attraverso un cunicolo praticabile. Lo schermo di iniezioni è stato realizzato eseguendo, subito a monte



RELAZIONE GEOTECNICA

ed a valle della paratia, fori a quinconce in corrispondenza delle formazioni permeabili, nelle quali è stata iniettata una miscela composta da cemento ferrico pozzolanico, bentonite, silicato e acqua. Perpendicolare al diaframma è stata realizzata una galleria al fine di eseguire uno schermo di iniezioni che costituisce un prolungamento del diaframma stesso all'interno della spalla destra. Il cunicolo di drenaggio è realizzato sull'allineamento longitudinale più depresso delle fondazioni a valle del nucleo e raccoglie le acque provenienti dai filtri della diga e da modeste manifestazioni sorgentizie affioranti ai piedi della scarpata che delimita a valle l'imposta della diga stessa.

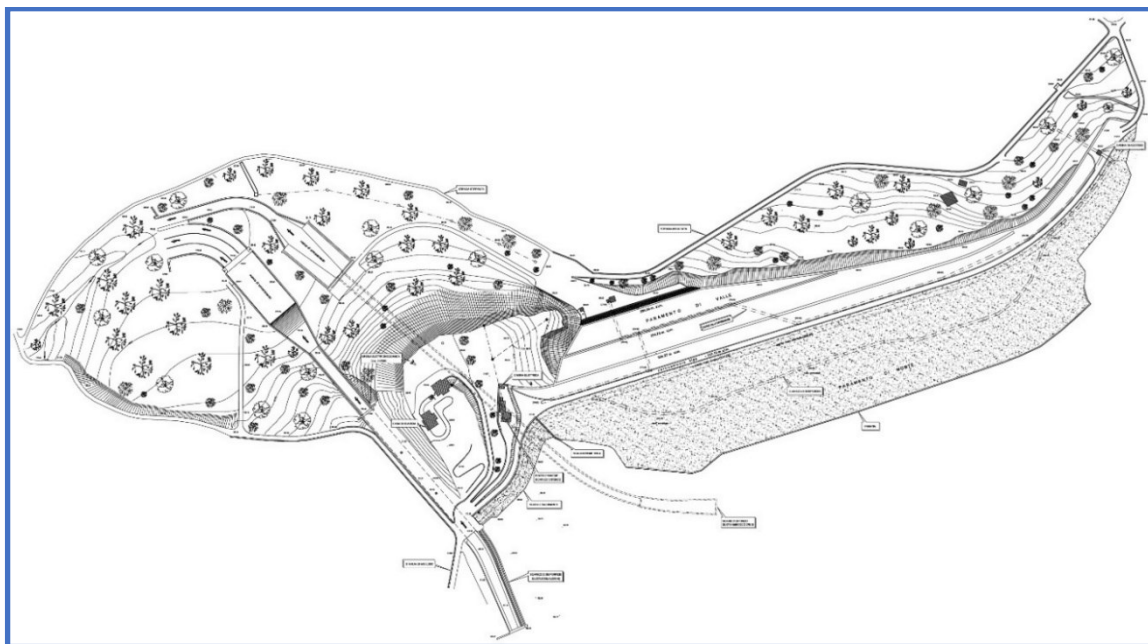


Fig. 1 – Planimetria della diga

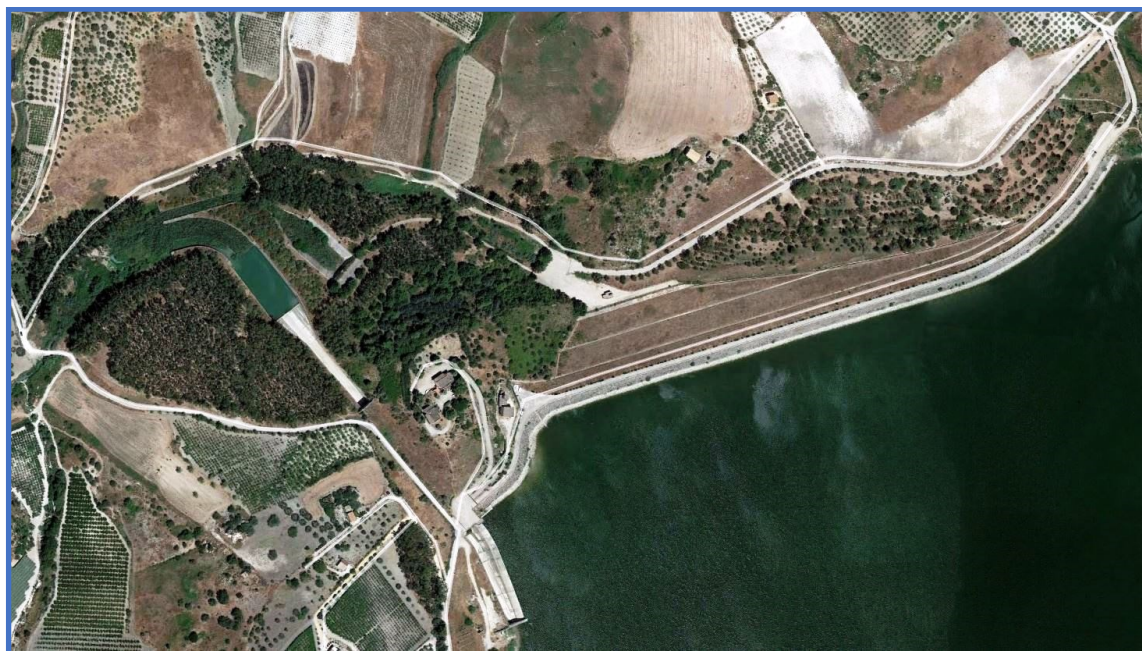


Fig. 2 – Foto aerea della diga (Google Earth)



3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La Diga San Giovanni si trova nel territorio comunale di Naro (AG), in località Stretta del Molino San Giovanni, a Nord-Ovest del centro abitato.

Più in generale, essa ricade nel Foglio 271 I N.O. “Naro” della Carta d’Italia in scala 1:25.000 edita dall’I.G.M. (fig. 3) e nel Foglio n. 637060, denominato “Castrofilippo” della Cartografia Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 della Regione Sicilia (fig. 4).

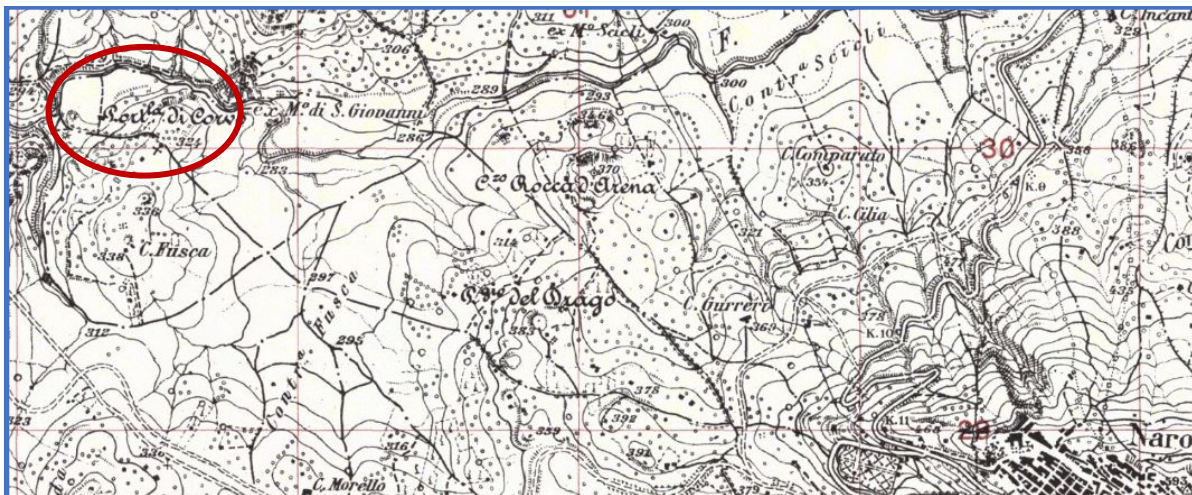


Fig. 3 – Stralcio del Foglio 271 I N.O. “Naro” della Carta d’Italia 1:25.000

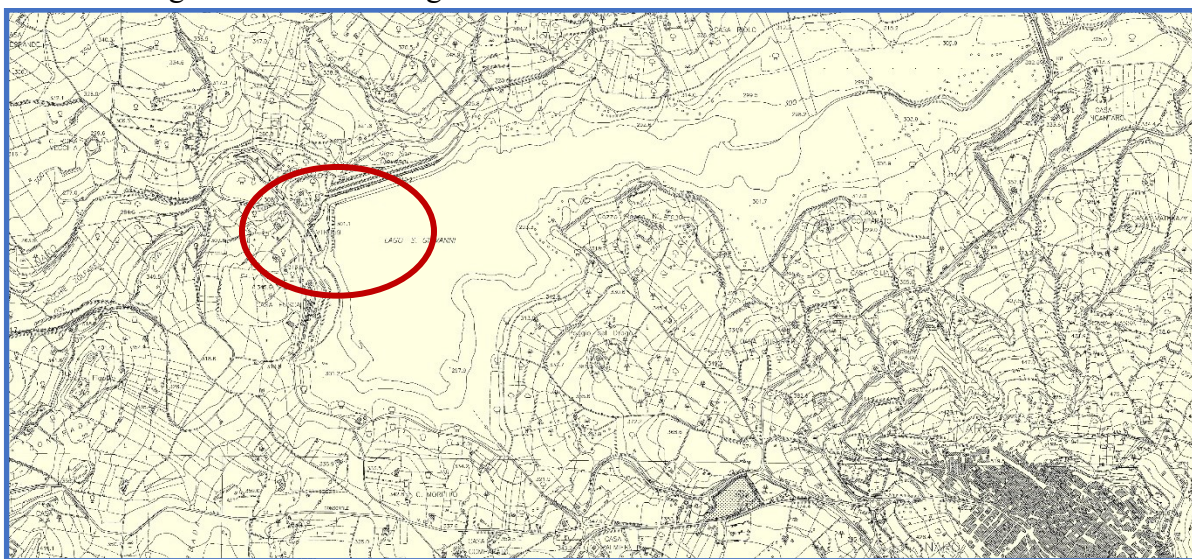


Fig. 4 – Stralcio del Foglio n. 637060, denominato “Castrofilippo”, della C.T.R. 1:10.000

4. DESCRIZIONE DEI DISSESTI

4.1. Ubicazione dei dissesti e degli interventi

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione dissesti e degli interventi che interessano la viabilità della strada circumlacuale (Interventi 1 e 4), il versante a valle della casa di guardia (Intervento 2) e la viabilità a ridosso della casa di guardia (Intervento 3).



Fig. 5 – Foto aerea delle aree di intervento

4.1.1. Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4

Il primo dissesto interessa un tratto di circa 45 m della strada circumlacuale in prossimità dell'ingresso alla diga (figg. 6a, 6b, 7, 8, 9 ed elaborato *VIA 5.1.1.0 Documentazione fotografica*).

Si tratta di una strada che si sviluppa in piano, di larghezza media pari a 5 m, con una cunetta in calcestruzzo lato monte e con un cavidotto in c.a. lato valle. Sul bordo del cavidotto è posto un parapetto costituito da putrelle in acciaio verticali e tubazioni in acciaio orizzontali. A valle del cavidotto è presente un cordolo di calcestruzzo e la scogliera della sponda del lago.

Nel primo tratto, lato ingresso, della lunghezza di circa 20 m, si rinviene un'unica lesione sulla pavimentazione che si sviluppa dal cavidotto fino alla cunetta e prosegue lungo di essa (fig. 6a e 7). L'apertura della lesione è avvenuta in senso orizzontale, senza abbassamenti, ad indicare una traslazione della strada verso il lago. Il cavidotto e la cunetta sono integri. Nel secondo tratto la strada presenta ampie lesioni con aperture che si sviluppano sia in senso orizzontale che verticale (figg. 8 e 9). Il parapetto ha subito un evidente cedimento ed una rotazione verso valle. Il cavidotto e il cordolo sono dissestati. Dal profilo topografico lungo il lato di monte del cavidotto, riportato nella tavola *VIA 5.2.1.0 - Intervento 1*, risulta un abbassamento massimo di circa 55 cm in corrispondenza della sezione 4. Lo



RELAZIONE GEOTECNICA

spostamento orizzontale massimo si stima in circa 35 cm.

Si rileva che tale tratto delle viabilità è stato oggetto di attenzioni sin dalle fasi di collaudo della diga. Nel 2005 l'E.S.A. (precedente gestore dell'invaso), su richiesta del Registro Italiano Dighe (R.I.D.) e della commissione di collaudo ex art. 14 D.P.R. 1363/1959, ha redatto una relazione avente ad oggetto "Accertamento delle condizioni della strada di collegamento fra il piazzale antistante lo sfioratore e il coronamento della diga" nella quale era indicato che la strada presentava una deformazione del manto denotante un movimento a prevalente componente verticale.

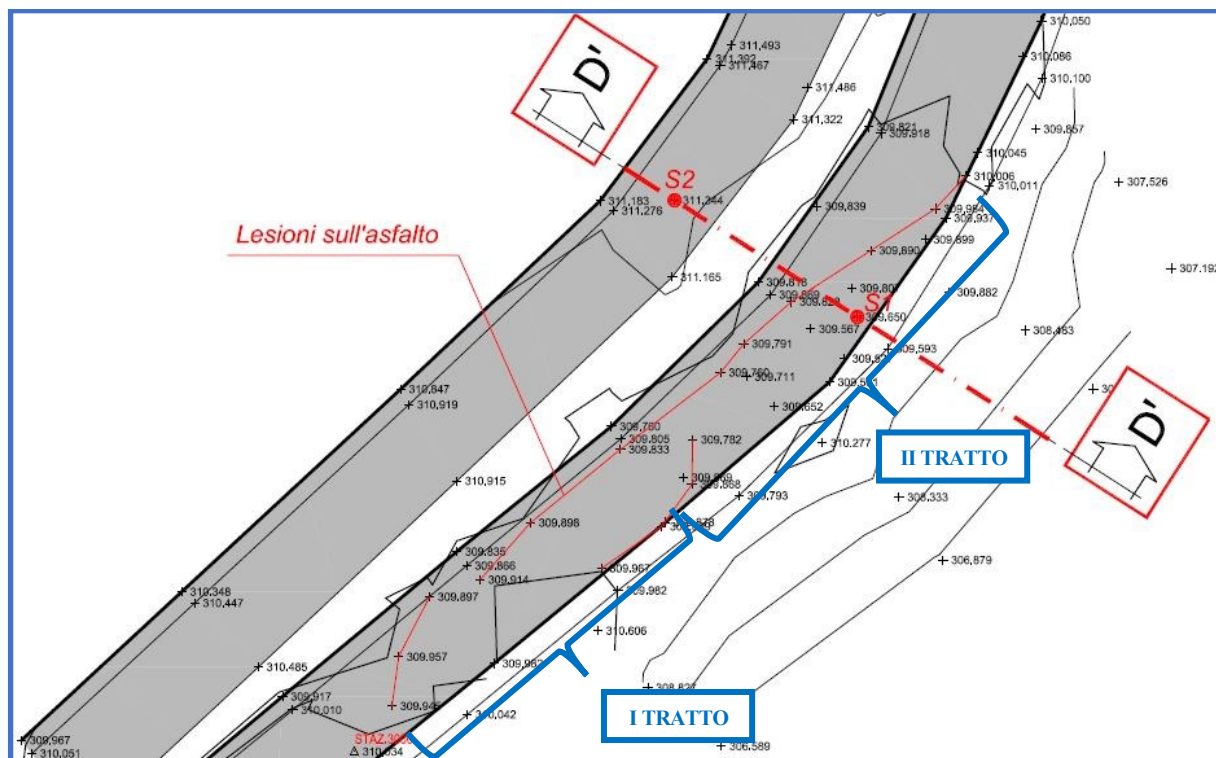


Fig. 6a – Zona intervento 1 - Rilievo topografico con ubicazione delle lesione principali

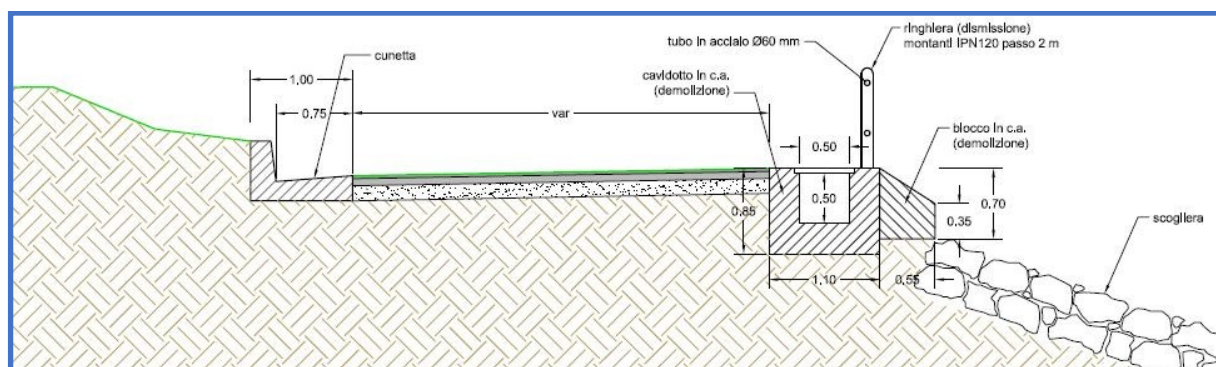


Fig. 6b – Zona intervento 1 – Sezione tipo della strada



RELAZIONE GEOTECNICA



Fig. 7 – Zona intervento 1



Fig. 8 – Zona intervento 1



Fig. 9 – Zona intervento 1



RELAZIONE GEOTECNICA

4.1.2. Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2

Il secondo dissesto interessa un tratto del pendio che si sviluppa tra la casa di guardia e l'ingresso alla diga (figg. 10 e 11). Il versante che inizialmente aveva una pendenza di circa 30° è franato, probabilmente, a causa di una perdita nel tubo dell'acqua che passava sul ciglio della scarpata.

A distanza di alcuni anni, è oggi perfettamente riconoscibile il contorno della frana e la zona di accumulo. Si tratta di una frana per scivolamento, di spessore prossimo a 2 m, che ha interessato i materiali detritici derivanti dalle attività di movimentazione delle terre effettuate durante il periodo di realizzazione della diga. Il dissesto ha una estensione di 25 m in larghezza di 20 m in lunghezza.

Sulla testa della frana è presente una linea citofonica interrata, quella idraulica è stata dismessa.

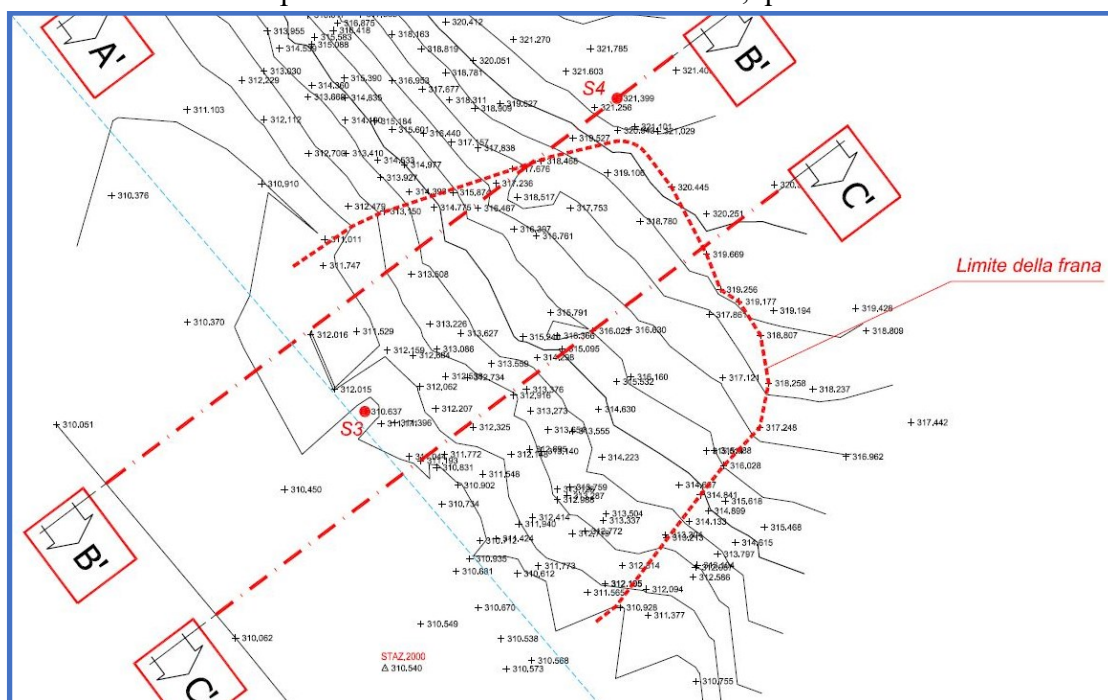


Fig. 10 – Zona intervento 2 – Rilievo topografico con ubicazione del dissesto



Fig. 11 – Zona intervento 2

4.1.3. Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3

Il dissesto interessa il muro lato monte della strada in curva che dalla casa di guardia conduce, in salita, ai locali uffici (figg. 12 e 13). Si tratta di un muro in calcestruzzo non armato, spezzato in più punti, ruotato verso valle e sostenuto da puntelli in tubi di acciaio che limitano di fatto la viabilità. Il cordolo superiore è costituito da conci di calcarenite. Il muro, dello sviluppo di circa 13 m, ha altezza massima di 1,35 m che decresce fino a zero procedendo lungo la salita e uno spessore di circa 30 cm.

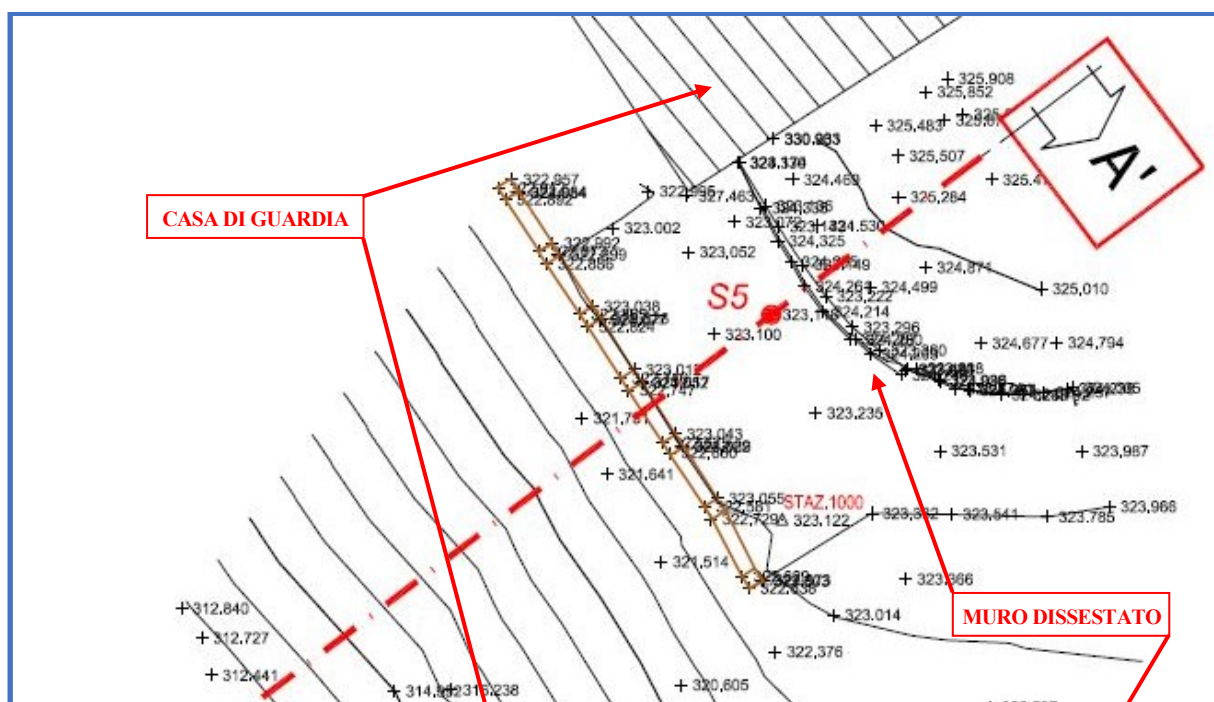


Fig. 12 – Zona intervento 3 – Rilievo topografico con ubicazione del dissesto



Fig. 13 – Zona intervento 3



5. SINTESI DELLO STUDIO GEOLOGICO

Dalla Relazione Geologica redatta per il presente progetto dal dott. Graziano, alla quale si rimanda per ogni dettaglio, si evince quanto appresso (elaborato *GEO 3.1.1.0 Relazione Geologica*).

La diga San Giovanni, oggetto degli interventi di manutenzione straordinaria, è inserita in un contesto morfologico tipicamente collinare, con superfici debolmente acclivi, caratterizzate da affioramenti di terreni di natura argillosa che conferiscono all'area un assetto blando e generalmente regolare, interrotto da locali rilievi a forte pendenza, costituiti da corpi rocciosi lapidei carbonatici caratterizzati da elevate asperità, che danno luogo a un assetto morfologico più aspro, con rotture di pendenza e salti di quota che, soprattutto in alcune porzioni dell'area, si presentano sub-verticali.

Le aree oggetto degli interventi non ricadono in zone soggette a pericolosità e a rischio idrogeologico e idraulico secondo quanto riportato nelle carte tematiche del P.A.I. del Bacino Idrografico del Fiume Naro – 068.

Nel corso delle indagini in sito sono stati eseguiti (v. elaborato *SDF 2.2.1 Rapporto indagini geognostiche e geofisiche in sito*):

- n° 5 sondaggi meccanici di profondità variabile in cui sono stati installati piezometri e inclinometri. In particolare, nella zona dell'intervento 1, sono stati realizzati i sondaggi S1 e S2 di lunghezza pari a 10 m, uno sulla strada circumlacuale e uno su quella a monte che porta ai locali della paratoia dello scarico di fondo. Nel primo sondaggio è stato posto un piezometro a tubo aperto, nel secondo un inclinometro per monitorare in futuro una eventuale evoluzione del fenomeno. I sondaggi S3 e S4, di lunghezza rispettivamente pari a 5 m e 10 m, sono stati realizzati al piede e alla testa del dissesto nella zona dell'intervento 2 che interessa il versante prossimo alla casa di guardia. Il sondaggio 4 è stato attrezzato con un piezometro. Il sondaggio S5, della lunghezza di 15 m, è stato effettuato al piede del muro dissestato nella zona dell'intervento 3 sulla viabilità della casa di guardia;
- n° 5 sondaggi tromografici (HVSr) in corrispondenza di ciascun sondaggio;
- i prelievi di n° 6 campioni indisturbati sui quali sono state effettuate le prove di laboratorio.

Attraverso le indagini in sito e i sopralluoghi è stato possibile ricostruire il quadro geologico dei dissesti sintetizzato nelle sezioni geologiche riportate nelle figg. 14, 15 e 16.

Il dissesto della viabilità circumlacuale (**zona intervento 1**) interessa soltanto i terreni del rilevato stradale costituiti da materiali calcarenitici e calcareo-marnosi, in matrice rudittica, dello spessore massimo di poco superiore ai 4 m, poggianti sulle argille limose (Al) della formazione di base alterata (FBA) a cui seguono le argille azzurre della formazione di base integra (FB). Nella fig. 14 si riporta la sezione geologica con l'indicazione della possibile superficie di scivolamento in rosso.

Il dissesto del versante a valle della casa di guardia (**zona intervento 2**) è uno scivolamento superficiale, di spessore prossimo a 2 m, che ha interessato i materiali detritici derivanti dalle attività di movimentazione delle terre effettuate durante il periodo di realizzazione della diga. Si tratta di argille

RELAZIONE GEOTECNICA

debolmente limose rimaneggiate ed alterate (Aa) poggianti sulle argille limose (Al), con accennate strutture scagliose), della formazione di base alterata (FBA) seguite dalle argille azzurre della formazione di base integra (FB) (fig. 15).

Il muro dissestato della viabilità della casa di guardia (**zona intervento 3**) insiste sulle argille marnose biancastre con intercalazioni di marne e calcari marnosi (fig. 16).

Nella misure fatte dopo l'installazione dei piezometri non è stata rilevata alcuna falda. E', comunque, probabile che nei periodi particolarmente piovosi il terreno possa saturarsi.

La categoria di suolo ai fini sismici, ottenuta con i sondaggi tromografici, è risulta B in corrispondenza della casa di guardia e C in tutti gli altri casi.

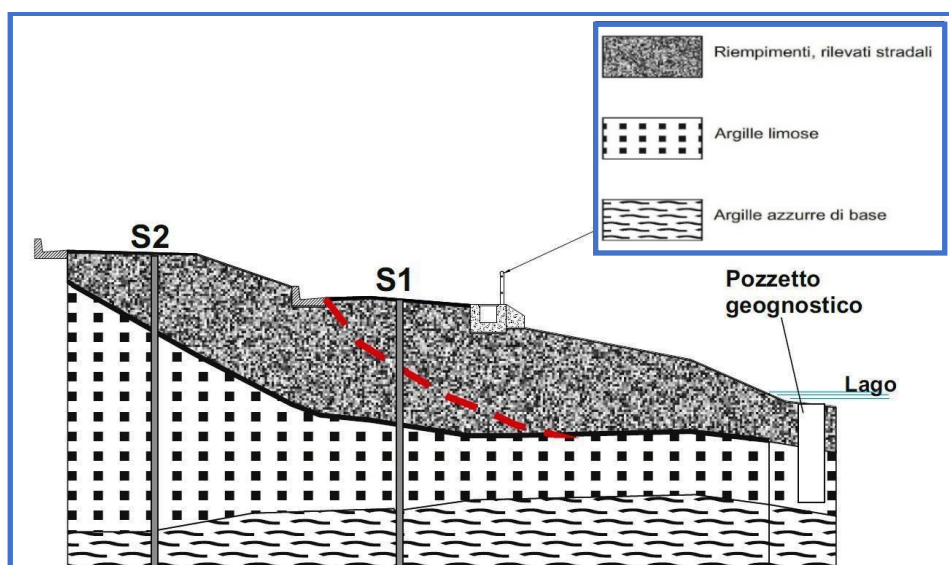


Fig. 14 – Zona intervento 1 – Sezione geologica D-D

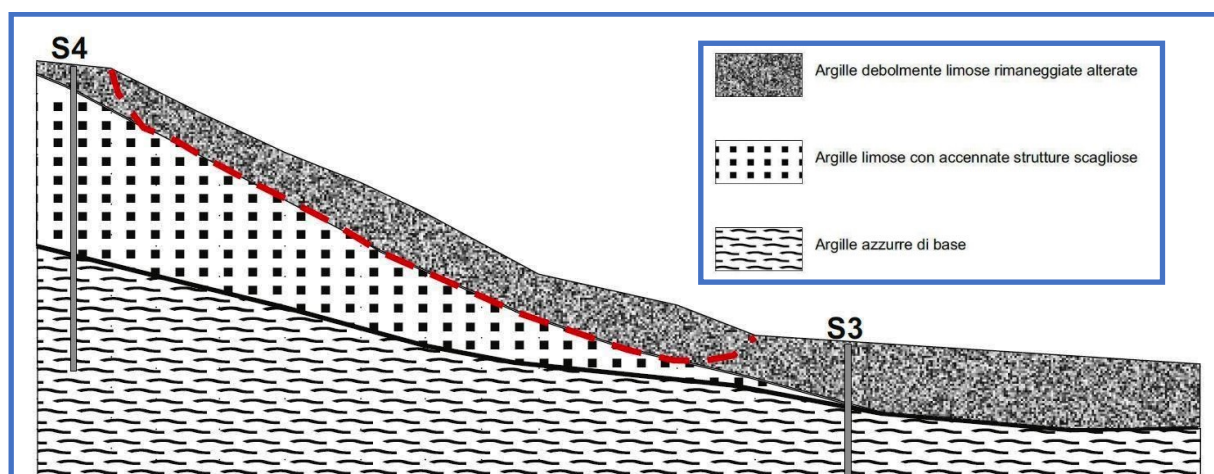


Fig. 15 – Zona intervento 2 – Sezione geologica B-B'



RELAZIONE GEOTECNICA

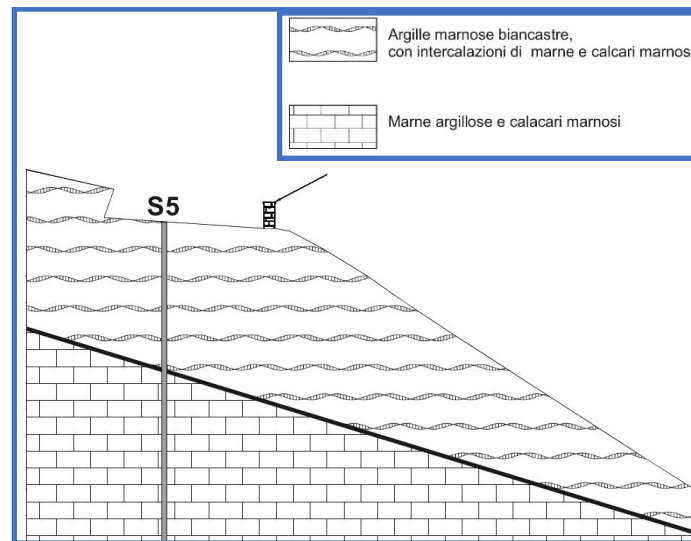


Fig. 16 – Zona intervento 3 – Sezione geologica A-A'



6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI

Come accennato in precedenza nel corso dell'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n°6 campioni indisturbati sui quali sono state effettuate prove di laboratorio.

I campioni sono stati prelevati nelle argille della formazione di base alterata ed integra. Per la natura sciolta dei terreni calcarenitici e calcareo-marnosi, in matrice ruditica, costituenti il rilevato della strada circumlacuale non è stato possibile prelevare campioni in tale litotipo.

Dai certificati di laboratorio riportati nell'elaborato *SDF 2.3.1 Rapporto prove di laboratorio* risulta quanto appresso (Tab. I e figg. 17, ..., 22):

TERRENI DELLA FORMAZIONE DI BASE ALTERATA FBA (Aa e Al)

- dal punto di vista granulometrico i terreni sono costituiti da argille con limo debolmente sabbiose;
- il peso medio dell'unità di volume è prossimo $\gamma = 17,80 \text{ kN/m}^3$;
- il peso specifico medio dei grani è $\gamma_s = 24,50 \text{ kN/m}^3$;
- i contenuti naturali d'acqua, $w_n = 26,51\%$ e $w_n = 29,01\%$, sono inferiori al limite di plasticità $w_p = 34,61\%$, nel primo caso, e superiori nel secondo $w_p = 24,01\%$;
- i punti τ - σ ottenuti dalle prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato ricadono nell'intorno di una retta avente $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ e $\varphi' = 24^\circ$;

TERRENI DELLA FORMAZIONE DI BASE INTEGRA (argille azzurre)

- dal punto di vista granulometrico i terreni sono costituiti da argille con limo o limo con argille a volte debolmente sabbiose;
- il peso medio dell'unità di volume è prossimo $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$;
- il peso specifico dei grani è mediamente $\gamma_s = 25,60 \text{ kN/m}^3$;
- il contenuto naturale d'acqua w_n varia dal 29,75% al 31,52% ed è in alcuni casi superiore al limite di plasticità w_p che oscilla tra il 23,71% e il 34,14%;
- i punti τ - σ ottenuti dalle prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato ricadono nell'intorno di una retta avente $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ e $\varphi' = 24^\circ$.

Tenuto conto delle limitate differenze fra le caratteristiche geotecniche dei terreni appartenenti alla formazione di base alterata ed integra nei calcoli che seguono si è assunto:

$$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 5 \text{ kN/m}^2 \quad \varphi' = 24^\circ$$

Si rileva che per cautela si è fatto riferimento a un valore della coesione pari alla metà di quello ottenuto dalle prove di laboratorio.

RELAZIONE GEOTECNICA

															Prove di taglio C.D.						
															provino A		provino B		provino C		
CAMPIONE	PROF.		TERRENO	γ	γ_s	γ_d	Wn	WI	Wp	Ip	Ic	ghiaia	sabbia	limo	argilla	σ	τ	σ	τ	σ	τ
	(m)			kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
S2 C1	4.50	5.00	FBA	17.75	23.39	14.03	26.51	86.49	34.61	51.88	1.16	0.13	8.22	36.00	55.65	98.00	48.89	196.00	95.28	294.00	136.94
S4 C1	4.00	4.50	FBA	17.83	25.78	13.82	29.01	70.99	24.01	46.98	0.89	0.43	5.45	35.60	58.52	98.00	62.50	196.00	130.00	294.00	150.28
S1 C1	5.00	5.50	FB	17.41	24.52	13.11	32.76	78.83	34.14	44.69	1.03	0.81	10.95	33.32	54.92	98.00	55.83	196.00	114.17	294.00	158.61
S2 C2	9.00	9.50	FB	18.08	24.64	13.93	29.75	72.01	31.66	40.35	1.05	2.38	7.53	49.54	40.55	98.00	50.83	196.00	109.72	294.00	141.94
S3 C1	2.50	3.00	FB	18.69	25.81	14.33	30.40	67.54	27.16	40.38	0.92	0.60	3.17	41.86	54.36	98.00	49.17	196.00	102.78	294.00	139.44
S4 C2	9.00	9.50	FB	18.75	26.35	14.26	31.52	72.70	23.71	48.99	0.84	0.64	2.48	39.81	57.08	98.00	56.94	196.00	101.11	294.00	131.67

Tab. I - Risultati delle prove di laboratorio



RELAZIONE GEOTECNICA

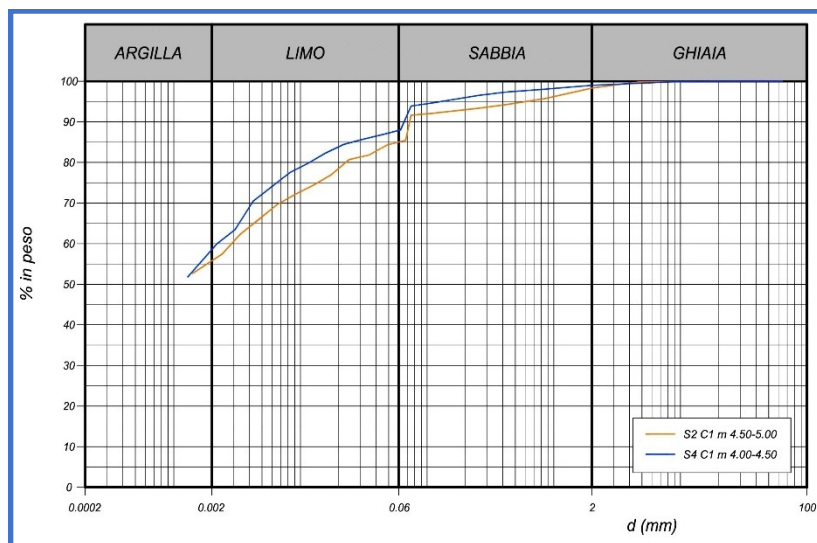


Fig. 17 – Terreni FBA - Granulometrie

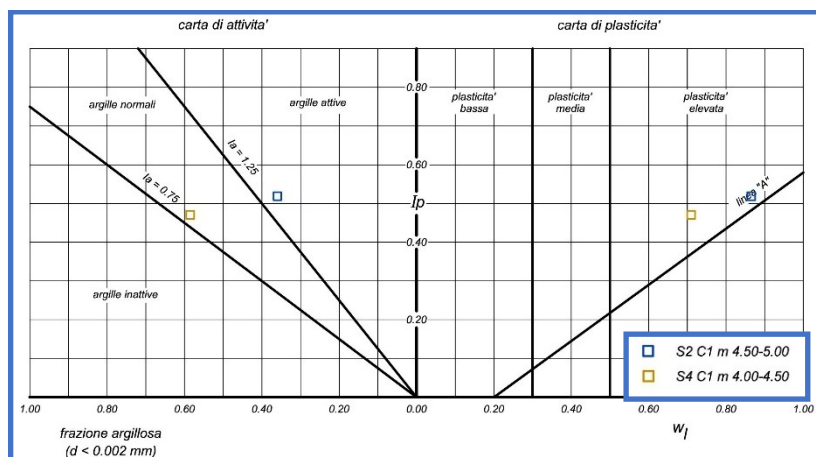


Fig. 18 – Terreni FBA - Carta di attività e plasticità

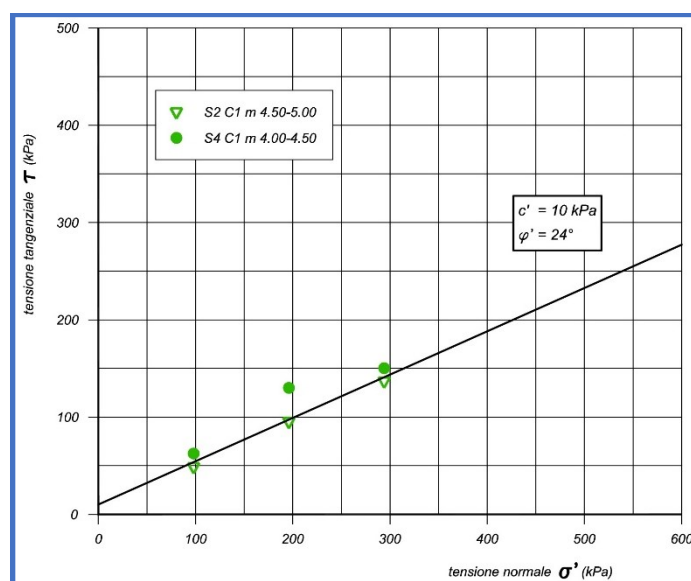


Fig. 19 – Terreni FBA - Prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato e residuo

RELAZIONE GEOTECNICA

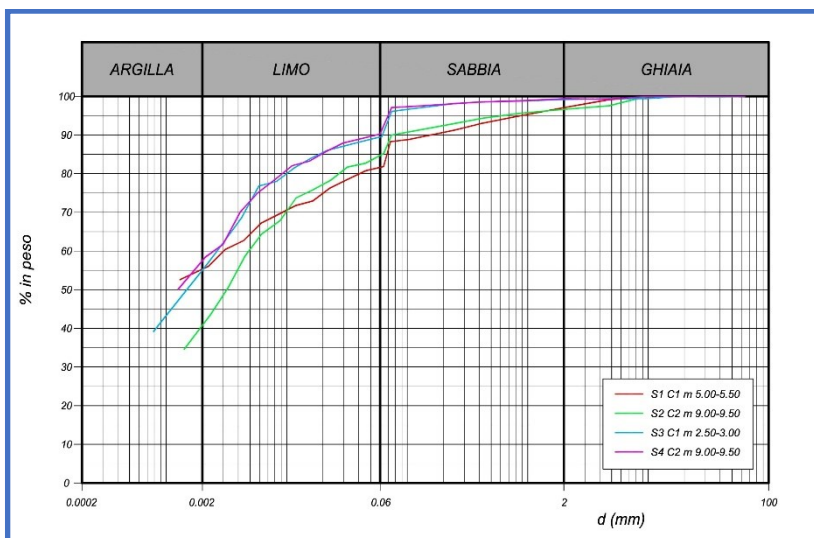


Fig. 20 – Terreni FB - Granulometrie

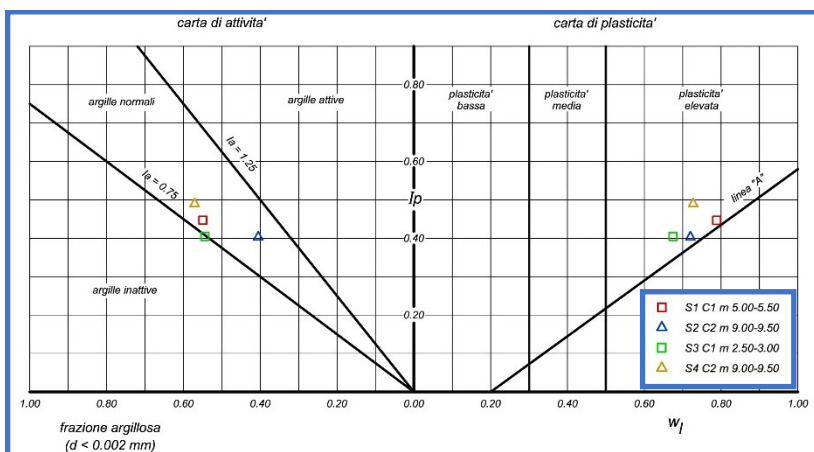


Fig. 21 – Terreni FB - Carta di attività e plasticità

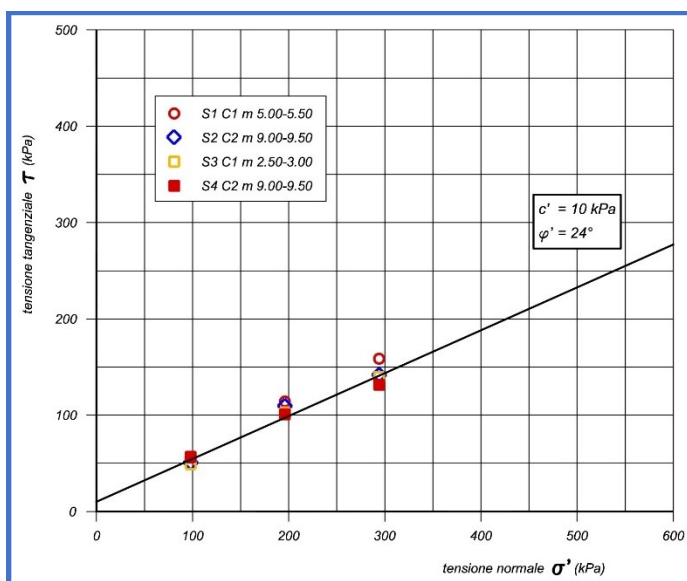


Fig. 22 – Terreni FB – Prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato e residuo



RELAZIONE GEOTECNICA

Per definire i **parametri di resistenza del terreno in frana della zona dell'intervento 2** è stata eseguita un'analisi a ritroso. In tale analisi, definita la superficie di scivolamento e il livello piezometrico nel terreno, si ricercano i valori dei parametri di resistenza per i quali il pendio è in condizione di equilibrio limite (coefficiente di sicurezza pari a $\eta = 1$). Nel caso in oggetto, con riferimento alla sezione geologica B-B' e alla superficie di scivolamento indicata di fig. 15, assumendo un peso dell'unità di volume e un angolo di resistenza a taglio pari a quelli adottati per la FBA e FB ($\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$, $\phi' = 24^\circ$), assenza di sisma e terreno saturo, si è ricercato il valore della coesione la quale si raggiunge l'equilibrio limite. Dalla verifica di stabilità riportata in fig. 23 con un valore $c' = 4 \text{ kN/m}^2$ si ottiene un coefficiente di sicurezza $\eta = 0,983$ prossimo all'unità.

Pertanto, per il terreno in frana vengono adottati i seguenti parametri:

$$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 4 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 24^\circ$$

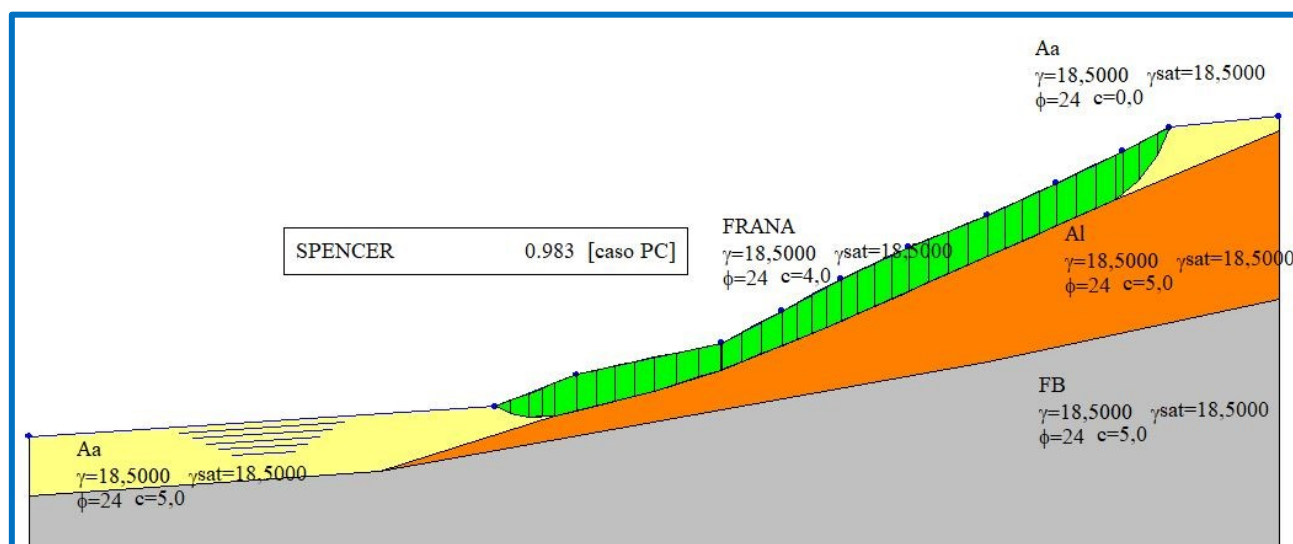


Fig. 23 – Zona intervento 2 - Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità

Per i **terreni del rilevato stradale della viabilità circumlacuale** (zona dell'intervento 1), costituiti da riporti di materiali calcarenitici e calcareo-marnosi, in assenza di prove, si è assunto cautelativamente:

$$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 25^\circ$$

7. SOLUZIONI PROGETTUALI

7.1.1. Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4

La strada circumlacuale è, sin dalla costruzione della diga, interessata da un dissesto che ne limita la viabilità. Visti gli spostamenti decimetrici, sia in senso verticale che orizzontale, della sede stradale, del cavidotto e del parapetto, si ritiene che il dissesto sia prodotto da un lento movimento rototraslativo che interessa il rilevato stradale. Considerato che esso è costituito da materiale di riporto granulare di origine calcarenitica e calcareo-marnosa, di buone caratteristiche di resistenza, il movimento gravitativo è probabilmente dovuto alla presenza di livelli di terreni con scadenti caratteristiche meccaniche all'interno del rilevato stradale non individuati con le indagini. Si è, pertanto, prevista la realizzazione di una paratia di pali che potesse contenere il movimento del rilevato stradale e ridurre le spinte sulla sponda del lago a valle (figg. 24, 25 ed elaborato *VIA 5.2.1.0 - Intervento 1*).



RELAZIONE GEOTECNICA

Nel dettaglio l'intervento è costituito da una paratia di pali che si sviluppa lungo l'asse del cavidotto in c.a. esistente per un tratto di 45 m. I pali Ø 600 mm, della lunghezza di 8,0 m, sono disposti ad interrasso di un 1 m. La testa dei pali è collegata da un cordolo in c.a., di altezza pari a 1,15 m, al cui interno sono annegate le tubazioni necessarie per gli impianti presenti nel cavidotto esistente. La sede stradale, per lo spessore di circa 1,15 m, viene dismessa e ricostruita. La sede stradale, per lo spessore di circa 1,15 m, viene dismessa e ricostruita.

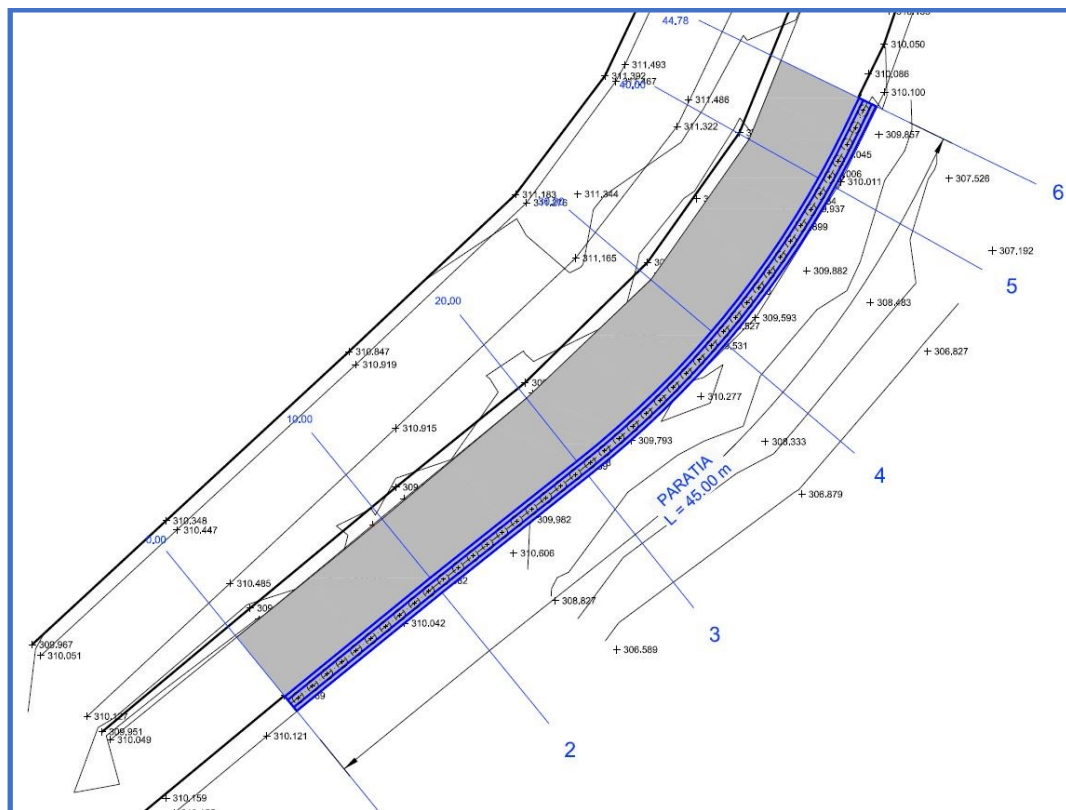


Fig. 24 – Zona intervento 1 – Planimetria dell'intervento

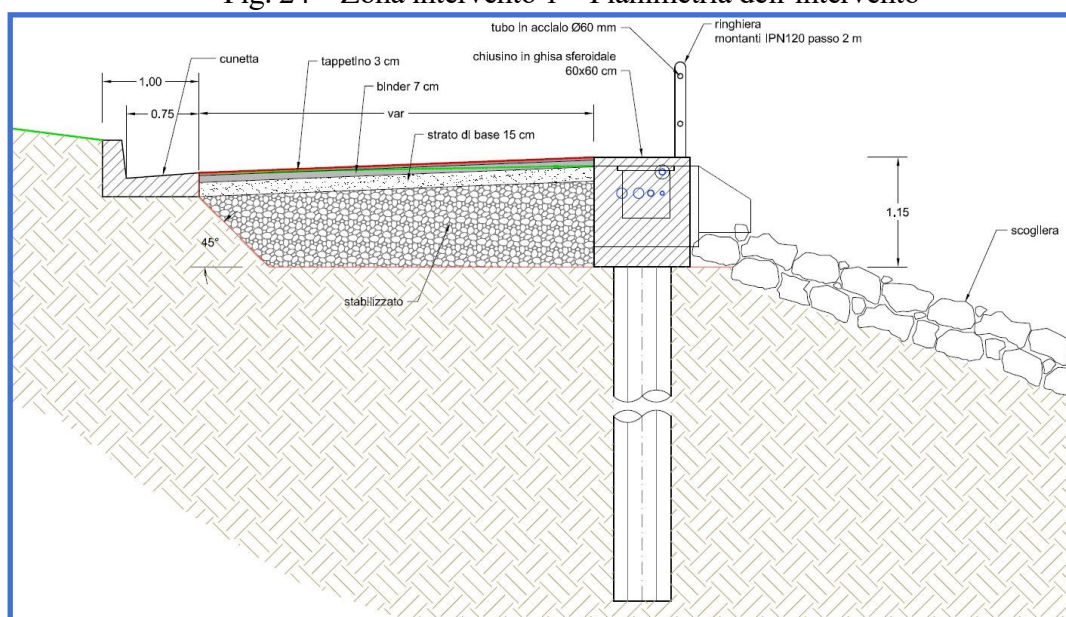


Fig. 25 – Zona intervento 1 – Sezione tipo dell'intervento



RELAZIONE GEOTECNICA

Su richiesta dell'Assessorato è stata altresì prevista la realizzazione di una pista provvisoria necessaria a garantire la viabilità all'interno della diga durante l'esecuzione dei lavori innanzi descritti (figg. 26, 27 ed elaborato *VIA 5.5.1.0 - Intervento 4*). Essa sarà realizzata con un rilevato che si sviluppa tra il locale di accesso alla paratoia dello scarico di fondo e il piazzale che porta al coronamento della diga.

Il rilevato sarà realizzato con terreni provenienti da cava appartenenti ai gruppi e sottogruppi (CNR UNI 100006) A_{1a}, A_{1b}, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃. Per lo strato superiore è previsto uno spessore di 30 cm di misto granulometrico. Per ragioni di sicurezza, su entrambi i lati della pista è prevista la messa in opera di una barriera stradale costituita da new jersey.

Prima della realizzazione della pista si provvederà a sostituire la linea elettrica interrata della illuminazione esterna che interferisce con i lavori con una nuova linea adeguatamente protetta che consenta il passaggio veicolare.

A fine lavori la pista sarà dismessa e lo stato dei luoghi sarà ripristinato.

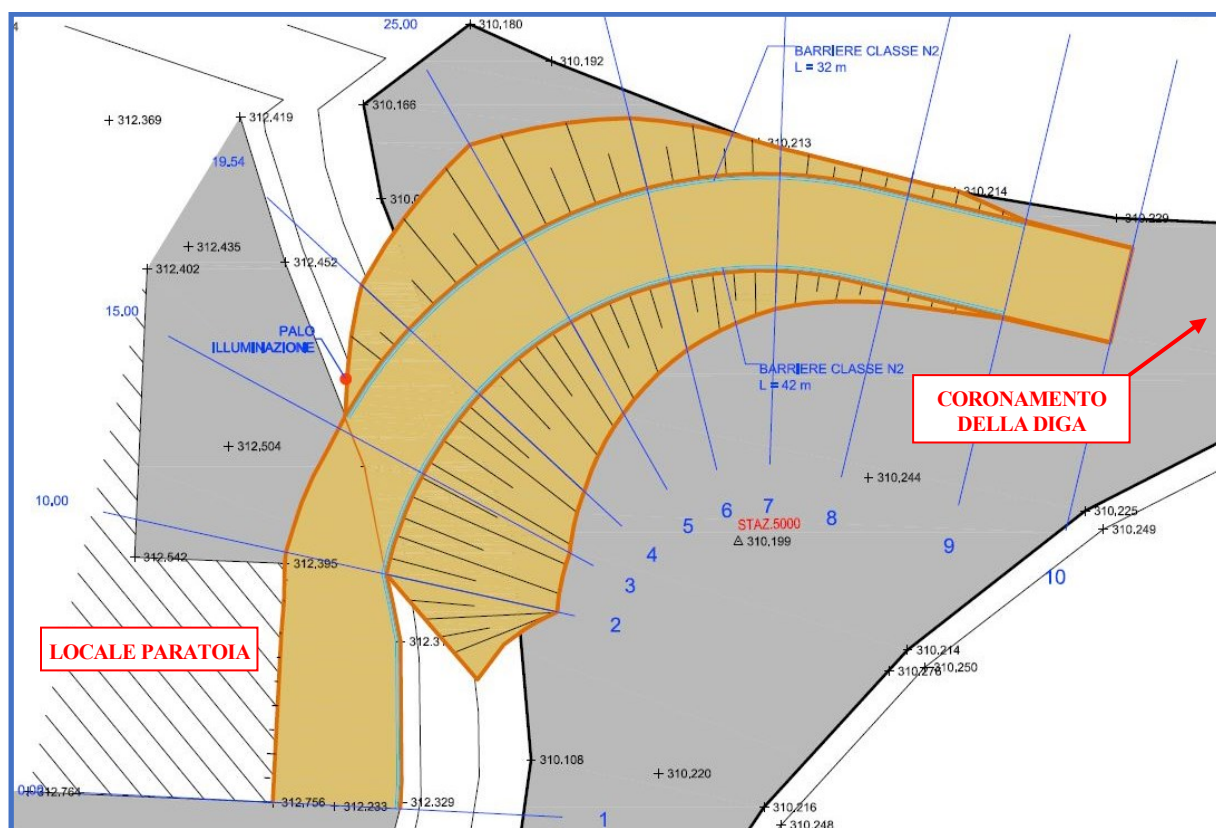


Fig. 26 – Zona intervento 4 – Planimetria della pista provvisoria



RELAZIONE GEOTECNICA

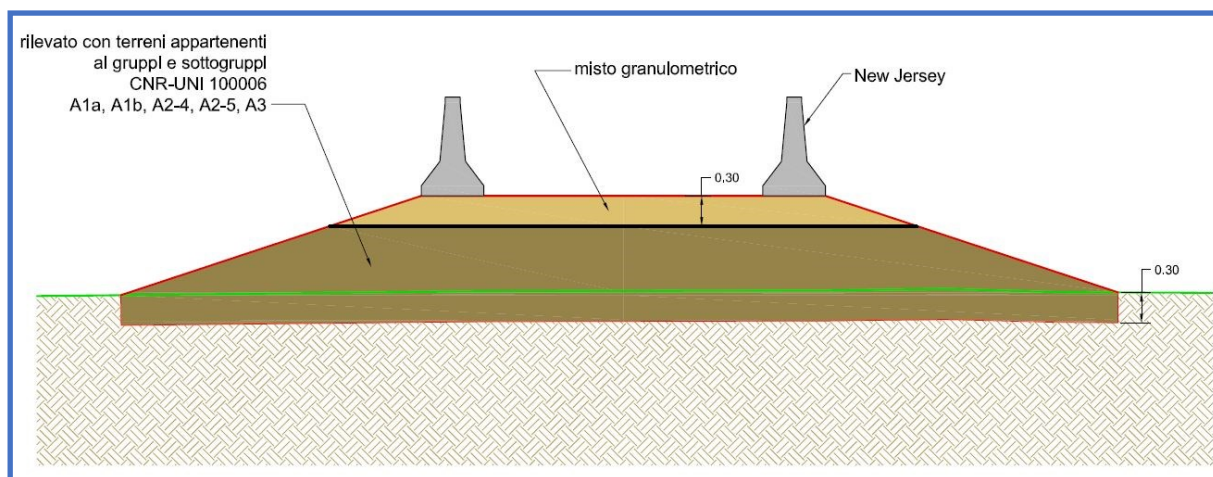


Fig. 27 – Zona intervento 4 – Sezione tipo della pista provvisoria



7.1.2. Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2

Come descritto in precedenza il dissesto è di tipo superficiale con uno spessore di circa 2 m. La soluzione progettuale prevede un banchinamento della scarpata con un rilevato sostenuto al piede da gabbionate di altezza complessiva pari a 4 m e 3 m e una leggera risagomatura della cresta della frana (figg. 28, 29 ed elaborato *12 VIA 5.3.1.0 - Intervento 2*).

Il rilevato è costituito da terreni provenienti da cava appartenenti ai gruppi e sottogruppi (CNR UNI 100006) A1a, A1b, A2-4, A2-5, A3. Lo strato superficiale è realizzato con 30 cm di materiali di natura argillosa provenienti dagli scavi al fine di impedire all'acqua di infiltrarsi all'interno del rilevato. L'opera è completata dalla messa a dimora sulla scarpata di viminate vive con interasse di circa 3 m al fine di limitare l'erosione superficiale prodotta dal ruscellamento delle acque piovane.

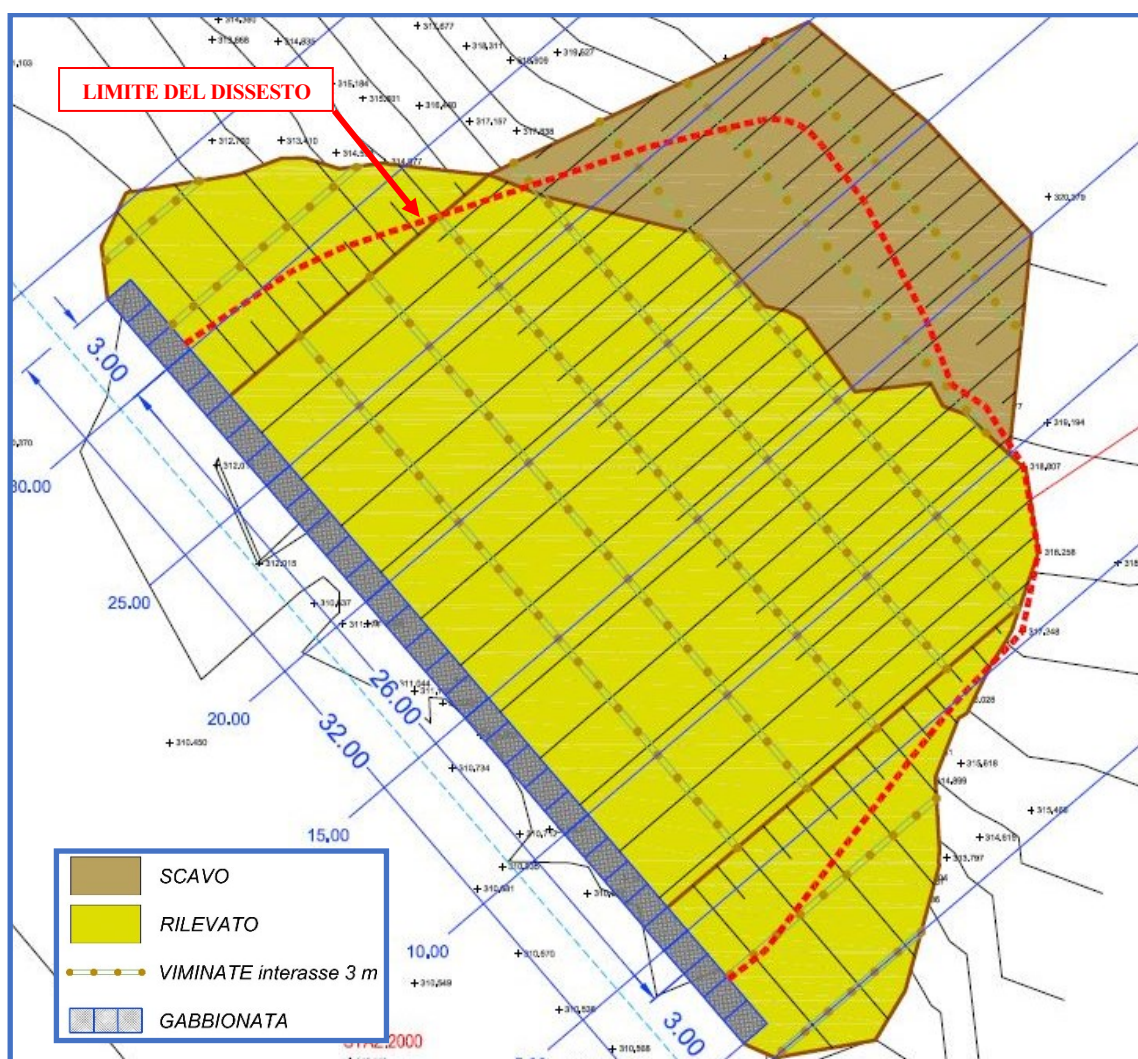


Fig. 28 – Zona intervento 2 – Planimetria dell'intervento



RELAZIONE GEOTECNICA

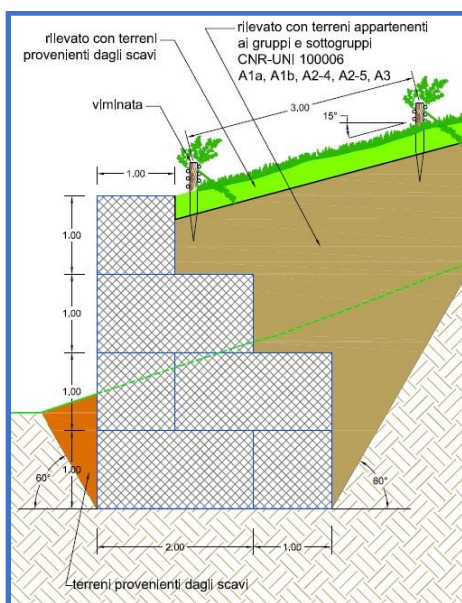
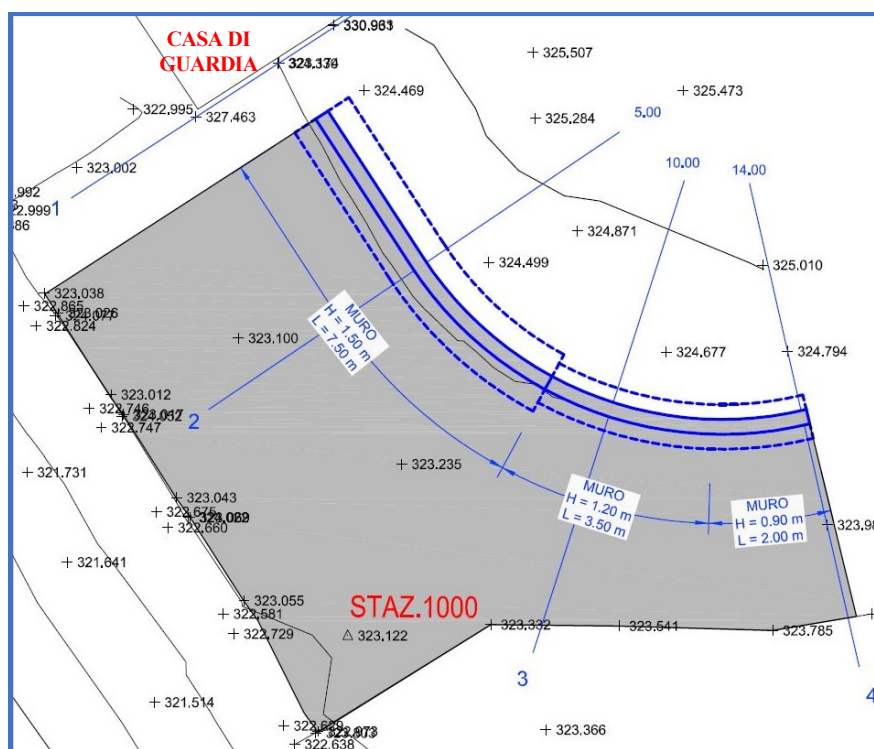


Fig. 29 – Zona intervento 2 – Sezione tipo dell'intervento

7.1.3. Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3

L'intervento sulla viabilità della casa di guardia prevede la demolizione del muro dissestato, la ricostruzione di un muro in c.a. con diverse altezze fuori terra per seguire l'andamento della strada e il rifacimento del pacchetto stradale antistante il muro medesimo (figg. 30, 31 ed elaborato *VIA 5.4.1.0 - Intervento 3*). Il materiale di riempimento a tergo del muro è tout-venant. Lo strato superficiale è realizzato con 30 cm di materiali di natura argillosa provenienti dagli scavi al fine di impedire all'acqua di infiltrarsi a tergo dell'opera di sostegno. Per limitare l'impatto visivo dell'opera di sostegno se ne è previsto il rivestimento con pietra Sabucina.





RELAZIONE GEOTECNICA

Fig. 30 – Zona intervento 3 – Planimetria dell'intervento

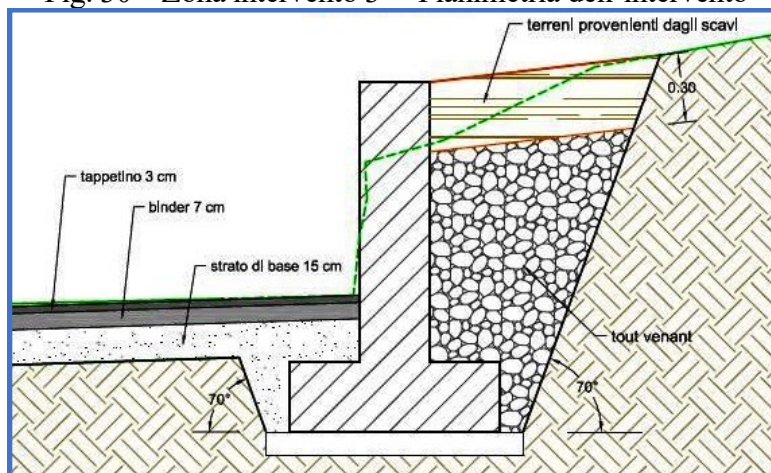


Fig. 31 – Zona intervento 3 – Sezione tipo del muro in c.a.



8. CALCOLI GEOTECNICI E STRUTTURALI

8.1.1. Generalità

I calcoli riguardano:

- le verifiche strutturali e geotecniche della paratia di pali Ø600 mm dell'intervento 1;
- l'analisi a ritroso delle attuali condizioni di stabilità del versante a valle della casa di guardia (intervento 2) e la valutazione dei coefficienti di sicurezza della frana a seguito degli interventi di stabilizzazione;
- le verifiche geotecniche delle gabbionate poste al piede del rilevato previsto con l'intervento 2;
- le verifiche strutturali e geotecniche dei muri in c.a. prossimi alla casa di guardia (intervento 3).

Le verifiche di stabilità sono state effettuate con il metodo di Spencer utilizzando il programma STAPFULL 14 della ditta AZTEC.

Il calcoli della paratia sono stati eseguiti con il programma PAC14, quello delle gabbionate e dei muri con MAX14, entrambi della ditta AZTEC.

Per il dimensionamento dei manufatti si è fatto riferimento a quanto previsto dalle nuove Norme Tecniche 2018.

Le azioni sismiche sono state determinate tenendo conto:

- delle coordinate geografiche del sito latitudine 37,308331, longitudine 13,73814;
- a favore di sicurezza, della categoria di suolo C anche per i muri vicini alla casa di guardia;
- di un coefficiente di amplificazione topografica $T2 = 1,2$ considerato che le opere insistono su pendii con inclinazione pari o superiore a 15° ;

I tabulati di calcolo delle verifiche di stabilità e delle opere di sostegno, ai quali si rimanda per i dettagli, sono riportati in allegato.

Si rileva che per le verifiche di stabilità riguardanti i rilevati e i fronti di scavo la normativa prevede i seguenti coefficienti parziali (coefficienti di sicurezza):

- $\gamma_R = 1,1$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1;
- $\gamma_R = 1,2$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

8.1.2. Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Intervento 1

Il calcolo strutturale e geotecnico della paratia è stato eseguito con il software PAC 14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 32):

- che la paratia, posta sul ciglio della sponda del lago, possa trovarsi 2,50 m fuori terra;
- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 20^\circ$ i parametri geotecnici del rilevato stradale di spessore pari a 4,30 m;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici dei terreni A1 e FB presenti sotto il rilevato;
- livello di falda coincidente con il piano campagna;

RELAZIONE GEOTECNICA

- un sovraccarico stradale pari a $q_1 = 20 \text{ kPa}$;
- un sovraccarico variabile linearmente a valle della paratia di valore massimo pari a $q_2 = 8 \text{ kPa}$ che schematizza la presenza di terreno saturo, di altezza massima 1 m, a valle dell'opera di sostegno;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.

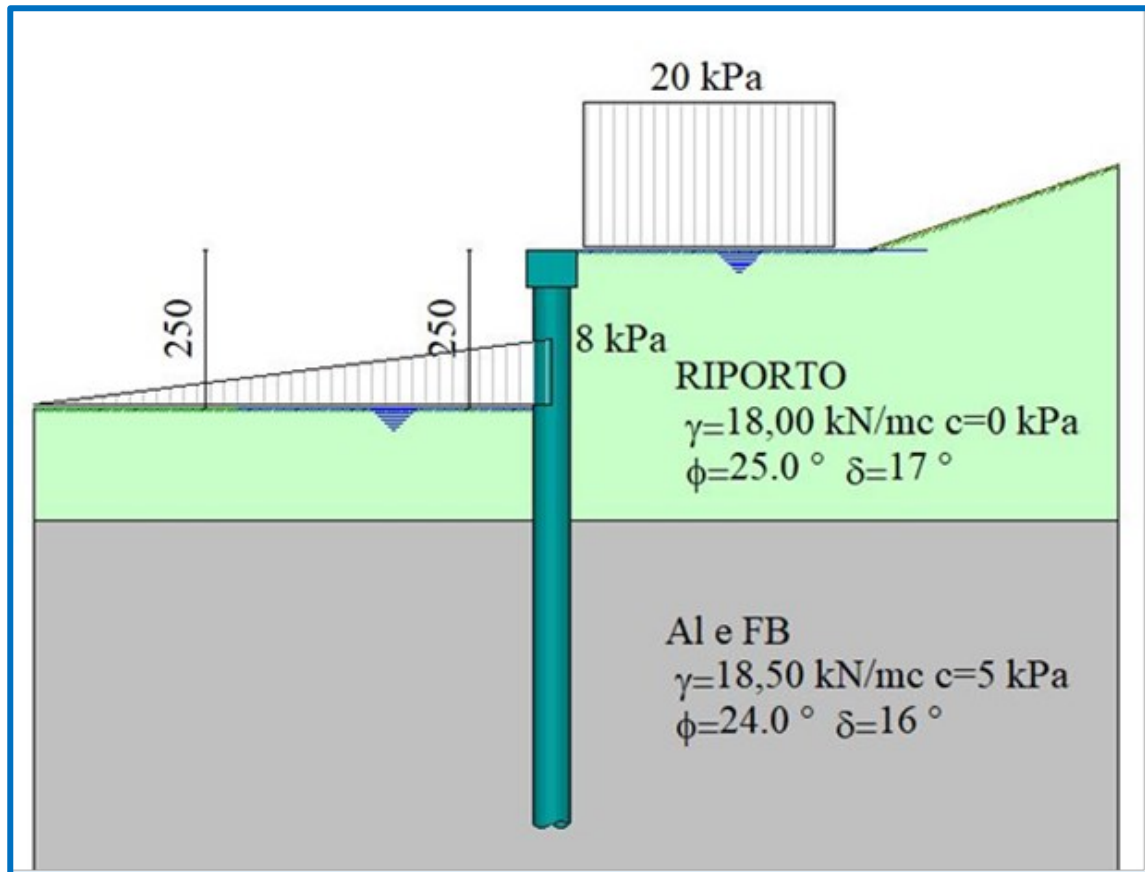


Fig. 32 - Schema di calcolo della paratia

8.1.3. Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2

8.1.3.1. Gabbionate

Le verifiche della gabbionate di altezza $H = 4 \text{ m}$ e $H = 3 \text{ m}$ sono state effettuate con il software MAX 14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 33):

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 35^\circ$ i parametri geotecnici del rilevato a monte dell'opera di sostegno;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici del terreno di fondazione FBA;
- una inclinazione del rilevato a monte dell'opera di sostegno pari a 15° ;
- livello di falda coincidente con il piano campagna di valle;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.



RELAZIONE GEOTECNICA

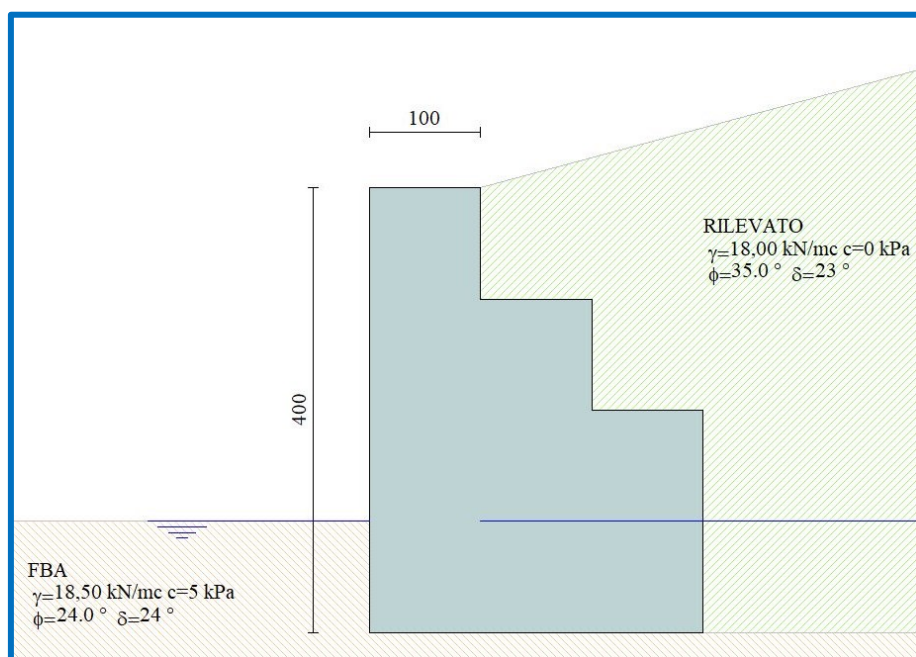


Fig. 33 – Schema di calcolo della gabbionata H = 4 m

8.1.3.2. Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità attuali

Come è noto, attraverso una analisi a ritroso, nella quale si riproducono le condizioni di equilibrio limite che si manifestano all'atto della frana, è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza del terreno mobilitati, una volta noti il livello piezometrico nel terreno e la superficie di scivolamento.

Nel caso in oggetto, con riferimento alla sezione geologica B-B' e alla superficie di scivolamento indicata di fig. 15, assumendo un peso dell'unità di volume e un angolo di resistenza a taglio pari a quelli adottati per la FBA e FB ($\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$, $\phi' = 24^\circ$), assenza di sisma e terreno saturo, si è ricercato il valore della coesione la quale si raggiunge l'equilibrio limite (coefficiente di sicurezza pari a $\eta = 1$). Dalla verifica di stabilità riportata in fig. 34 con un valore $c' = 4 \text{ kN/m}^2$ si ottiene un coefficiente di sicurezza $\eta = 0,983$ prossimo all'unità. Pertanto, per il terreno in frana vengono adottati i seguenti parametri:

$$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 4 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 24^\circ$$

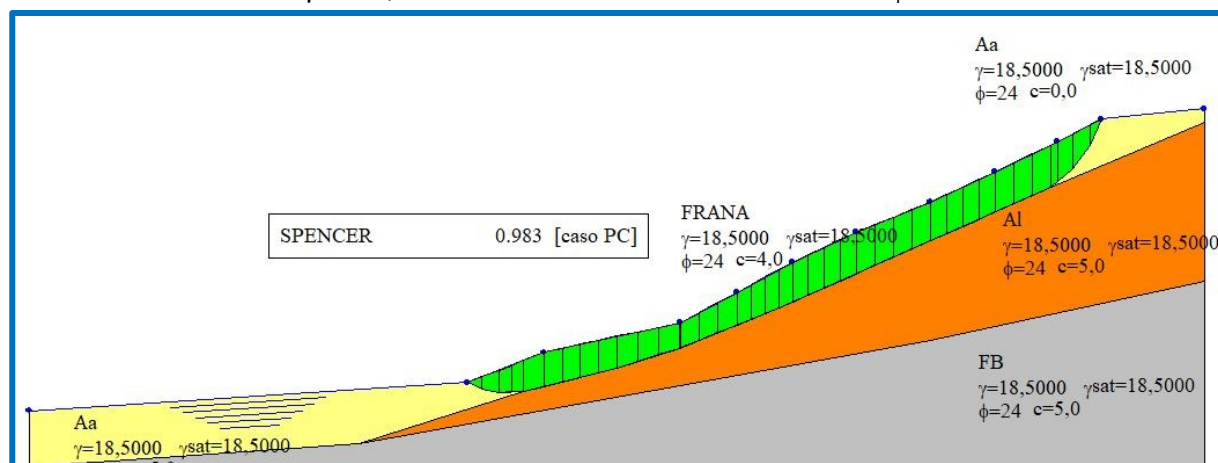


Fig. 34 – Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità



RELAZIONE GEOTECNICA

8.1.3.3. Verifiche di stabilità a seguito degli interventi di stabilizzazione

Per valutare gli effetti sulle condizioni di stabilità del dissesto prodotti dal banchinamento al piede della frana sono state eseguite le verifiche di stabilità lungo la superficie di scivolamento tenendo conto del solo effetto stabilizzante indotto dal peso del rilevato e della gabbionata (figg. 35 e 36). Si è, quindi, cautelativamente trascurato nel calcolo l'effetto stabilizzante dell'opera di sostegno in gabbioni.

Sono, inoltre, state condotte le verifiche di stabilità globale dell'opera.

I calcoli sono stati effettuati con il software STAPFULL14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 35):

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 35^\circ$ i parametri geotecnici del rilevato a monte dell'opera di sostegno;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 4 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici del terreno in frana;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici dei terreni appartenenti alla FBA e alla FB;
- livello di falda coincidente con il piano campagna a valle dell'opera di sostegno in gabbioni;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.

Dalle verifiche lungo la superficie di scivolamento di fig.15 si ottiene un coefficiente di sicurezza pari a (figg. 35 e 36):

- $\eta = 1,145$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1;
- $\eta = 1,306$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

Dalle verifiche di stabilità globale si ottiene un coefficiente di sicurezza pari a (figg. 37 e 38):

- $\eta = 1,144$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1;
- $\eta = 1,281$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

Tenuto conto che la normativa prevede i coefficienti parziali $\gamma_R = 1,1$, in condizioni statiche, e $\gamma_R = 1,2$, in condizioni sismiche, le verifiche sono soddisfatte.



RELAZIONE GEOTECNICA

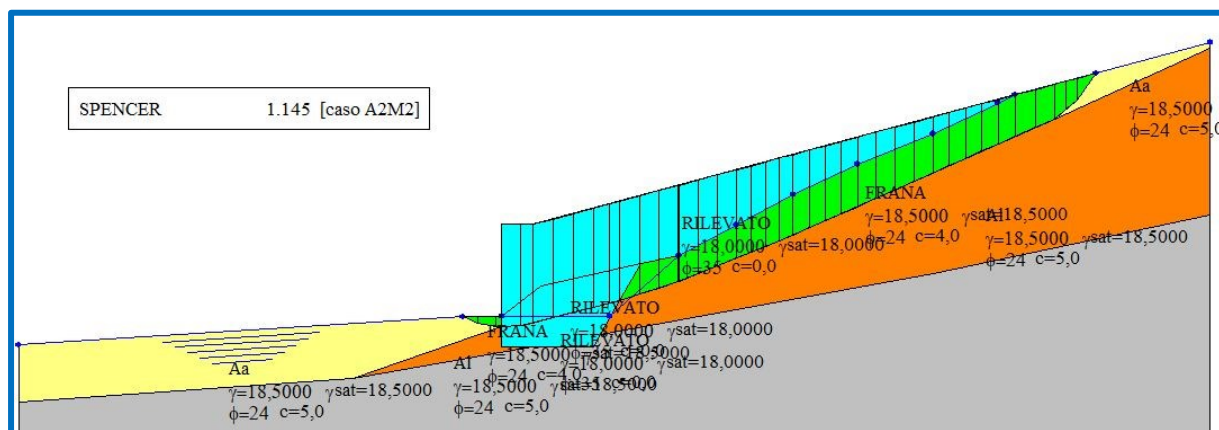


Fig. 35 – Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni statiche

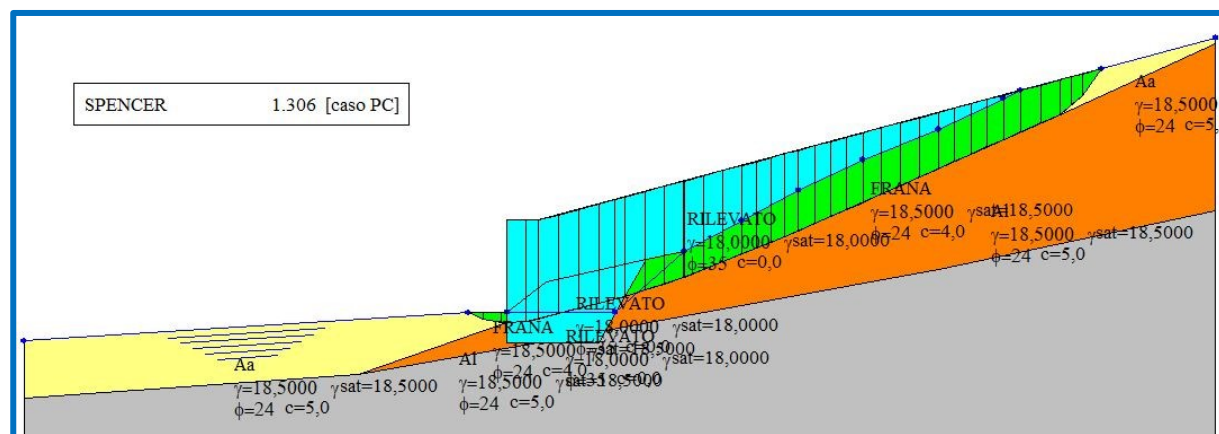


Fig. 36 – Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni sismiche

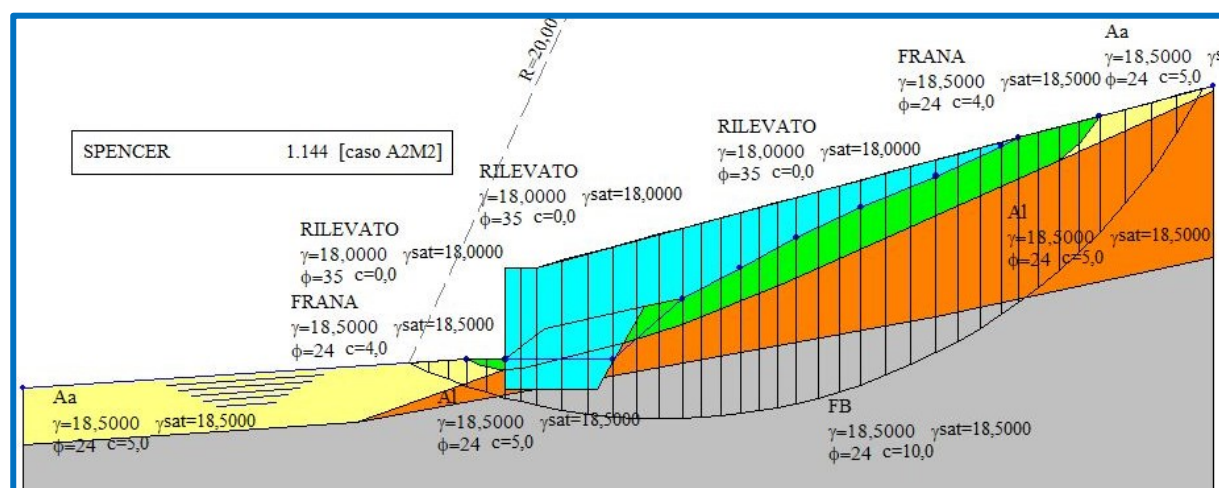


Fig. 37 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minore



RELAZIONE GEOTECNICA

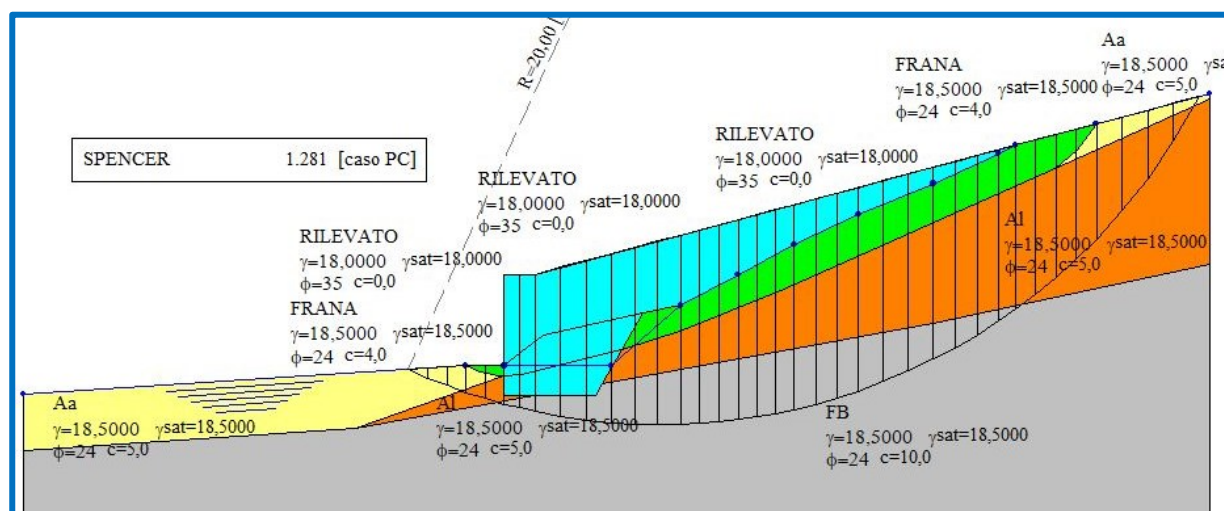


Fig. 38 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minore

8.1.4. Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3

Le verifiche strutturali e geotecniche dei muri in c.a. a ridosso della casa di guardia sono state effettuate con il software MAX 14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 39):

- altezze medie dei muri fuori terra dei muri pari a $h = 1,35$ m e $h = 1,20$ per i muri rispettivamente denominati H = 1,50 m e H = 1,20 m;
- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 20^\circ$ i parametri geotecnici del terreno a monte dell'opera di sostegno;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici del terreno di fondazione;
- assenza di pressioni neutre per la natura dei terreni in sito e per l'effetto drenante del tout-venant a tergo dell'opera di sostegno;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.

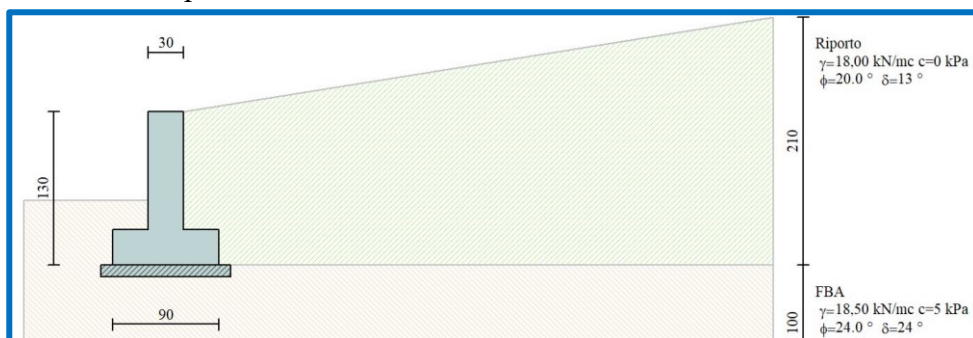


Fig. 39 – Schema di calcolo della muro in c.a. H = 1,50 m

Ing. Pietro Umiltà

[Handwritten signature of Pietro Umiltà]



RELAZIONE GEOTECNICA

RELAZIONE E TABULATI DI CALCOLO



ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI
SERVIZIO 3 - PROGRAMMAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI INFRASTRUTTURE PER LE ACQUE

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL SISTEMA
DI TENUTA DELLA DIGA SAN GIOVANNI NEL TERRITORIO
DEL COMUNE DI NARO (AG) (SCHEDA INTERVENTO N. 080)

CUP: G29E18000040001 - CIG: 7725373B77



RTP

mandatario

mandanti

PRO-GEO
progettazione geotecnica

S P A I
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

s.i.a.

STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI

Studio di Geologia

G. Graziano e M. Masi

Studio di Ingegneria

Ing. E. Giannone Codiglione



PROGETTO DEFINITIVO

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (R.U.P.) :

Dott. Ing. Salvatore Stagno

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
TRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE :

Dott. Ing. Pietro Umiltà

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO

ELABORATO N° :

GET 4.1.1.0

		ELABORATO		CONTROLLATO		APPROVATO	
SIGLA		P. Umiltà		A. Bruccheri		P. Umiltà	
REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE				
	0	MAR 2020	Emissione elaborati progetto definitivo				
	1	LUG 2020	Emissione elaborati progetto definitivo				
	2						

DATA :

LUGLIO 2020

SCALA :



RELAZIONE GEOTECNICA

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	BREVE DESCRIZIONE DELLA DIGA	2
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4.	DESCRIZIONE DEI DISSESTI.....	5
4.1.	Ubicazione dei dissesti e degli interventi	5
4.1.1.	Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4	5
4.1.2.	Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2.....	8
4.1.3.	Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3.....	9
5.	SINTESI DELLO STUDIO GEOLOGICO	10
6.	CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI.....	13
7.	SOLUZIONI PROGETTUALI.....	17
7.1.1.	Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4	17
7.1.2.	Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2.....	21
7.1.3.	Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3.....	22
8.	CALCOLI GEOTECNICI E STRUTTURALI	24
8.1.1.	Generalità	24
8.1.2.	Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Intervento 1	24
8.1.3.	Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2.....	25
8.1.3.1.	Gabbionate	25
8.1.3.2.	Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità attuali	26
8.1.3.3.	Verifiche di stabilità a seguito degli interventi di stabilizzazione.....	27
8.1.4.	Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3.....	29
	RELAZIONE E TABULATI DI CALCOLO	30



RELAZIONE GEOTECNICA

1. PREMESSA

L'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità – Dipartimento Acque e Rifiuti ha aggiudicato, mediante procedura negoziata con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, al Raggruppamento Temporaneo di Professionisti, costituito da PRO-GEO progettazione Geotecnica, SPAI s.r.l., s.i.a. Studio Ingegneri Associati, Studio di Geologia G. Graziano e M. Masi, Ing. E. Giannone Codiglione e CONGEO s.r.l., la progettazione definitiva, esecutiva, CSP, consulenza geologica, indagini geognostiche e prove di laboratorio dell'intervento: Scheda 080 – Diga San Giovanni - “Lavori di manutenzione straordinaria del sistema di tenuta della Diga San Giovanni nel territorio del Comune di Naro” – CUP: G29E18000040001 – CIG: 7725373B77”.

Tali lavori riguardano:

- la stabilizzazione dei dissesti che interessano la viabilità a ridosso della strada circumlacuale (Interventi 1 e 4), il versante a valle della casa di guardia (Intervento 2) e la viabilità a ridosso della casa di guardia (Intervento 3);
- le paratoie dello scarico di fondo che risultano versare in condizioni di degrado generalizzato a causa delle condizioni ambientali in cui operano;
- il potenziamento dei due impianti di sollevamento presenti rispettivamente all'interno del cunicolo drenaggi e di ispezione.

Nel seguito, dopo un breve descrizione della diga e l'inquadramento geografico, si riferisce sui dissesti, si riporta una sintesi dello studio geologico, si caratterizzano i terreni e si illustrano le soluzioni progettuali adottate.

In ultimo si riportano i calcoli geotecnici e strutturali degli interventi di consolidamento.

2. BREVE DESCRIZIONE DELLA DIGA

La Diga San Giovanni, situata in località “Stretta del Molino San Giovanni” nel Comune di Naro (AG), è stata realizzata fra il 1969 e il 1981 al fine di raccogliere le acque provenienti del fiume Naro. Le acque invase sono utilizzate prevalentemente per l'irrigazione delle campagne limitrofe e precisamente per il fabbisogno irriguo del sub comprensorio “San Giovanni-Furore” (figg. 1 e 2).

Lo sbarramento è stato realizzato in materiali sciolti, con nucleo centrale di materiale limosi e rinfianchi costituiti da materiali a grana grossa, specificamente calcarei per il fianco di monte e calcarenitici per quello di valle, presenta un asse ad andamento rettilineo per quasi tutto lo sviluppo, fatta eccezione per il settore destro dove l'asse si incurva leggermente per una migliore impostazione sui terreni della spalla. Sono presenti filtri inclinati disposti tra il nucleo ed i fianchi e filtri orizzontali disposti tra fianchi e terreni di imposta. In corrispondenza del fianco di monte il paramento di valle è interrotto da due banchine, e termina con uno zoccolo di materiale calcareo, protetto da muratura in pietra da taglio.

La tenuta profonda dell'avandiga, a causa della permeabilità delle fondazioni superficiali e della presenza di una falda acquifera superficiale, è stata affidata ad un diaframma continuo in calcestruzzo armato dello spessore di 80 cm e profondo 12,80 m, che costituisce altresì il muro d'unghia dell'opera.

L'asse diga ha andamento rettilineo per quasi tutto lo sviluppo; in destra l'asse si incurva leggermente per una migliore impostazione sui terreni della spalla. La paratia è resa ispezionabile attraverso un cunicolo praticabile. Lo schermo di iniezioni è stato realizzato eseguendo, subito a monte



RELAZIONE GEOTECNICA

ed a valle della paratia, fori a quinconce in corrispondenza delle formazioni permeabili, nelle quali è stata iniettata una miscela composta da cemento ferrico pozzolanico, bentonite, silicato e acqua. Perpendicolare al diaframma è stata realizzata una galleria al fine di eseguire uno schermo di iniezioni che costituisce un prolungamento del diaframma stesso all'interno della spalla destra. Il cunicolo di drenaggio è realizzato sull'allineamento longitudinale più depresso delle fondazioni a valle del nucleo e raccoglie le acque provenienti dai filtri della diga e da modeste manifestazioni sorgentizie affioranti ai piedi della scarpata che delimita a valle l'imposta della diga stessa.

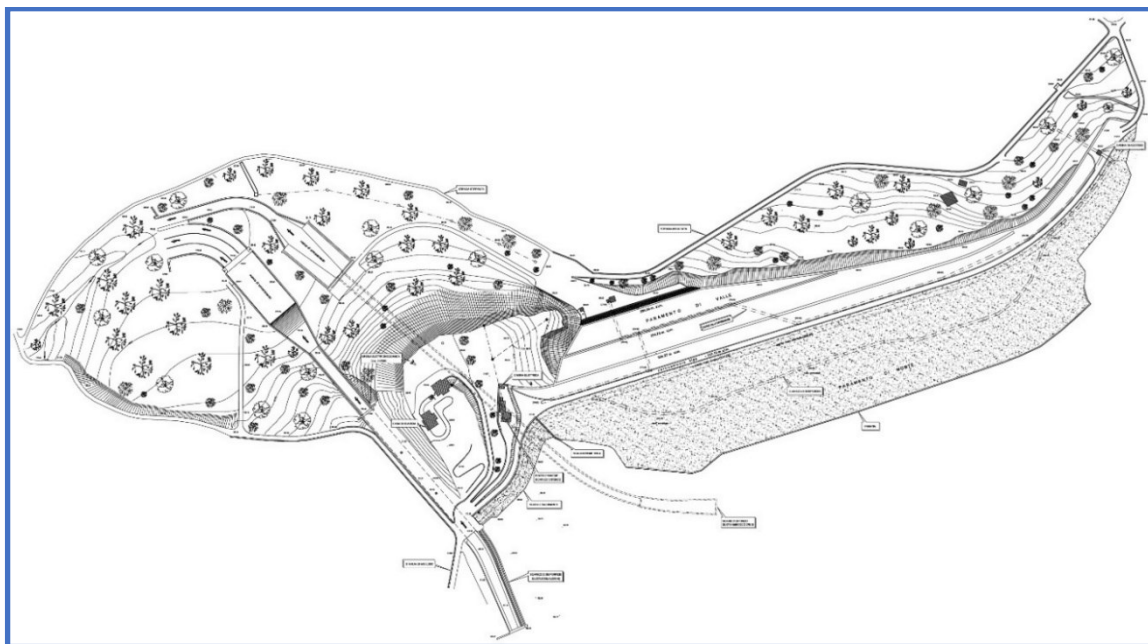


Fig. 1 – Planimetria della diga

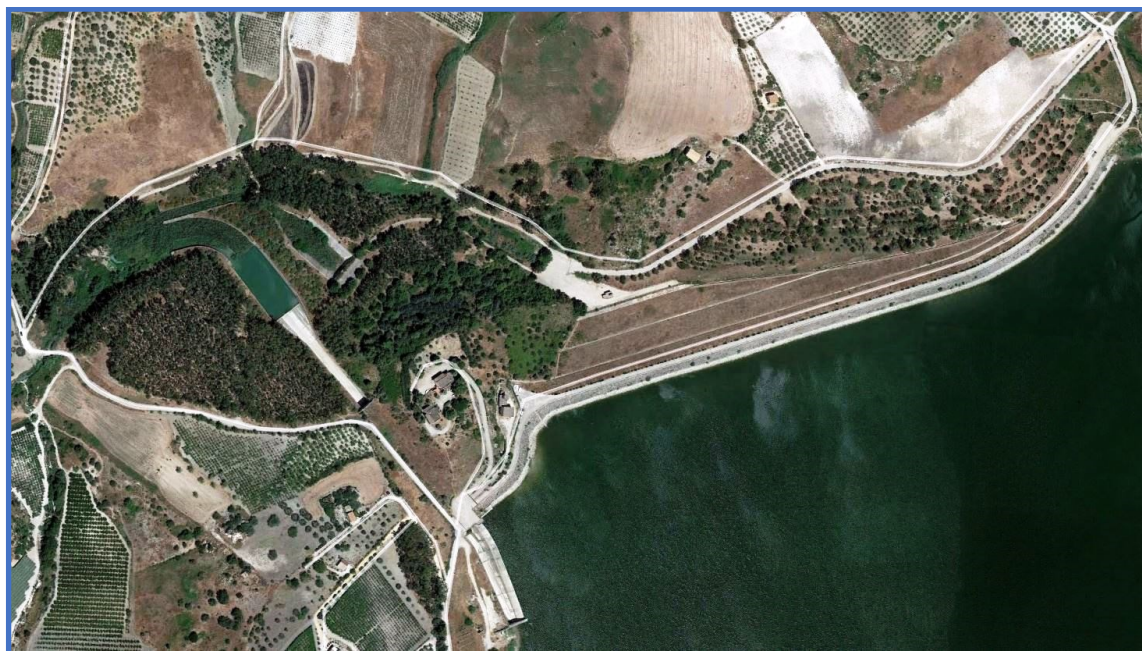


Fig. 2 – Foto aerea della diga (Google Earth)



3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La Diga San Giovanni si trova nel territorio comunale di Naro (AG), in località Stretta del Molino San Giovanni, a Nord-Ovest del centro abitato.

Più in generale, essa ricade nel Foglio 271 I N.O. “Naro” della Carta d’Italia in scala 1:25.000 edita dall’I.G.M. (fig. 3) e nel Foglio n. 637060, denominato “Castrofilippo” della Cartografia Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 della Regione Sicilia (fig. 4).

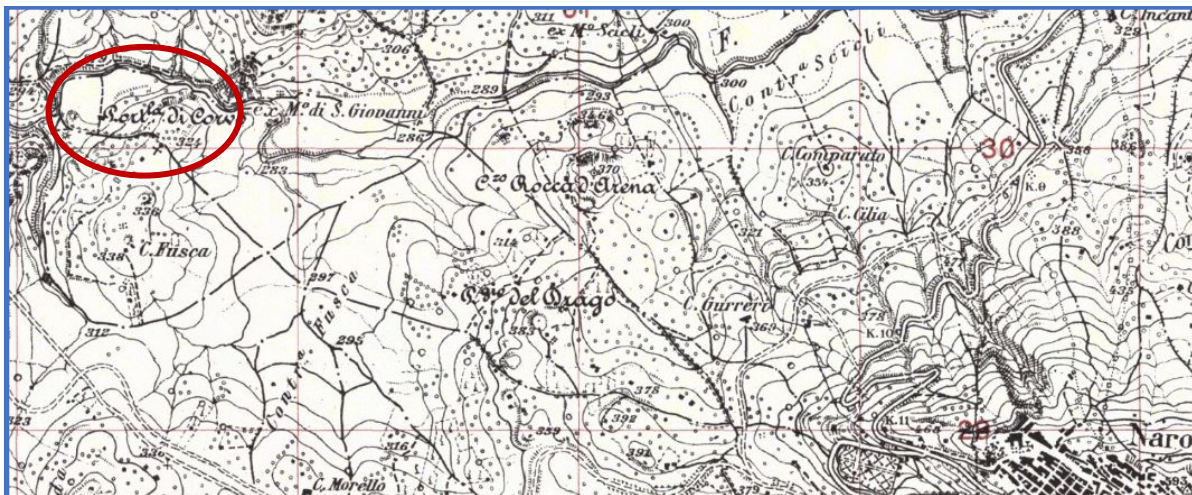


Fig. 3 – Stralcio del Foglio 271 I N.O. “Naro” della Carta d’Italia 1:25.000

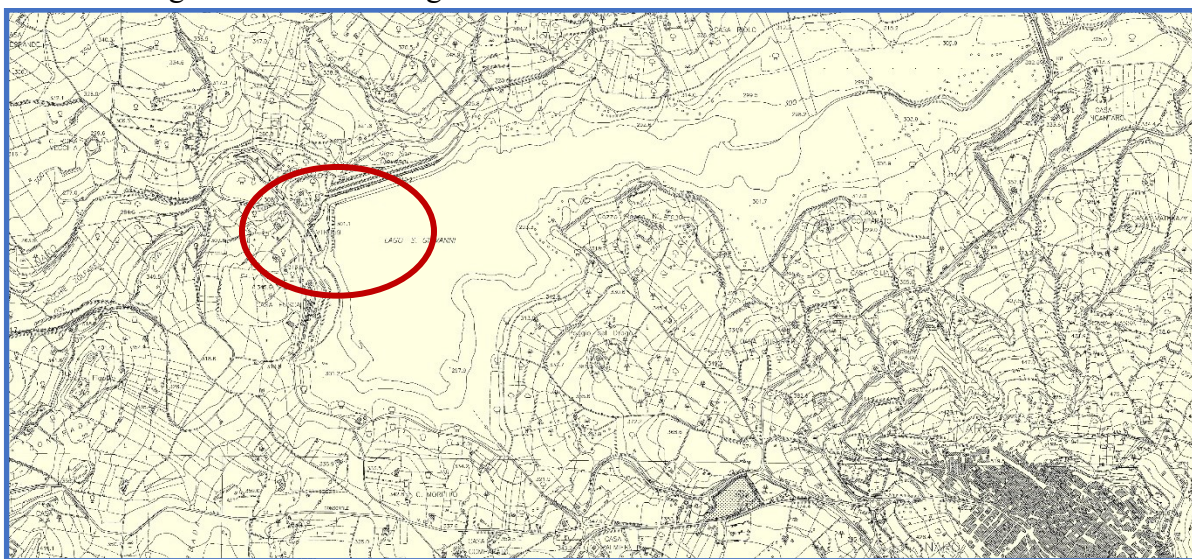


Fig. 4 – Stralcio del Foglio n. 637060, denominato “Castrofilippo”, della C.T.R. 1:10.000

4. DESCRIZIONE DEI DISSESTI

4.1. Ubicazione dei dissesti e degli interventi

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione dissesti e degli interventi che interessano la viabilità della strada circumlacuale (Interventi 1 e 4), il versante a valle della casa di guardia (Intervento 2) e la viabilità a ridosso della casa di guardia (Intervento 3).



Fig. 5 – Foto aerea delle aree di intervento

4.1.1. Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4

Il primo dissesto interessa un tratto di circa 45 m della strada circumlacuale in prossimità dell'ingresso alla diga (figg. 6a, 6b, 7, 8, 9 ed elaborato *VIA 5.1.1.0 Documentazione fotografica*).

Si tratta di una strada che si sviluppa in piano, di larghezza media pari a 5 m, con una cunetta in calcestruzzo lato monte e con un cavidotto in c.a. lato valle. Sul bordo del cavidotto è posto un parapetto costituito da putrelle in acciaio verticali e tubazioni in acciaio orizzontali. A valle del cavidotto è presente un cordolo di calcestruzzo e la scogliera della sponda del lago.

Nel primo tratto, lato ingresso, della lunghezza di circa 20 m, si rinviene un'unica lesione sulla pavimentazione che si sviluppa dal cavidotto fino alla cunetta e prosegue lungo di essa (fig. 6a e 7). L'apertura della lesione è avvenuta in senso orizzontale, senza abbassamenti, ad indicare una traslazione della strada verso il lago. Il cavidotto e la cunetta sono integri. Nel secondo tratto la strada presenta ampie lesioni con aperture che si sviluppano sia in senso orizzontale che verticale (figg. 8 e 9). Il parapetto ha subito un evidente cedimento ed una rotazione verso valle. Il cavidotto e il cordolo sono dissestati. Dal profilo topografico lungo il lato di monte del cavidotto, riportato nella tavola *VIA 5.2.1.0 - Intervento 1*, risulta un abbassamento massimo di circa 55 cm in corrispondenza della sezione 4. Lo



RELAZIONE GEOTECNICA

spostamento orizzontale massimo si stima in circa 35 cm.

Si rileva che tale tratto delle viabilità è stato oggetto di attenzioni sin dalle fasi di collaudo della diga. Nel 2005 l'E.S.A. (precedente gestore dell'invaso), su richiesta del Registro Italiano Dighe (R.I.D.) e della commissione di collaudo ex art. 14 D.P.R. 1363/1959, ha redatto una relazione avente ad oggetto "Accertamento delle condizioni della strada di collegamento fra il piazzale antistante lo sfioratore e il coronamento della diga" nella quale era indicato che la strada presentava una deformazione del manto denotante un movimento a prevalente componente verticale.

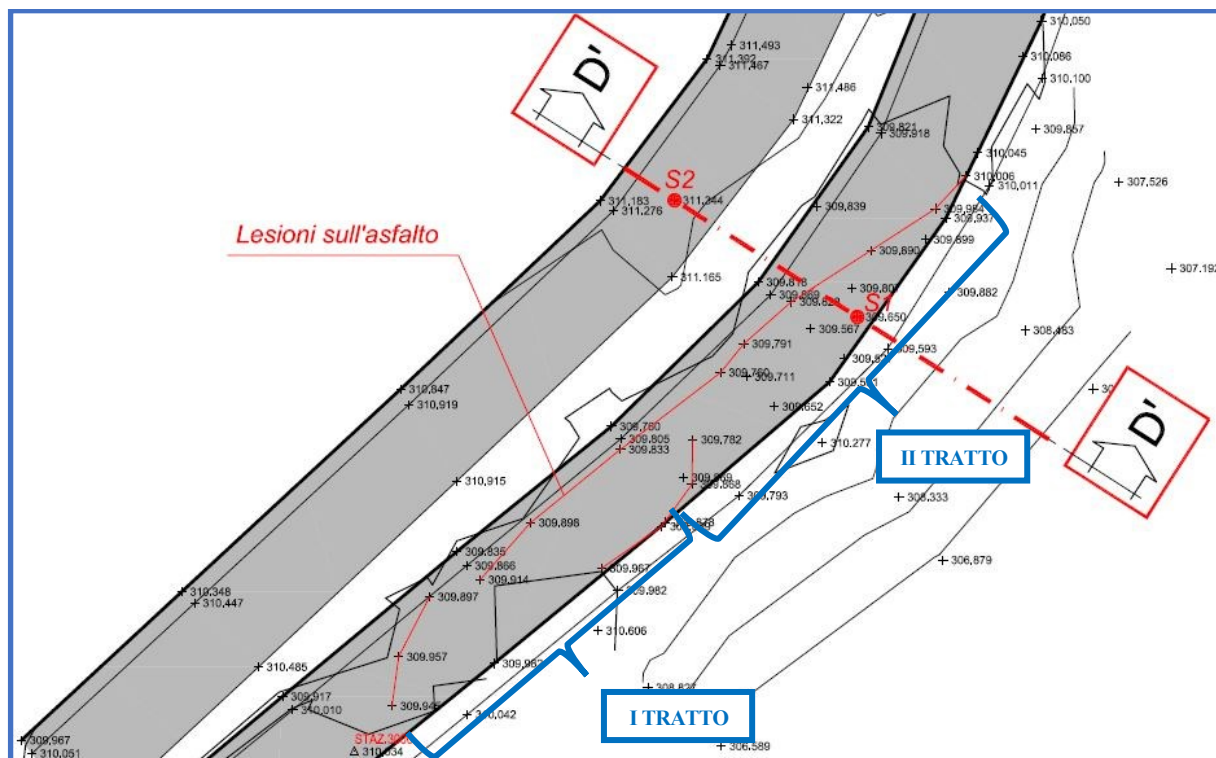


Fig. 6a – Zona intervento 1 - Rilievo topografico con ubicazione delle lesione principali

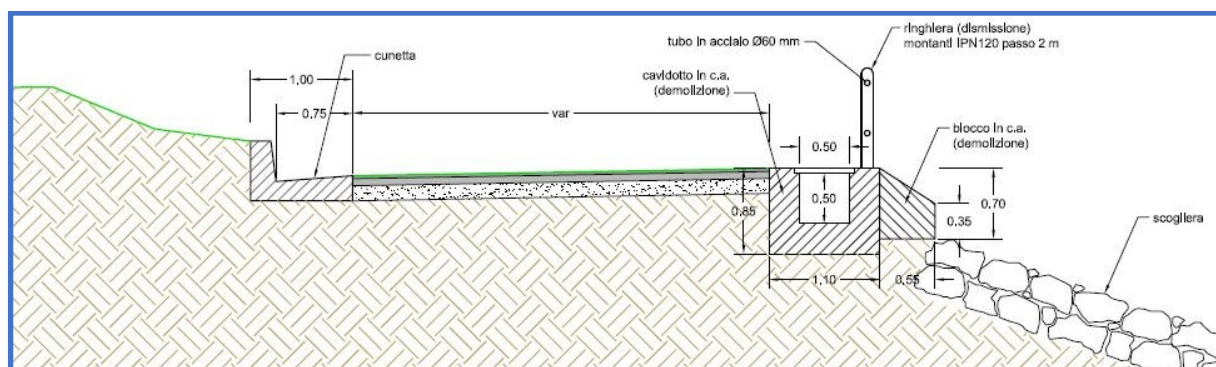


Fig. 6b – Zona intervento 1 – Sezione tipo della strada



RELAZIONE GEOTECNICA



Fig. 7 – Zona intervento 1



Fig. 8 – Zona intervento 1



Fig. 9 – Zona intervento 1



RELAZIONE GEOTECNICA

4.1.2. Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2

Il secondo dissesto interessa un tratto del pendio che si sviluppa tra la casa di guardia e l'ingresso alla diga (figg. 10 e 11). Il versante che inizialmente aveva una pendenza di circa 30° è franato, probabilmente, a causa di una perdita nel tubo dell'acqua che passava sul ciglio della scarpata.

A distanza di alcuni anni, è oggi perfettamente riconoscibile il contorno della frana e la zona di accumulo. Si tratta di una frana per scivolamento, di spessore prossimo a 2 m, che ha interessato i materiali detritici derivanti dalle attività di movimentazione delle terre effettuate durante il periodo di realizzazione della diga. Il dissesto ha una estensione di 25 m in larghezza di 20 m in lunghezza.

Sulla testa della frana è presente una linea citofonica interrata, quella idraulica è stata dismessa.

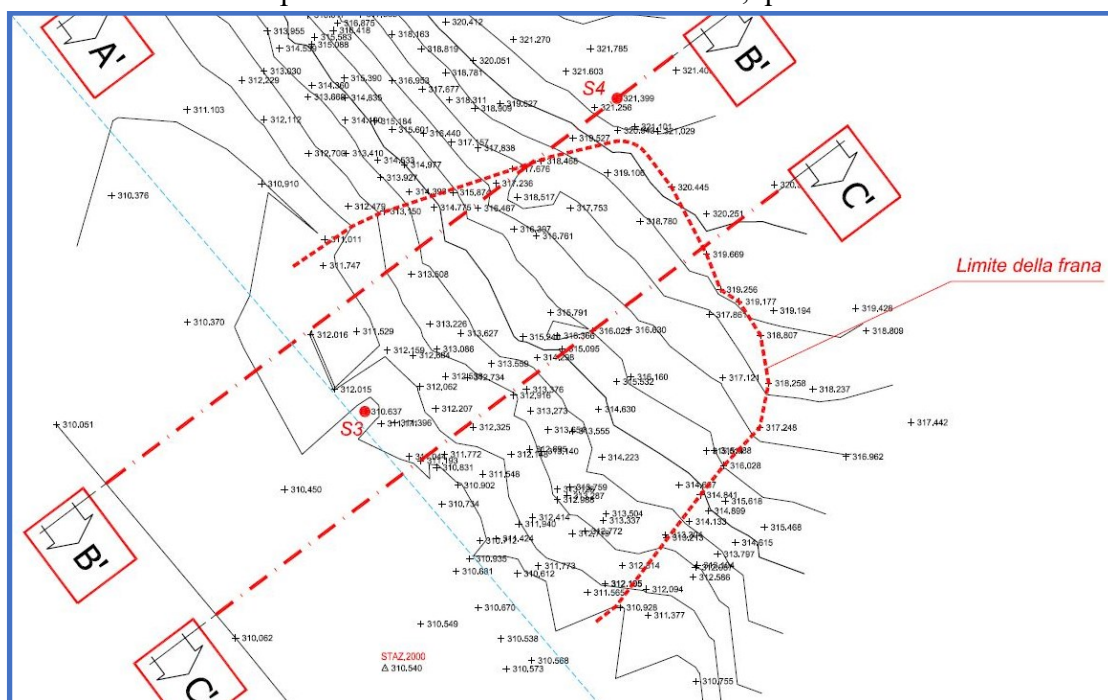


Fig. 10 – Zona intervento 2 – Rilievo topografico con ubicazione del dissesto



Fig. 11 – Zona intervento 2

4.1.3. Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3

Il dissesto interessa il muro lato monte della strada in curva che dalla casa di guardia conduce, in salita, ai locali uffici (figg. 12 e 13). Si tratta di un muro in calcestruzzo non armato, spezzato in più punti, ruotato verso valle e sostenuto da puntelli in tubi di acciaio che limitano di fatto la viabilità. Il cordolo superiore è costituito da conci di calcarenite. Il muro, dello sviluppo di circa 13 m, ha altezza massima di 1,35 m che decresce fino a zero procedendo lungo la salita e uno spessore di circa 30 cm.

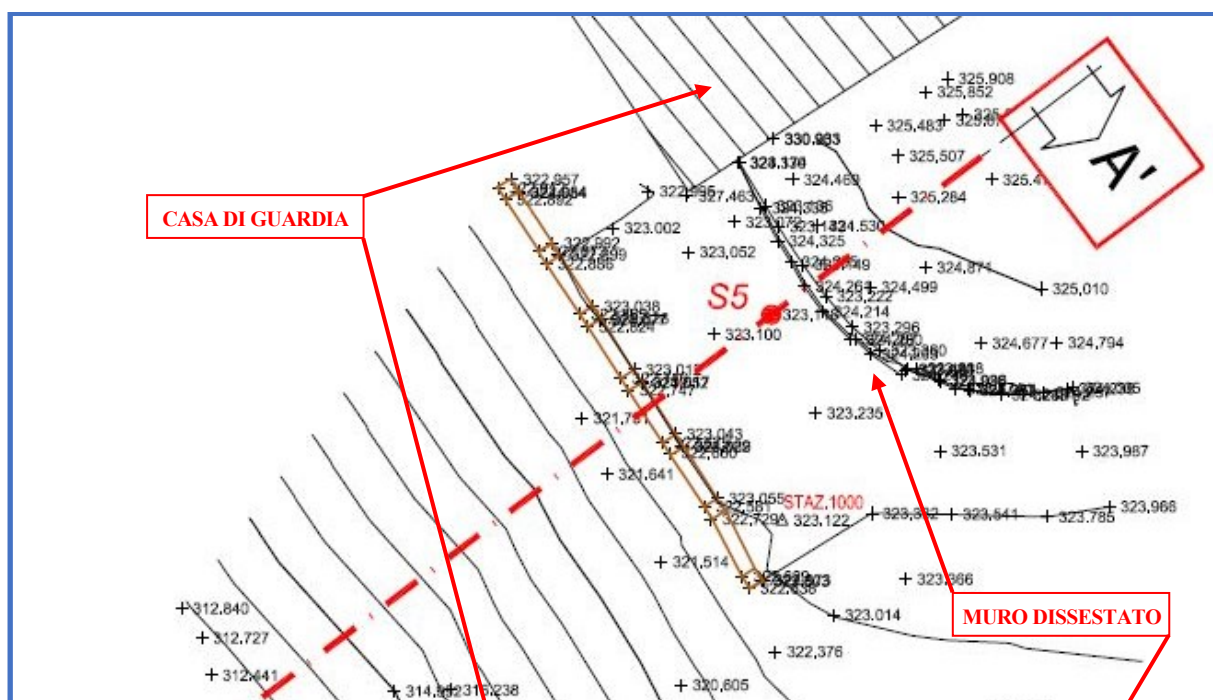


Fig. 12 – Zona intervento 3 – Rilievo topografico con ubicazione del dissesto



Fig. 13 – Zona intervento 3



5. SINTESI DELLO STUDIO GEOLOGICO

Dalla Relazione Geologica redatta per il presente progetto dal dott. Graziano, alla quale si rimanda per ogni dettaglio, si evince quanto appresso (elaborato *GEO 3.1.1.0 Relazione Geologica*).

La diga San Giovanni, oggetto degli interventi di manutenzione straordinaria, è inserita in un contesto morfologico tipicamente collinare, con superfici debolmente acclivi, caratterizzate da affioramenti di terreni di natura argillosa che conferiscono all'area un assetto blando e generalmente regolare, interrotto da locali rilievi a forte pendenza, costituiti da corpi rocciosi lapidei carbonatici caratterizzati da elevate asperità, che danno luogo a un assetto morfologico più aspro, con rotture di pendenza e salti di quota che, soprattutto in alcune porzioni dell'area, si presentano sub-verticali.

Le aree oggetto degli interventi non ricadono in zone soggette a pericolosità e a rischio idrogeologico e idraulico secondo quanto riportato nelle carte tematiche del P.A.I. del Bacino Idrografico del Fiume Naro – 068.

Nel corso delle indagini in sito sono stati eseguiti (v. elaborato *SDF 2.2.1 Rapporto indagini geognostiche e geofisiche in sito*):

- n° 5 sondaggi meccanici di profondità variabile in cui sono stati installati piezometri e inclinometri. In particolare, nella zona dell'intervento 1, sono stati realizzati i sondaggi S1 e S2 di lunghezza pari a 10 m, uno sulla strada circumlacuale e uno su quella a monte che porta ai locali della paratoia dello scarico di fondo. Nel primo sondaggio è stato posto un piezometro a tubo aperto, nel secondo un inclinometro per monitorare in futuro una eventuale evoluzione del fenomeno. I sondaggi S3 e S4, di lunghezza rispettivamente pari a 5 m e 10 m, sono stati realizzati al piede e alla testa del dissesto nella zona dell'intervento 2 che interessa il versante prossimo alla casa di guardia. Il sondaggio 4 è stato attrezzato con un piezometro. Il sondaggio S5, della lunghezza di 15 m, è stato effettuato al piede del muro dissestato nella zona dell'intervento 3 sulla viabilità della casa di guardia;
- n° 5 sondaggi tromografici (HVSr) in corrispondenza di ciascun sondaggio;
- i prelievi di n° 6 campioni indisturbati sui quali sono state effettuate le prove di laboratorio.

Attraverso le indagini in sito e i sopralluoghi è stato possibile ricostruire il quadro geologico dei dissesti sintetizzato nelle sezioni geologiche riportate nelle figg. 14, 15 e 16.

Il dissesto della viabilità circumlacuale (**zona intervento 1**) interessa soltanto i terreni del rilevato stradale costituiti da materiali calcarenitici e calcareo-marnosi, in matrice rudittica, dello spessore massimo di poco superiore ai 4 m, poggianti sulle argille limose (Al) della formazione di base alterata (FBA) a cui seguono le argille azzurre della formazione di base integra (FB). Nella fig. 14 si riporta la sezione geologica con l'indicazione della possibile superficie di scivolamento in rosso.

Il dissesto del versante a valle della casa di guardia (**zona intervento 2**) è uno scivolamento superficiale, di spessore prossimo a 2 m, che ha interessato i materiali detritici derivanti dalle attività di movimentazione delle terre effettuate durante il periodo di realizzazione della diga. Si tratta di argille

RELAZIONE GEOTECNICA

debolmente limose rimaneggiate ed alterate (Aa) poggianti sulle argille limose (Al), con accennate strutture scagliose), della formazione di base alterata (FBA) seguite dalle argille azzurre della formazione di base integra (FB) (fig. 15).

Il muro dissestato della viabilità della casa di guardia (**zona intervento 3**) insiste sulle argille marnose biancastre con intercalazioni di marne e calcari marnosi (fig. 16).

Nella misure fatte dopo l'installazione dei piezometri non è stata rilevata alcuna falda. E', comunque, probabile che nei periodi particolarmente piovosi il terreno possa saturarsi.

La categoria di suolo ai fini sismici, ottenuta con i sondaggi tromografici, è risulta B in corrispondenza della casa di guardia e C in tutti gli altri casi.

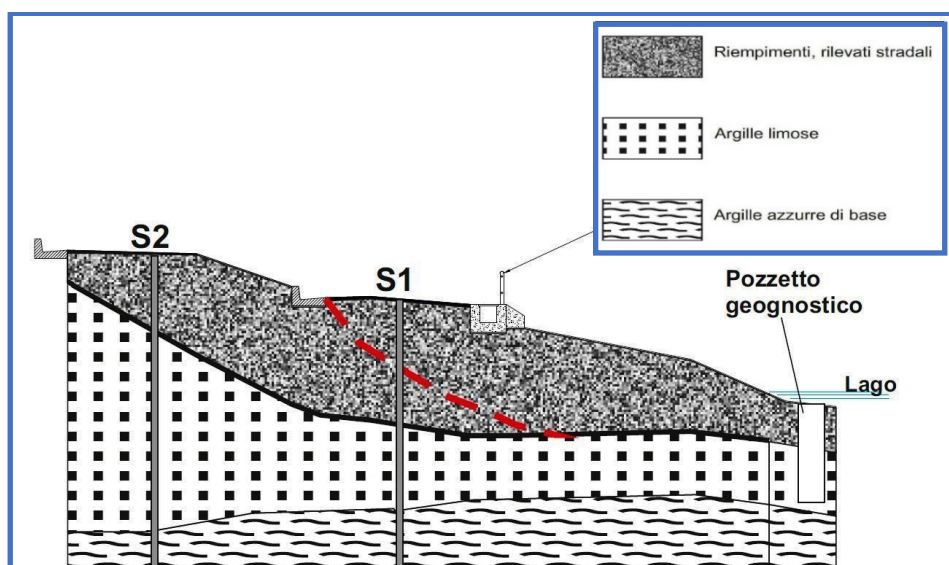


Fig. 14 – Zona intervento 1 – Sezione geologica D-D

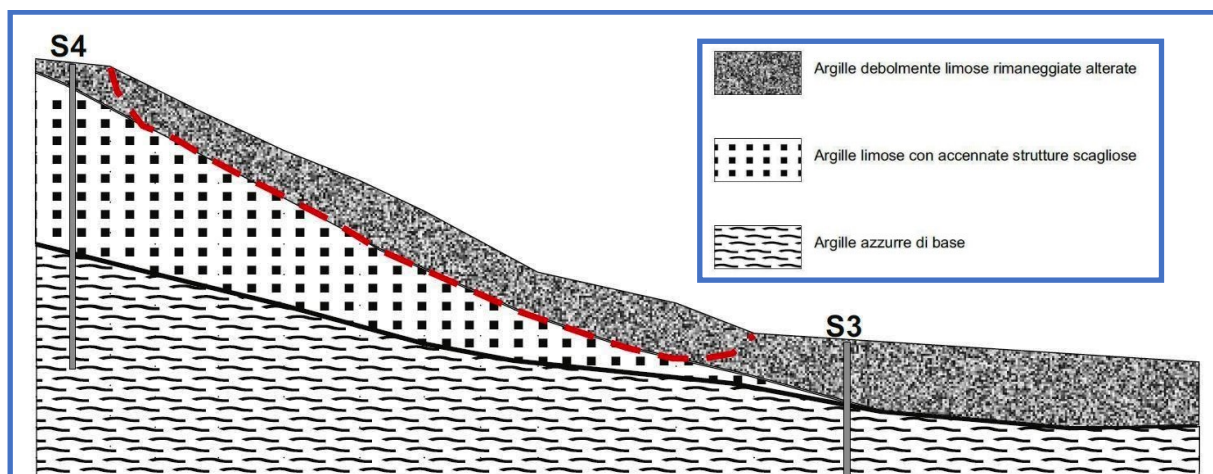


Fig. 15 – Zona intervento 2 – Sezione geologica B-B'



RELAZIONE GEOTECNICA

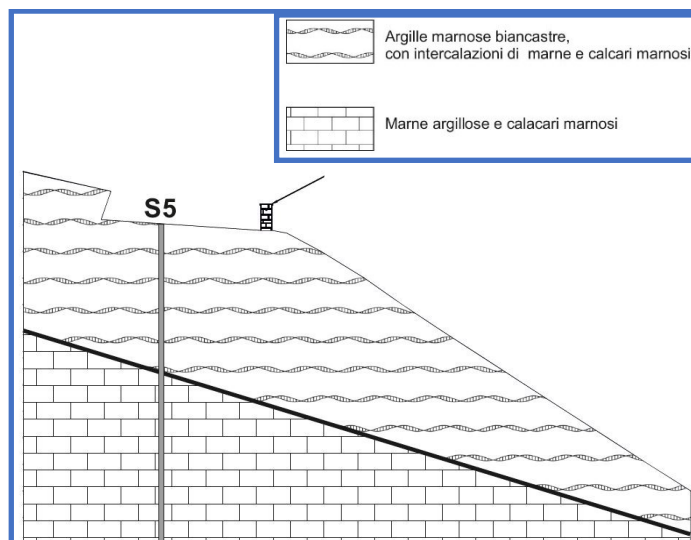


Fig. 16 – Zona intervento 3 – Sezione geologica A-A'



6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI

Come accennato in precedenza nel corso dell'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n°6 campioni indisturbati sui quali sono state effettuate prove di laboratorio.

I campioni sono stati prelevati nelle argille della formazione di base alterata ed integra. Per la natura sciolta dei terreni calcarenitici e calcareo-marnosi, in matrice ruditica, costituenti il rilevato della strada circumlacuale non è stato possibile prelevare campioni in tale litotipo.

Dai certificati di laboratorio riportati nell'elaborato *SDF 2.3.1 Rapporto prove di laboratorio* risulta quanto appresso (Tab. I e figg. 17, ..., 22):

TERRENI DELLA FORMAZIONE DI BASE ALTERATA FBA (Aa e Al)

- dal punto di vista granulometrico i terreni sono costituiti da argille con limo debolmente sabbiose;
- il peso medio dell'unità di volume è prossimo $\gamma = 17,80 \text{ kN/m}^3$;
- il peso specifico medio dei grani è $\gamma_s = 24,50 \text{ kN/m}^3$;
- i contenuti naturali d'acqua, $w_n = 26,51\%$ e $w_n = 29,01\%$, sono inferiori al limite di plasticità $w_p = 34,61\%$, nel primo caso, e superiori nel secondo $w_p = 24,01\%$;
- i punti τ - σ ottenuti dalle prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato ricadono nell'intorno di una retta avente $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ e $\varphi' = 24^\circ$;

TERRENI DELLA FORMAZIONE DI BASE INTEGRA (argille azzurre)

- dal punto di vista granulometrico i terreni sono costituiti da argille con limo o limo con argille a volte debolmente sabbiose;
- il peso medio dell'unità di volume è prossimo $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$;
- il peso specifico dei grani è mediamente $\gamma_s = 25,60 \text{ kN/m}^3$;
- il contenuto naturale d'acqua w_n varia dal 29,75% al 31,52% ed è in alcuni casi superiore al limite di plasticità w_p che oscilla tra il 23,71% e il 34,14%;
- i punti τ - σ ottenuti dalle prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato ricadono nell'intorno di una retta avente $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ e $\varphi' = 24^\circ$.

Tenuto conto delle limitate differenze fra le caratteristiche geotecniche dei terreni appartenenti alla formazione di base alterata ed integra nei calcoli che seguono si è assunto:

$$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 5 \text{ kN/m}^2 \quad \varphi' = 24^\circ$$

Si rileva che per cautela si è fatto riferimento a un valore della coesione pari alla metà di quello ottenuto dalle prove di laboratorio.

RELAZIONE GEOTECNICA

															Prove di taglio C.D.						
															provino A		provino B		provino C		
CAMPIONE	PROF.		TERRENO	γ	γ_s	γ_d	Wn	WI	Wp	Ip	Ic	ghiaia	sabbia	limo	argilla	σ	τ	σ	τ	σ	τ
	(m)			kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
S2 C1	4.50	5.00	FBA	17.75	23.39	14.03	26.51	86.49	34.61	51.88	1.16	0.13	8.22	36.00	55.65	98.00	48.89	196.00	95.28	294.00	136.94
S4 C1	4.00	4.50	FBA	17.83	25.78	13.82	29.01	70.99	24.01	46.98	0.89	0.43	5.45	35.60	58.52	98.00	62.50	196.00	130.00	294.00	150.28
S1 C1	5.00	5.50	FB	17.41	24.52	13.11	32.76	78.83	34.14	44.69	1.03	0.81	10.95	33.32	54.92	98.00	55.83	196.00	114.17	294.00	158.61
S2 C2	9.00	9.50	FB	18.08	24.64	13.93	29.75	72.01	31.66	40.35	1.05	2.38	7.53	49.54	40.55	98.00	50.83	196.00	109.72	294.00	141.94
S3 C1	2.50	3.00	FB	18.69	25.81	14.33	30.40	67.54	27.16	40.38	0.92	0.60	3.17	41.86	54.36	98.00	49.17	196.00	102.78	294.00	139.44
S4 C2	9.00	9.50	FB	18.75	26.35	14.26	31.52	72.70	23.71	48.99	0.84	0.64	2.48	39.81	57.08	98.00	56.94	196.00	101.11	294.00	131.67

Tab. I - Risultati delle prove di laboratorio



RELAZIONE GEOTECNICA

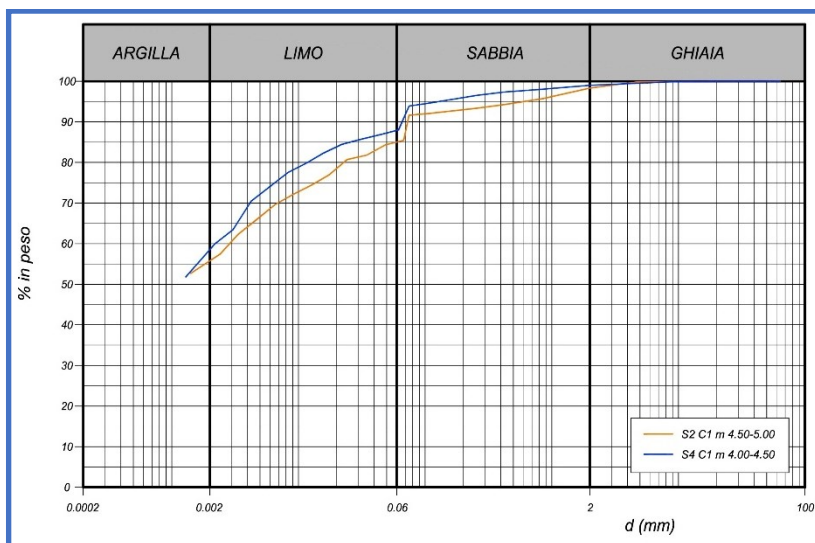


Fig. 17 – Terreni FBA - Granulometrie

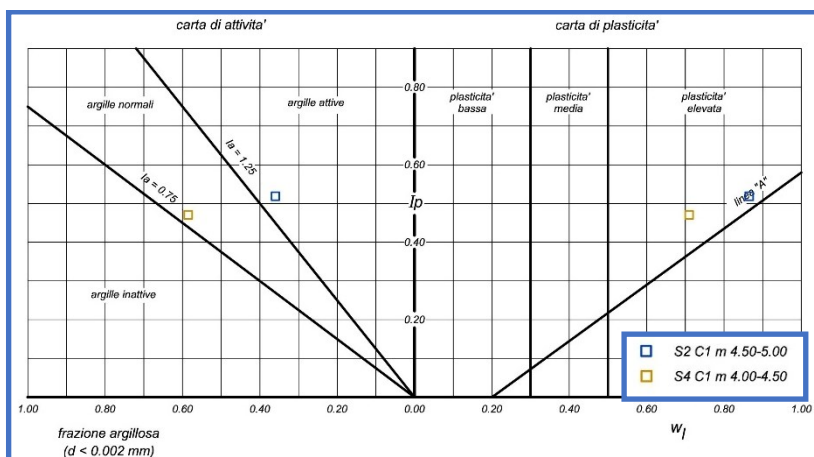


Fig. 18 – Terreni FBA - Carta di attività e plasticità

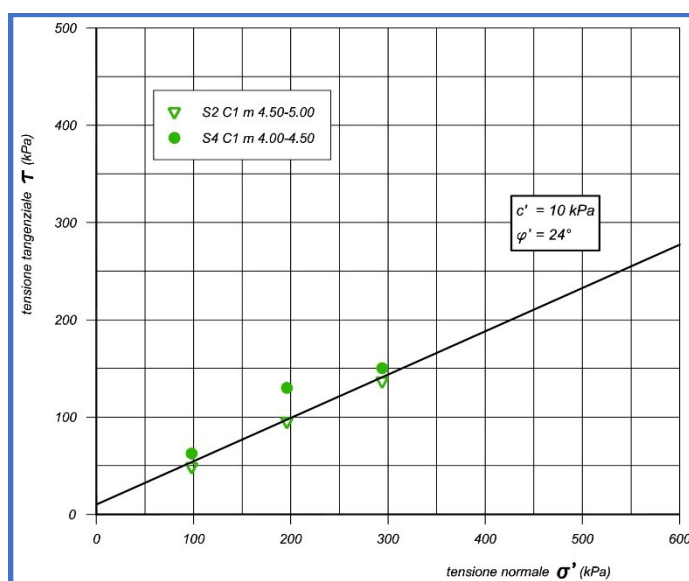


Fig. 19 – Terreni FBA - Prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato e residuo



RELAZIONE GEOTECNICA

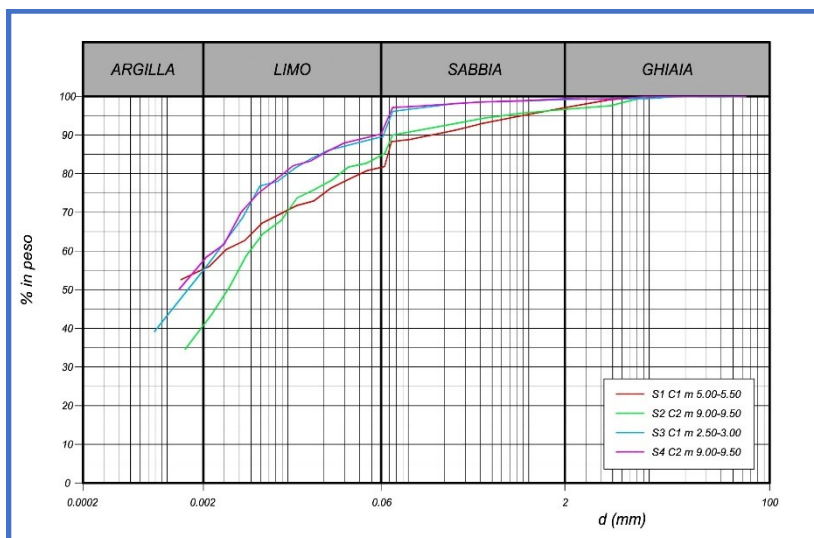


Fig. 20 – Terreni FB - Granulometrie

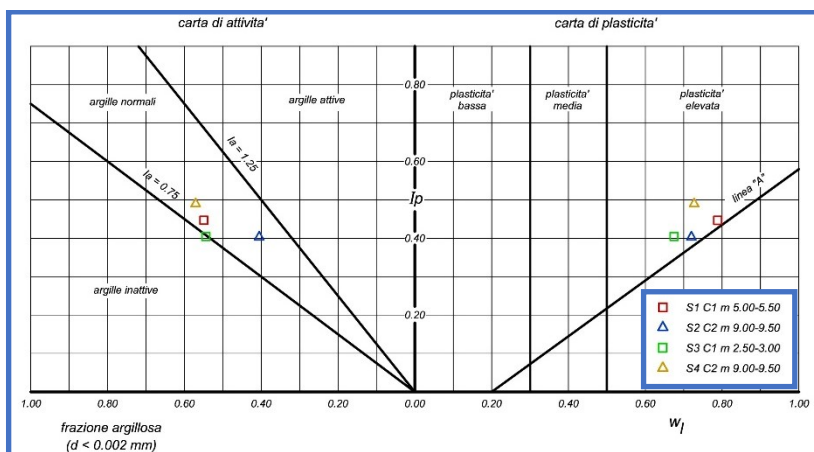


Fig. 21 – Terreni FB - Carta di attività e plasticità

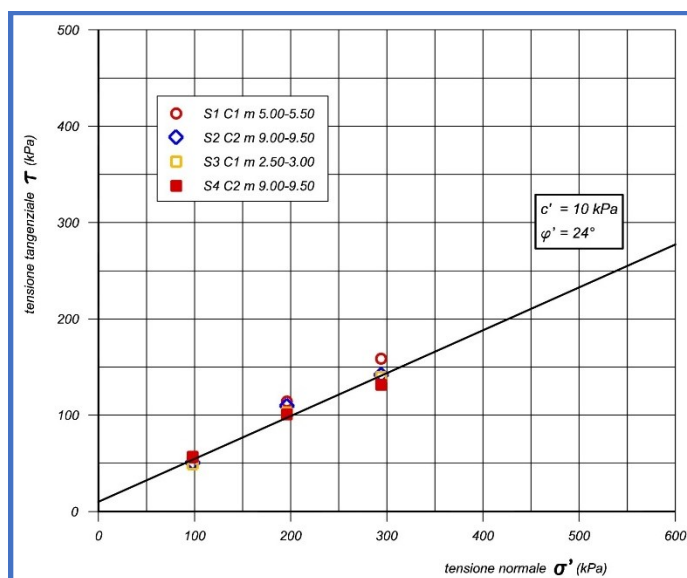


Fig. 22 – Terreni FB – Prove di taglio diretto del tipo consolidato drenato e residuo



RELAZIONE GEOTECNICA

Per definire i **parametri di resistenza del terreno in frana della zona dell'intervento 2** è stata eseguita un'analisi a ritroso. In tale analisi, definita la superficie di scivolamento e il livello piezometrico nel terreno, si ricercano i valori dei parametri di resistenza per i quali il pendio è in condizione di equilibrio limite (coefficiente di sicurezza pari a $\eta = 1$). Nel caso in oggetto, con riferimento alla sezione geologica B-B' e alla superficie di scivolamento indicata di fig. 15, assumendo un peso dell'unità di volume e un angolo di resistenza a taglio pari a quelli adottati per la FBA e FB ($\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$, $\phi' = 24^\circ$), assenza di sisma e terreno saturo, si è ricercato il valore della coesione la quale si raggiunge l'equilibrio limite. Dalla verifica di stabilità riportata in fig. 23 con un valore $c' = 4 \text{ kN/m}^2$ si ottiene un coefficiente di sicurezza $\eta = 0,983$ prossimo all'unità.

Pertanto, per il terreno in frana vengono adottati i seguenti parametri:

$$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 4 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 24^\circ$$

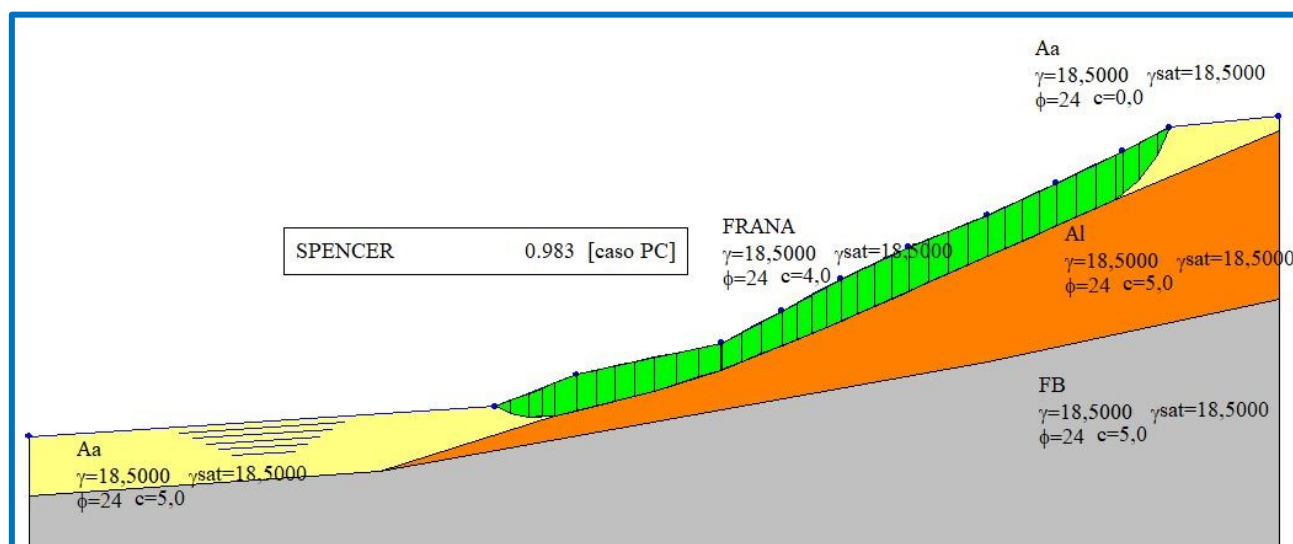


Fig. 23 – Zona intervento 2 - Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità

Per i **terreni del rilevato stradale della viabilità circumlacuale** (zona dell'intervento 1), costituiti da riporti di materiali calcarenitici e calcareo-marnosi, in assenza di prove, si è assunto cautelativamente:

$$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 25^\circ$$

7. SOLUZIONI PROGETTUALI

7.1.1. Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Interventi 1 e 4

La strada circumlacuale è, sin dalla costruzione della diga, interessata da un dissesto che ne limita la viabilità. Visti gli spostamenti decimetrici, sia in senso verticale che orizzontale, della sede stradale, del cavidotto e del parapetto, si ritiene che il dissesto sia prodotto da un lento movimento rototraslativo che interessa il rilevato stradale. Considerato che esso è costituito da materiale di riporto granulare di origine calcarenitica e calcareo-marnosa, di buone caratteristiche di resistenza, il movimento gravitativo è probabilmente dovuto alla presenza di livelli di terreni con scadenti caratteristiche meccaniche all'interno del rilevato stradale non individuati con le indagini. Si è, pertanto, prevista la realizzazione di una paratia di pali che potesse contenere il movimento del rilevato stradale e ridurre le spinte sulla sponda del lago a valle (figg. 24, 25 ed elaborato *VIA 5.2.1.0 - Intervento 1*).



RELAZIONE GEOTECNICA

Nel dettaglio l'intervento è costituito da una paratia di pali che si sviluppa lungo l'asse del cavidotto in c.a. esistente per un tratto di 45 m. I pali \varnothing 600 mm, della lunghezza di 8,0 m, sono disposti ad interasse di un 1 m. La testa dei pali è collegata da un cordolo in c.a., di altezza pari a 1,15 m, al cui interno sono annegate le tubazioni necessarie per gli impianti presenti nel cavidotto esistente. La sede stradale, per lo spessore di circa 1,15 m, viene dismessa e ricostruita. La sede stradale, per lo spessore di circa 1,15 m, viene dismessa e ricostruita.

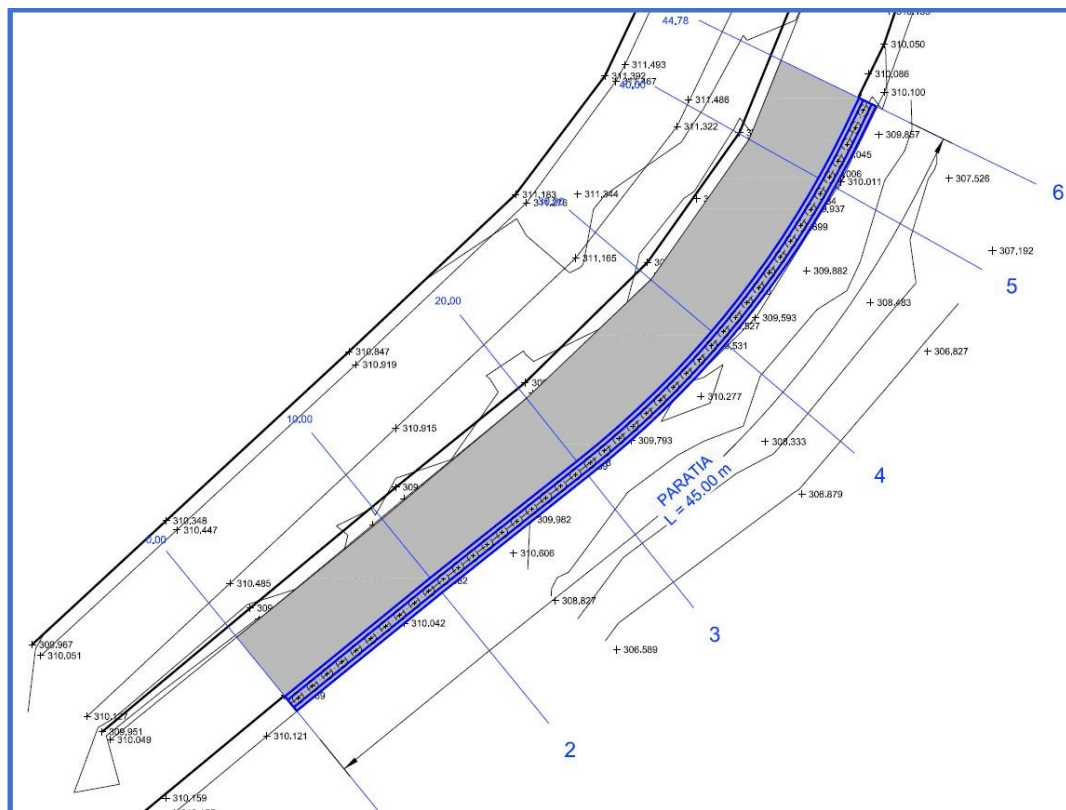


Fig. 24 – Zona intervento 1 – Planimetria dell'intervento

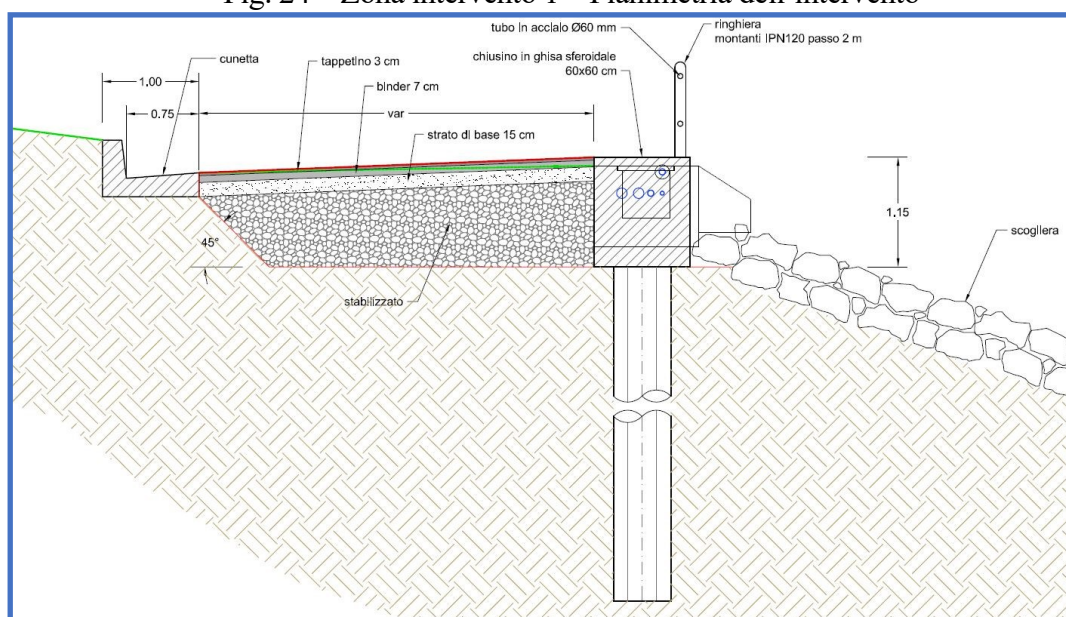


Fig. 25 – Zona intervento 1 – Sezione tipo dell'intervento

RELAZIONE GEOTECNICA

Su richiesta dell'Assessorato è stata altresì prevista la realizzazione di una pista provvisoria necessaria a garantire la viabilità all'interno della diga durante l'esecuzione dei lavori innanzi descritti (figg. 26, 27 ed elaborato *VIA 5.5.1.0 - Intervento 4*). Essa sarà realizzata con un rilevato che si sviluppa tra il locale di accesso alla paratoia dello scarico di fondo e il piazzale che porta al coronamento della diga.

Il rilevato sarà realizzato con terreni provenienti da cava appartenenti ai gruppi e sottogruppi (CNR UNI 100006) A1a, A1b, A2-4, A2-5, A3. Per lo strato superiore è previsto uno spessore di 30 cm di misto granulometrico. Per ragioni di sicurezza, su entrambi i lati della pista è prevista la messa in opera di una barriera stradale costituita da new jersey.

Prima della realizzazione della pista si provvederà a sostituire la linee elettrica interrata della illuminazione esterna che interferisce con i lavori con una nuova linea adeguatamente protetta che consenta il passaggio veicolare.

A fine lavori la pista sarà dismessa e lo stato dei luoghi sarà ripristinato.

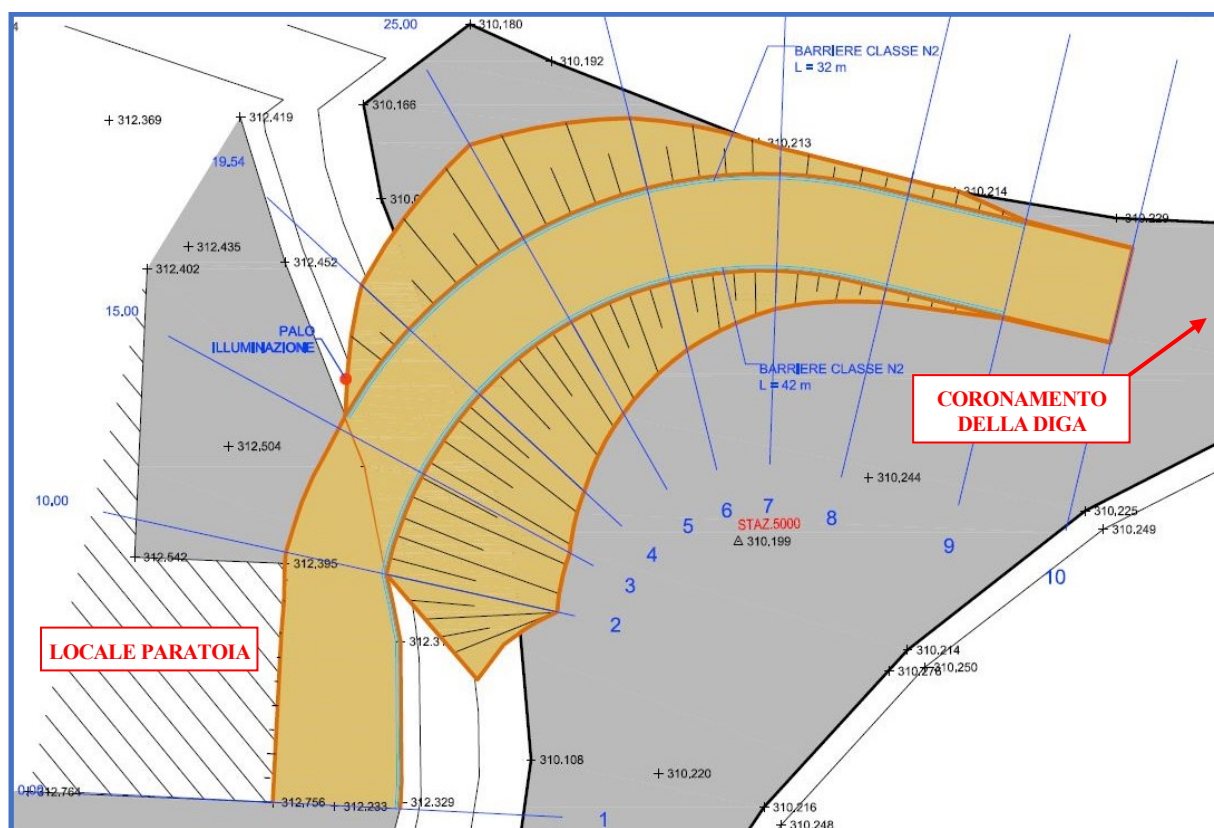


Fig. 26 – Zona intervento 4 – Planimetria della pista provvisoria



RELAZIONE GEOTECNICA

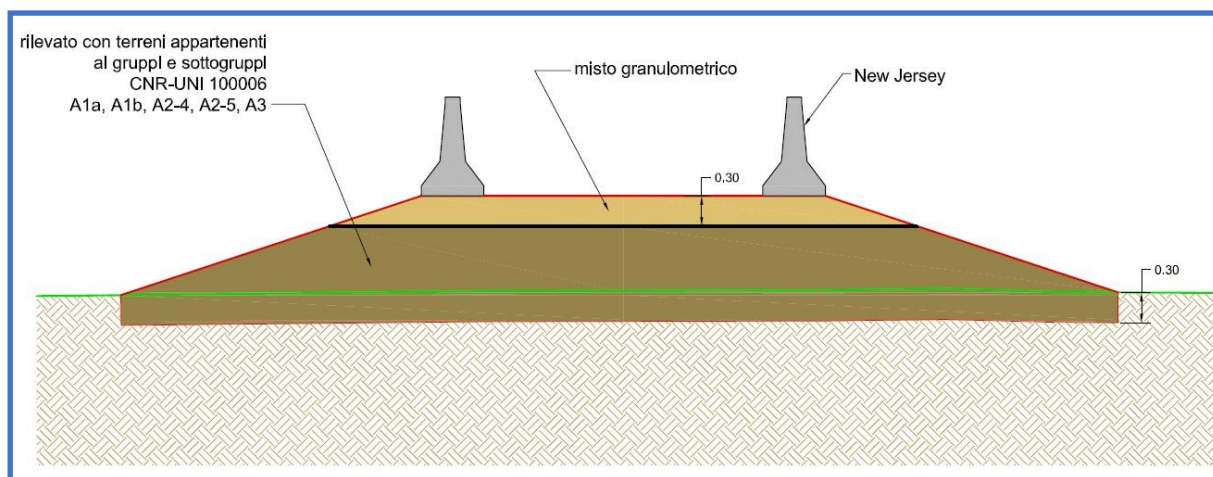


Fig. 27 – Zona intervento 4 – Sezione tipo della pista provvisoria



7.1.2. Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2

Come descritto in precedenza il dissesto è di tipo superficiale con uno spessore di circa 2 m. La soluzione progettuale prevede un banchinamento della scarpata con un rilevato sostenuto al piede da gabbionate di altezza complessiva pari a 4 m e 3 m e una leggera risagomatura della cresta della frana (figg. 28, 29 ed elaborato *12 VIA 5.3.1.0 - Intervento 2*).

Il rilevato è costituito da terreni provenienti da cava appartenenti ai gruppi e sottogruppi (CNR UNI 100006) A1a, A1b, A2-4, A2-5, A3. Lo strato superficiale è realizzato con 30 cm di materiali di natura argillosa provenienti dagli scavi al fine di impedire all'acqua di infiltrarsi all'interno del rilevato. L'opera è completata dalla messa a dimora sulla scarpata di viminate vive con interasse di circa 3 m al fine di limitare l'erosione superficiale prodotta dal ruscellamento delle acque piovane.

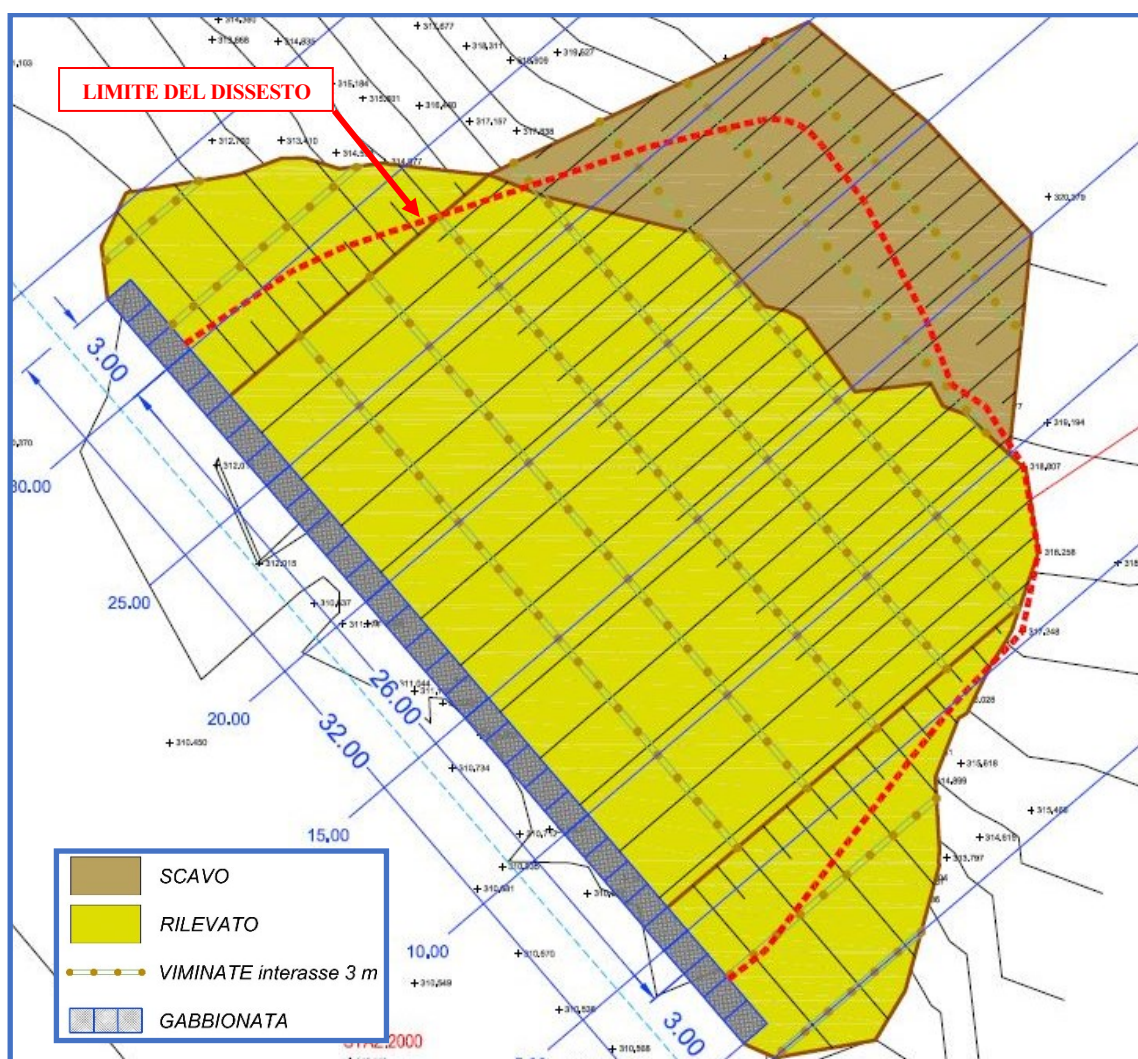


Fig. 28 – Zona intervento 2 – Planimetria dell'intervento

RELAZIONE GEOTECNICA

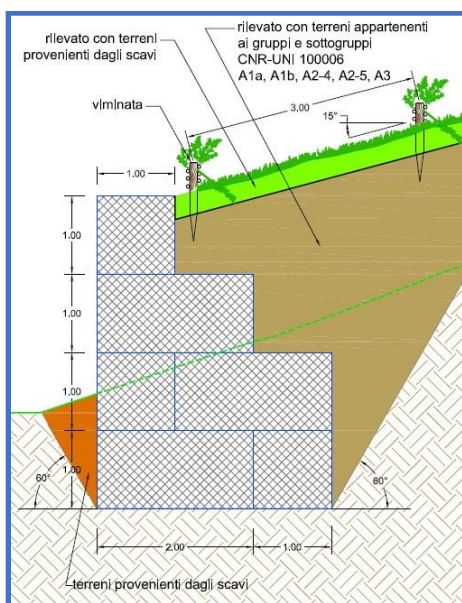
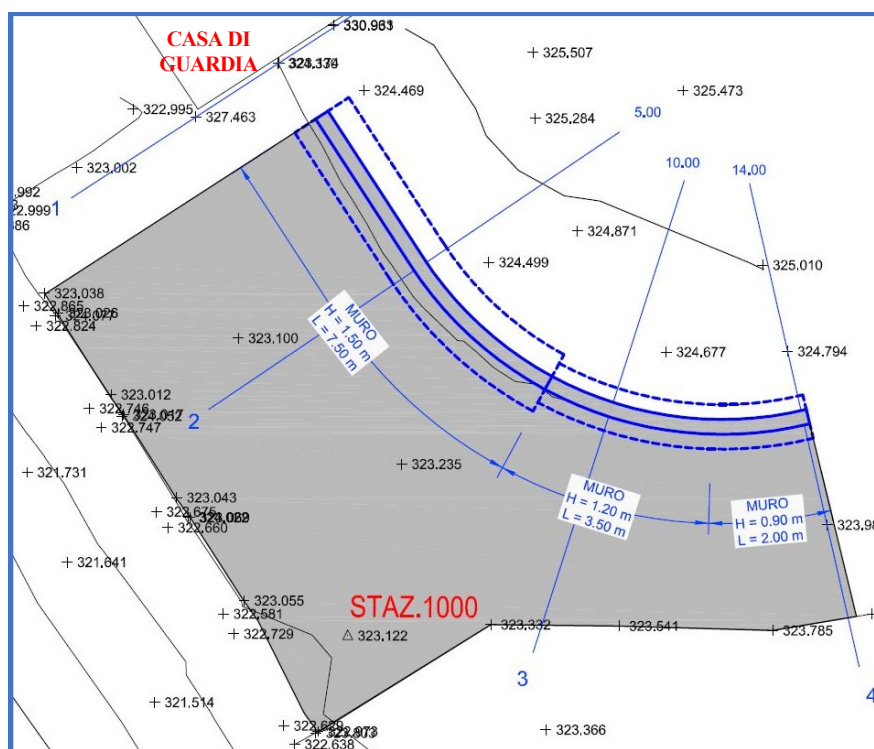


Fig. 29 – Zona intervento 2 – Sezione tipo dell'intervento

7.1.3. Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3

L'intervento sulla viabilità della casa di guardia prevede la demolizione del muro dissestato, la ricostruzione di un muro in c.a. con diverse altezze fuori terra per seguire l'andamento della strada e il rifacimento del pacchetto stradale antistante il muro medesimo (figg. 30, 31 ed elaborato *VIA 5.4.1.0 - Intervento 3*). Il materiale di riempimento a tergo del muro è tout-venant. Lo strato superficiale è realizzato con 30 cm di materiali di natura argillosa provenienti dagli scavi al fine di impedire all'acqua di infiltrarsi a tergo dell'opera di sostegno. Per limitare l'impatto visivo dell'opera di sostegno se ne è previsto il rivestimento con pietra Sabucina.





RELAZIONE GEOTECNICA

Fig. 30 – Zona intervento 3 – Planimetria dell'intervento

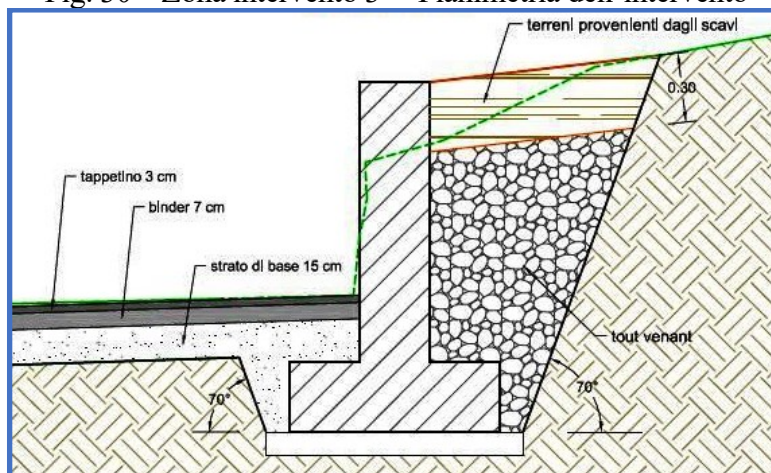


Fig. 31 – Zona intervento 3 – Sezione tipo del muro in c.a.



8. CALCOLI GEOTECNICI E STRUTTURALI

8.1.1. Generalità

I calcoli riguardano:

- le verifiche strutturali e geotecniche della paratia di pali Ø600 mm dell'intervento 1;
- l'analisi a ritroso delle attuali condizioni di stabilità del versante a valle della casa di guardia (intervento 2) e la valutazione dei coefficienti di sicurezza della frana a seguito degli interventi di stabilizzazione;
- le verifiche geotecniche delle gabbionate poste al piede del rilevato previsto con l'intervento 2;
- le verifiche strutturali e geotecniche dei muri in c.a. prossimi alla casa di guardia (intervento 3).

Le verifiche di stabilità sono state effettuate con il metodo di Spencer utilizzando il programma STAPFULL 14 della ditta AZTEC.

Il calcoli della paratia sono stati eseguiti con il programma PAC14, quello delle gabbionate e dei muri con MAX14, entrambi della ditta AZTEC.

Per il dimensionamento dei manufatti si è fatto riferimento a quanto previsto dalle nuove Norme Tecniche 2018.

Le azioni sismiche sono state determinate tenendo conto:

- delle coordinate geografiche del sito latitudine 37,308331, longitudine 13,73814;
- a favore di sicurezza, della categoria di suolo C anche per i muri vicini alla casa di guardia;
- di un coefficiente di amplificazione topografica $T2 = 1,2$ considerato che le opere insistono su pendii con inclinazione pari o superiore a 15° ;

I tabulati di calcolo delle verifiche di stabilità e delle opere di sostegno, ai quali si rimanda per i dettagli, sono riportati in allegato.

Si rileva che per le verifiche di stabilità riguardanti i rilevati e i fronti di scavo la normativa prevede i seguenti coefficienti parziali (coefficienti di sicurezza):

- $\gamma_R = 1,1$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1;
- $\gamma_R = 1,2$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

8.1.2. Viabilità a ridosso della strada circumlacuale - Intervento 1

Il calcolo strutturale e geotecnico della paratia è stato eseguito con il software PAC 14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 32):

- che la paratia, posta sul ciglio della sponda del lago, possa trovarsi 2,50 m fuori terra;
- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 20^\circ$ i parametri geotecnici del rilevato stradale di spessore pari a 4,30 m;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici dei terreni A1 e FB presenti sotto il rilevato;
- livello di falda coincidente con il piano campagna;

RELAZIONE GEOTECNICA

- un sovraccarico stradale pari a $q_1 = 20 \text{ kPa}$;
- un sovraccarico variabile linearmente a valle della paratia di valore massimo pari a $q_2 = 8 \text{ kPa}$ che schematizza la presenza di terreno saturo, di altezza massima 1 m, a valle dell'opera di sostegno;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.

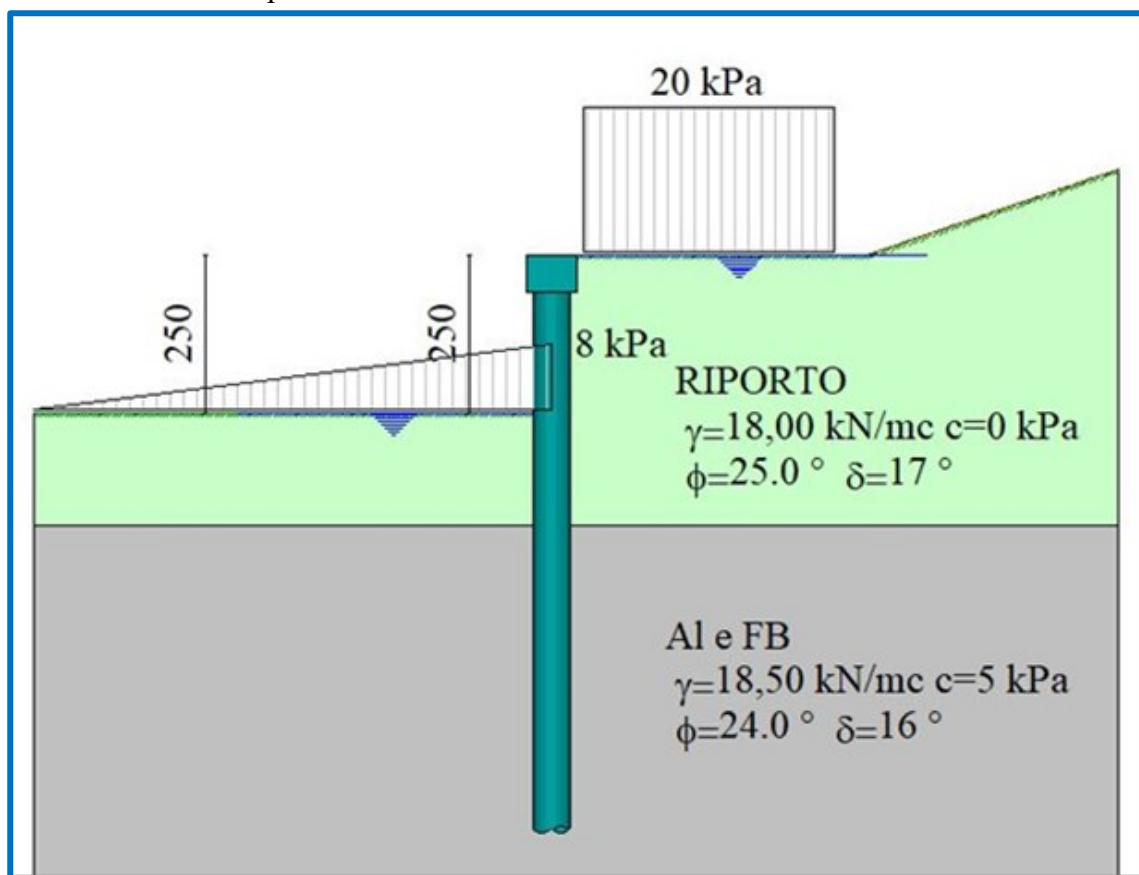


Fig. 32 - Schema di calcolo della paratia

8.1.3. Dissesto del versante a valle della casa di guardia - Intervento 2

8.1.3.1. Gabbionate

Le verifiche della gabbionate di altezza $H = 4 \text{ m}$ e $H = 3 \text{ m}$ sono state effettuate con il software MAX 14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 33):

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 35^\circ$ i parametri geotecnici del rilevato a monte dell'opera di sostegno;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici del terreno di fondazione FBA;
- una inclinazione del rilevato a monte dell'opera di sostegno pari a 15° ;
- livello di falda coincidente con il piano campagna di valle;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.



RELAZIONE GEOTECNICA

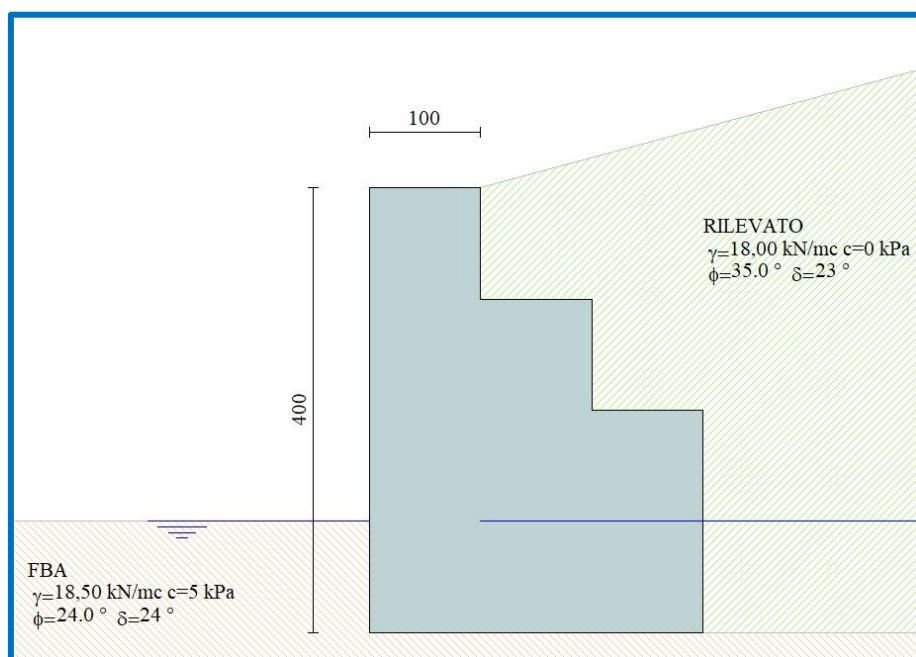


Fig. 33 – Schema di calcolo della gabbionata H = 4 m

8.1.3.2. Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità attuali

Come è noto, attraverso una analisi a ritroso, nella quale si riproducono le condizioni di equilibrio limite che si manifestano all'atto della frana, è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza del terreno mobilitati, una volta noti il livello piezometrico nel terreno e la superficie di scivolamento.

Nel caso in oggetto, con riferimento alla sezione geologica B-B' e alla superficie di scivolamento indicata di fig. 15, assumendo un peso dell'unità di volume e un angolo di resistenza a taglio pari a quelli adottati per la FBA e FB ($\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$, $\phi' = 24^\circ$), assenza di sisma e terreno saturo, si è ricercato il valore della coesione la quale si raggiunge l'equilibrio limite (coefficiente di sicurezza pari a $\eta = 1$). Dalla verifica di stabilità riportata in fig. 34 con un valore $c' = 4 \text{ kN/m}^2$ si ottiene un coefficiente di sicurezza $\eta = 0,983$ prossimo all'unità. Pertanto, per il terreno in frana vengono adottati i seguenti parametri:

$$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3 \quad c' = 4 \text{ kN/m}^2 \quad \phi' = 24^\circ$$

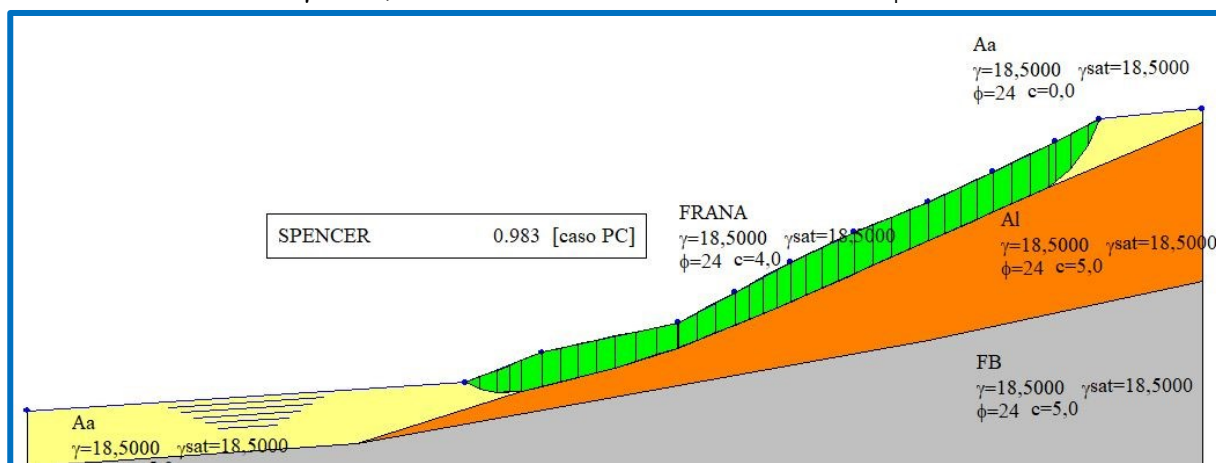


Fig. 34 – Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità



8.1.3.3. Verifiche di stabilità a seguito degli interventi di stabilizzazione

Per valutare gli effetti sulle condizioni di stabilità del dissesto prodotti dal banchinamento al piede della frana sono state eseguite le verifiche di stabilità lungo la superficie di scivolamento tenendo conto del solo effetto stabilizzante indotto dal peso del rilevato e della gabbionata (figg. 35 e 36). Si è, quindi, cautelativamente trascurato nel calcolo l'effetto stabilizzante dell'opera di sostegno in gabbioni.

Sono, inoltre, state condotte le verifiche di stabilità globale dell'opera.

I calcoli sono stati effettuati con il software STAPFULL14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 35):

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 35^\circ$ i parametri geotecnici del rilevato a monte dell'opera di sostegno;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 4 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici del terreno in frana;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici dei terreni appartenenti alla FBA e alla FB;
- livello di falda coincidente con il piano campagna a valle dell'opera di sostegno in gabbioni;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.

Dalle verifiche lungo la superficie di scivolamento di fig.15 si ottiene un coefficiente di sicurezza pari a (figg. 35 e 36):

- $\eta = 1,145$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1;
- $\eta = 1,306$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

Dalle verifiche di stabilità globale si ottiene un coefficiente di sicurezza pari a (figg. 37 e 38):

- $\eta = 1,144$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1;
- $\eta = 1,281$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

Tenuto conto che la normativa prevede i coefficienti parziali $\gamma_R = 1,1$, in condizioni statiche, e $\gamma_R = 1,2$, in condizioni sismiche, le verifiche sono soddisfatte.



RELAZIONE GEOTECNICA

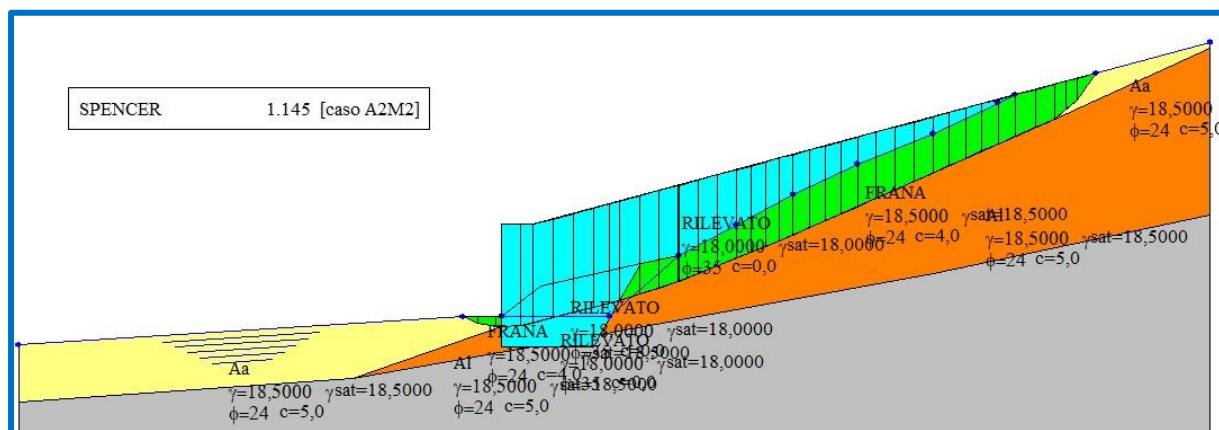


Fig. 35 – Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni statiche

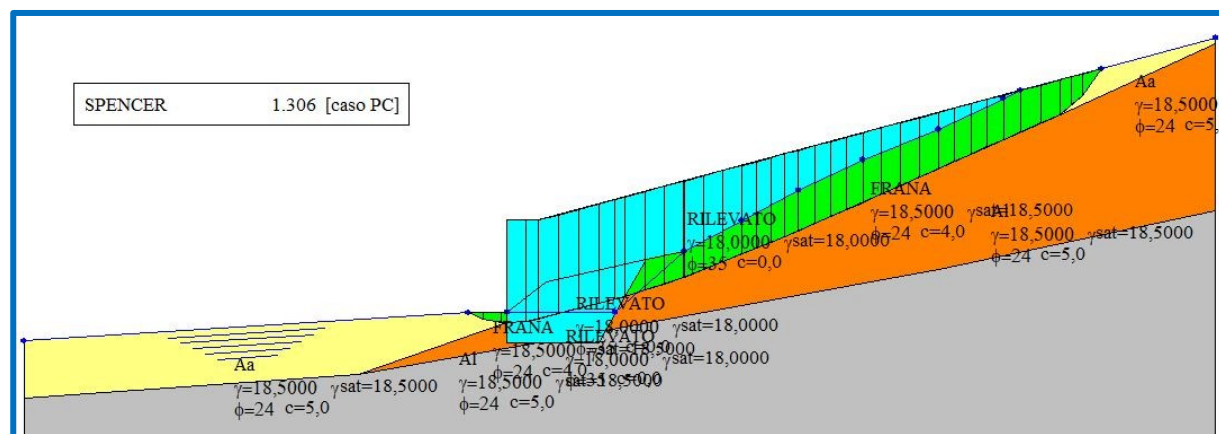


Fig. 36 – Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni sismiche

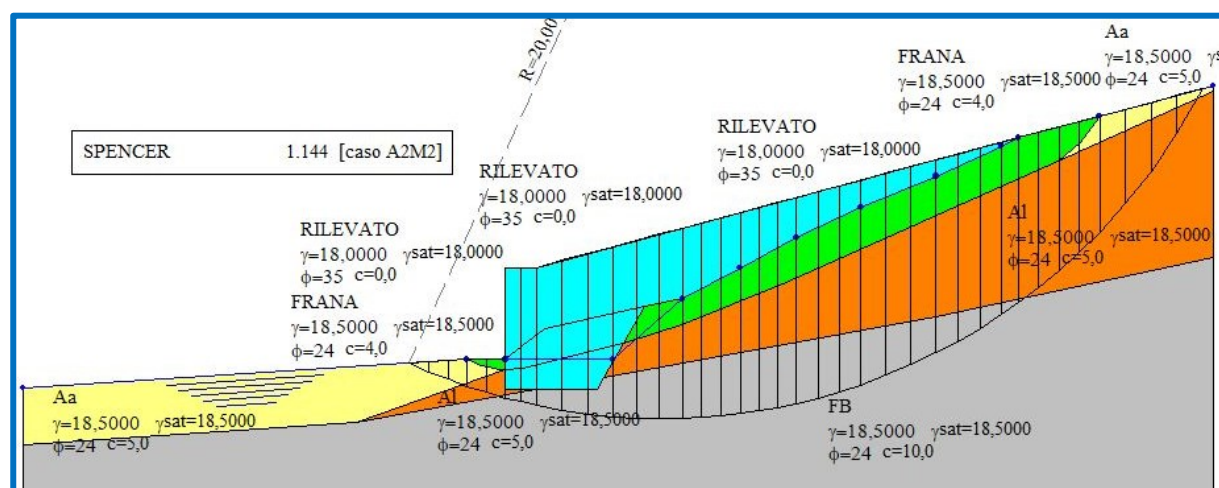


Fig. 37 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minore

RELAZIONE GEOTECNICA

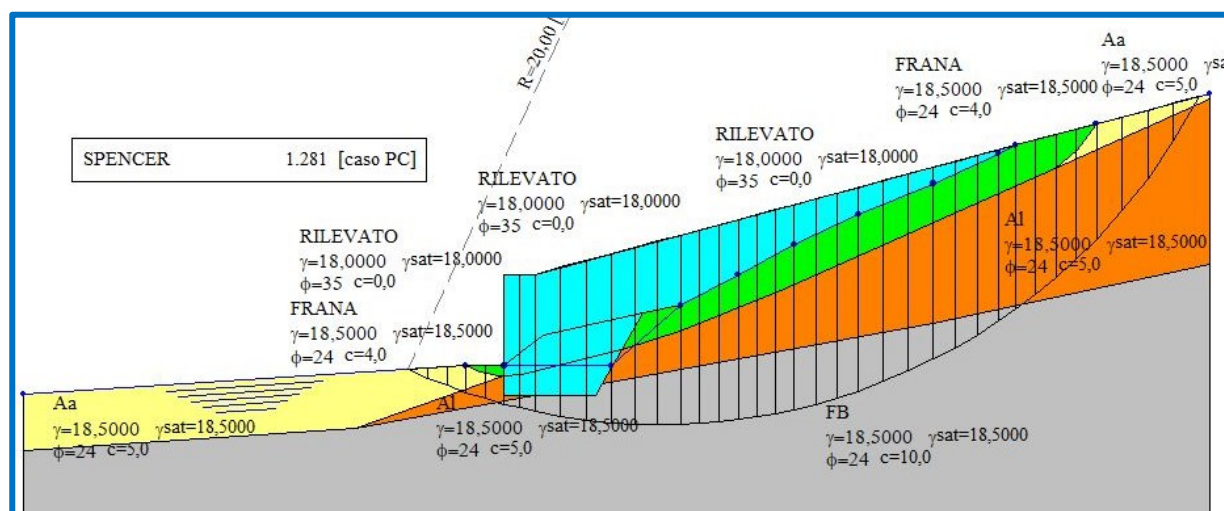


Fig. 38 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minore

8.1.4. Viabilità a ridosso della casa di guardia - Intervento 3

Le verifiche strutturali e geotecniche dei muri in c.a. a ridosso della casa di guardia sono state effettuate con il software MAX 14 della ditta AZTEC secondo quanto previsto dalle NTC 2018 considerando (fig. 39):

- altezze medie dei muri fuori terra dei muri pari a $h = 1,35$ m e $h = 1,20$ per i muri rispettivamente denominati H = 1,50 m e H = 1,20 m;
- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 20^\circ$ i parametri geotecnici del terreno a monte dell'opera di sostegno;
- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 5 \text{ kN/m}^2$, $\varphi' = 24^\circ$ i parametri geotecnici del terreno di fondazione;
- assenza di pressioni neutre per la natura dei terreni in sito e per l'effetto drenante del tout-venant a tergo dell'opera di sostegno;
- le azioni sismiche previste dalla normativa.

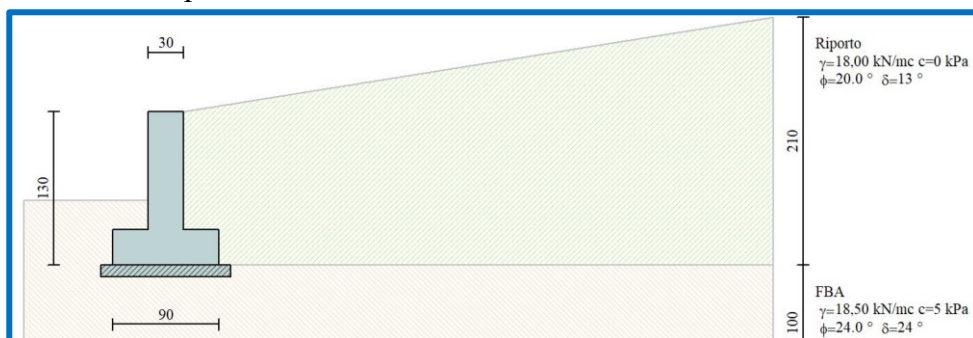


Fig. 39 – Schema di calcolo della muro in c.a. H = 1,50 m

Ing. Pietro Umiltà



RELAZIONE GEOTECNICA

RELAZIONE E TABULATI DI CALCOLO

INDICE

1. INTERVENTO 1 - PARATIA	2
2. INTERVENTO 2 – Gabbionate	31
2.1. Normativa e metodo di calcolo	31
2.2. Gabbionata H = 4 m	34
2.3. Gabbionata H = 3 m	42
2.4. Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	51
3. INTERVENTO 2 – Verifiche di stabilità	52
3.1. Normativa e metodo di calcolo	52
3.2. Analisi a ritroso del dissesto	53
3.3. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni statiche	58
3.4. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni sismiche	64
3.5. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Stabilità Globale - Condizioni statiche	70
3.6. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Stabilità Globale - Condizioni sismiche	83
3.7. Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	95
4. INTERVENTO 3 – Muri in c.a.	97
4.1. Normativa e metodo di calcolo	97
4.2. Muro H = 1,50 m	100
4.3. Muro H = 1,20 m	109
4.4. Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	119

1. INTERVENTO 1 - PARATIA

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
 - Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
 - D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
 - D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
 - D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
 - D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.
 - D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
 - Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
 - Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)**

Richiami teorici

Metodo di analisi

Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la contropinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la contropinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, contropinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

- K_{am} diagramma della spinta attiva agente da monte
- K_{av} diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
- K_{pm} diagramma della spinta passiva agente da monte
- K_{pv} diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione

si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su $\tan(\phi)$ e sulla coesione

Calcolo della spinte

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione

lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

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

Spinta in presenza di falda

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

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

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

Il regime di filtrazione della falda può essere *idrostatico* o *idrodinamico*.

Nell'ipotesi di regime idrostatico sia la falda di monte che di valle viene considerata statica, la pressione in un punto a quota h al di sotto della linea freatica sarà dunque pari a:

$$\gamma_w \times h$$

Spinta in presenza di sisma

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

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/2 dell'altezza della parete stessa (diagramma rettangolare).

Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_r l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_r , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se (m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicando con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidezza, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidezza flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al

raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidezza, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riasssemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riasssemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare. In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50. Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

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

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

dove il termine m è espresso da

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

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

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

Verifiche idrauliche

Verifica a sifonamento

Per la verifica a sifonamento si utilizza il metodo del gradiente idraulico critico.

Il coefficiente di sicurezza nei confronti del sifonamento è dato dal rapporto tra il gradiente critico i_c e il gradiente idraulico di efflusso i_E .

$$FS_{SIF} = i_c / i_E$$

Il gradiente idraulico critico è dato dal rapporto tra il peso efficace medio γ_m del terreno interessato da filtrazione ed il peso dell'acqua γ_w .

$$i_c = \gamma_m / \gamma_w$$

Il gradiente idraulico di efflusso è dato dal rapporto tra la differenza di carico ΔH e la lunghezza della linea di flusso L .

$$i_E = \Delta H / L$$

Il moto di filtrazione è assunto essere monodimensionale.

Verifica a sollevamento del fondo scavo

Per la verifica a sollevamento si utilizza il metodo di Terzaghi.

Il coefficiente di sicurezza nei fenomeni di sollevamento del fondo scavo deriva da considerazioni di equilibrio verticale di una porzione di terreno a valle della paratia soggetta a tale fenomeno.

Secondo Terzaghi il volume interessato da sollevamento ha profondità D e larghezza $D/2$.

D rappresenta la profondità di infissione della paratia.

Il coefficiente di sicurezza è dato dal rapporto tra il peso del volume di terreno sopra descritto W e la pressione idrica al piede della paratia U dovuta dalla presenza di una falda in moto idrodinamico.

$$FS_{SCAVO} = W / U$$

La pressione idrodinamica è calcolata nell'ipotesi di filtrazione monodimensionale.

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	2,50	[m]
Profondità di infissione	6,65	[m]
Altezza totale della paratia	9,15	[m]
Lunghezza paratia	45,00	[m]
Numero di file di pali	1	

Interasse fra i pali della fila	1,00	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	45	
Numero di pali per metro lineare	1.00	

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]
Cordoli in calcestruzzo	
B	Base della sezione del cordolo espresso in [cm]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]
Cordoli in acciaio	
A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm ³]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	80,00	60,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	5,00	0,00	0.00
3	9,00	1,37	18.91

Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-8,25	-2,50	0.00
2	0,00	-2,50	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ _{sat}	peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]
φ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kPa]

N°	Descrizione	γ	γ _{sat}	φ	δ	c
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]
1	RIPORTO	18,000	18,000	25.00	16.67	0,0
2	Al e FB	18,500	18,500	24.00	16.00	5,0

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp	α _M	α _V	K _{WM}	K _{WV}	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq/cm]	[kg/cmq/cm]		
1	4,30	0.00	0.00	0.54	0.54	RIPORTO	RIPORTO
2	10,00	0.00	0.00	2.40	2.40	Al e FB	Al e FB

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	0,00	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	2,50	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{ds} [kN/mc]	Classe cls	Rck [kPa]	E [kPa]	Acciaio	n
Paratia	24,52	C25/30	30000	31447048	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C25/30	30000	31447048	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Ig Indice di gruppo

F_x Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle

F_y Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante

Q_i, Q_r Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]

V_i, V_s Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

Condizione n° 1 - Variabile da traffico - Sovraccarico stradale (Ig=0) [$\Psi_0=0.70$ - $\Psi_1=0.50$ - $\Psi_2=0.20$]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,50	X _r = 4,50	Q _i = 20,00	Q _r = 20,00
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------

Condizione n° 2 - Permanente non strutturale - Sovraccarico terreno a valle

Carico distribuito sul profilo	X _i = -8,25	X _r = 0,00	Q _i = 0,00	Q _r = 8,00
--------------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.30	
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.50	1.00
Sovraccarico stradale	SFAV	1.35	1.00

Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.30	1.00
Sovraccarico stradale	SFAV	1.15	1.00

Combinazione n° 3 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico stradale	SFAV	1.00	0.20
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico stradale	SFAV	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico stradale	SFAV	1.00	0.50

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.00	1.00
Sovraccarico stradale	SFAV	1.00	0.20

Combinazione n° 7 - SLD

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Sovraccarico stradale	SFAV	1.00	0.20
Sovraccarico terreno a valle	SFAV	1.00	1.00

Impostazioni di progetto

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	γ_{Gav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Verifica materiali : Stato Limite**Impostazioni verifiche SLU****Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali**

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in c.a.

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$	

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2008-2018 - II° Formulazione
Verifica delle tensioni	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi**Analisi per Combinazioni di Carico.**Rottura del terreno: Pressione passivaInfluenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta K_a e K_p che nelle inclinazioni della spinta attiva e passivaStabilità globale: Metodo di Bishop**Impostazioni analisi sismica****Identificazione del sito**

Latitudine	37.308331
Longitudine	13.753814
Comune	Naro
Provincia	
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48955 - 48956 - 48734 - 48733

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera di importanza strategica
Vita nominale	100 anni

Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
 Vita di riferimento 200 anni

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo $[m/s^2]$	0.844	0.425
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.765	2.568
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.518	0.353
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	C	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.500	1.500
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	0.975	0.975
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.046	0.046
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.493	0.493
Prodotto $\alpha \beta$	0.480 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	6.200	3.121
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

Risultati

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo
 Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.
 Le pressioni sono tutte espresse in [kPa]
 σ_{am} sigma attiva da monte
 σ_{av} sigma attiva da valle
 σ_{pm} sigma passiva da monte
 σ_{pv} sigma passiva da valle
 δ_a inclinazione spinta attiva espressa in [°]
 δ_p inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	16,67
11	1,00	13,34	0,00	169,07	0,00	16,67	16,67
21	2,00	19,18	0,00	179,95	0,00	16,67	16,67
31	3,00	24,27	6,57	286,40	68,66	16,67	16,67
41	3,99	29,22	11,06	423,16	106,36	16,67	16,67
51	4,78	28,45	9,55	549,18	154,44	16,00	16,00
61	5,78	33,88	14,47	707,42	202,13	16,00	16,00
71	6,77	35,00	19,37	870,46	253,81	16,00	16,00
81	7,76	35,81	24,27	1022,10	306,27	16,00	16,00
91	8,75	38,11	29,17	1192,88	359,60	16,00	16,00

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,47	13,47
11	1,00	12,24	0,00	97,58	0,00	13,47	13,47
21	2,00	16,59	0,00	85,50	0,00	13,47	13,47
31	3,00	20,30	6,01	123,64	38,59	13,47	13,47
41	3,99	23,88	9,08	171,23	52,76	13,47	13,47
51	4,78	22,37	7,01	227,22	78,33	12,92	12,92
61	5,78	24,51	10,43	287,87	97,72	12,92	12,92
71	6,77	25,19	13,84	351,77	120,18	12,92	12,92
81	7,76	52,01	17,25	417,59	143,23	12,92	12,92
91	8,75	63,08	20,66	476,32	167,04	12,92	12,92

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,74	0,00	0,00	0,00	16,67	16,67
11	1,00	6,03	0,00	38,41	0,00	16,67	16,67
21	2,00	9,73	0,00	55,43	0,00	16,67	16,67
31	3,00	12,53	6,01	93,18	38,59	16,67	16,67
41	3,99	16,04	9,08	143,90	52,76	16,67	16,67
51	4,78	14,39	7,01	204,18	78,33	16,00	16,00
61	5,78	30,88	10,43	268,94	97,72	16,00	16,00
71	6,77	41,56	13,84	335,77	120,18	16,00	16,00
81	7,76	52,42	17,25	403,60	143,23	16,00	16,00
91	8,75	63,28	20,66	470,15	167,04	16,00	16,00

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.67	16.67
11	1,00	9,20	0,00	117,69	0,00	16.67	16.67
21	2,00	12,85	0,00	118,51	0,00	16.67	16.67
31	3,00	15,95	4,22	187,61	44,01	16.67	16.67
41	3,99	18,94	6,90	278,56	65,43	16.67	16.67
51	4,78	16,16	3,72	374,62	104,50	16.00	16.00
61	5,78	19,54	6,71	484,44	133,07	16.00	16.00
71	6,77	20,14	9,68	598,14	164,41	16.00	16.00
81	7,76	20,51	12,65	703,06	196,33	16.00	16.00
91	8,75	20,67	15,62	822,56	228,86	16.00	16.00

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.67	16.67
11	1,00	6,08	0,00	75,35	0,00	16.67	16.67
21	2,00	9,39	0,00	95,35	0,00	16.67	16.67
31	3,00	12,41	4,22	164,58	44,01	16.67	16.67
41	3,99	15,37	6,90	259,43	65,43	16.67	16.67
51	4,78	12,53	3,72	359,65	104,50	16.00	16.00
61	5,78	15,87	6,71	472,46	133,07	16.00	16.00
71	6,77	17,27	9,68	588,04	164,41	16.00	16.00
81	7,76	18,17	12,65	699,15	196,33	16.00	16.00
91	8,75	34,40	15,62	819,71	228,86	16.00	16.00

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.67	16.67
11	1,00	4,23	0,00	50,05	0,00	16.67	16.67
21	2,00	7,32	0,00	79,36	0,00	16.67	16.67
31	3,00	10,29	4,22	148,58	44,01	16.67	16.67
41	3,99	13,23	6,90	246,97	65,43	16.67	16.67
51	4,78	10,36	3,72	350,89	104,50	16.00	16.00
61	5,78	13,65	6,71	465,73	133,07	16.00	16.00
71	6,77	15,56	9,68	582,44	164,41	16.00	16.00
81	7,76	27,76	12,65	697,67	196,33	16.00	16.00
91	8,75	35,09	15,62	818,53	228,86	16.00	16.00

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]
1	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	16.67	16.67
11	1,00	4,45	0,00	50,05	0,00	16.67	16.67
21	2,00	7,54	0,00	79,36	0,00	16.67	16.67
31	3,00	10,29	4,22	148,58	44,01	16.67	16.67
41	3,99	13,23	6,90	246,97	65,43	16.67	16.67
51	4,78	10,36	3,72	350,89	104,50	16.00	16.00
61	5,78	13,65	6,71	465,73	133,07	16.00	16.00
71	6,77	15,56	9,68	582,44	164,41	16.00	16.00
81	7,76	27,76	12,65	697,67	196,33	16.00	16.00
91	8,75	35,09	15,62	818,53	228,86	16.00	16.00

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine della sezione
Y ordinata della sezione espressa in [m]
P pressione sulla paratia espressa in [kPa] positiva da monte verso valle

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,50	7,9637
21	1,00	12,7761
31	1,50	15,7666
41	2,00	18,3740
1	2,50	-25,6021
11	3,00	-42,6467
21	3,50	-39,7447
31	4,00	-31,8114
41	4,50	-109,8350
51	5,00	-83,1336
61	5,50	-61,0169
71	6,00	-43,1418

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
81	6,50	-28,8918
91	7,00	-17,5087
101	7,50	-8,1989
111	8,00	-0,2175
121	8,50	7,0617
131	9,00	14,0874

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,50	8,1518
21	1,00	11,9010
31	1,50	14,1825
41	2,00	16,1360
1	2,50	-11,6902
11	3,00	-17,8257
21	3,50	-23,2660
31	4,00	-28,1892
41	4,50	-51,7929
51	5,00	-56,6212
61	5,50	-65,7203
71	6,00	-76,0288
81	6,50	-86,6937
91	7,00	-97,6381
101	7,50	-105,9699
111	8,00	-77,9278
121	8,50	68,8832
131	9,00	214,2708

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,45	3,2589
21	0,95	5,5804
31	1,45	7,4058
41	1,95	9,1450
51	2,45	10,8567
1	2,50	-18,1933
11	3,00	-25,0065
21	3,50	-30,4028
31	4,00	-35,2776
41	4,50	-58,7180
51	5,00	-63,6031
61	5,50	-66,9344
71	6,00	-66,7161
81	6,50	-54,4910
91	7,00	-33,9047
101	7,50	-15,8924
111	8,00	0,3868
121	8,50	15,7127
131	9,00	30,6829

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,50	5,5956
21	1,00	8,8160
31	1,50	10,7021
41	2,00	12,3083
1	2,50	-17,1499
11	3,00	-26,9509
21	3,50	-36,0465
31	4,00	-34,5427
41	4,50	-79,8218
51	5,00	-89,0286
61	5,50	-68,9569
71	6,00	-49,3851
81	6,50	-33,4675
91	7,00	-20,4881
101	7,50	-9,6615
111	8,00	-0,2295
121	8,50	8,4587
131	9,00	16,8763

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,50	3,4684
21	1,00	5,8281
31	1,50	7,4872
41	2,00	8,9987
1	2,50	-20,5083
11	3,00	-30,3377
21	3,50	-34,5427
31	4,00	-28,0264
41	4,50	-83,3032
51	5,00	-76,0654
61	5,50	-57,3877
71	6,00	-42,1463
81	6,50	-29,8727
91	7,00	-19,9652
101	7,50	-11,7797
111	8,00	-4,7034
121	8,50	1,7839
131	9,00	8,0578

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,50	2,1152
21	1,00	4,0499
31	1,50	5,5612
41	2,00	7,0110
1	2,50	-22,5272
11	3,00	-32,3743
21	3,50	-31,2383
31	4,00	-25,4309
41	4,50	-85,3831
51	5,00	-69,8724
61	5,50	-53,3027
71	6,00	-39,8082
81	6,50	-28,9637
91	7,00	-20,2283
101	7,50	-13,0259
111	8,00	-6,8098
121	8,50	-1,1169
131	9,00	4,3865

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	P
	[m]	[kPa]
1	0,00	0,0000
11	0,45	1,9591
21	0,95	4,0993
31	1,45	5,6240
41	1,95	7,0772
51	2,45	8,5090
1	2,50	-22,3171
11	3,00	-32,3743
21	3,50	-31,5656
31	4,00	-25,6823
41	4,50	-85,3831
51	5,00	-70,4359
61	5,50	-53,6551
71	6,00	-39,9898
81	6,50	-29,0088
91	7,00	-20,1643
101	7,50	-12,8724
111	8,00	-6,5795
121	8,50	-0,8164
131	9,00	4,7548

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kN]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kN]

Pp Resistenza passiva, espressa in [kN]
 Pc Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa [kN]	Y _{Pa} [m]	Is [kN]	Y _{Is} [m]	Pw [kN]	Y _{Pw} [m]	Pp [kN]	Y _{Pp} [m]	Pc [kN]	Y _{Pc} [m]
1	SLU - STR	32,26	1,57	--	--	193,68	5,17	-235,24	4,82	9,30	8,77
2	SLU - GEO	29,48	1,54	--	--	193,68	5,17	-337,59	6,10	114,42	8,86
3	SLV - GEO	14,13	1,62	1,85	1,25	193,68	5,17	-230,27	5,24	20,60	8,76
4	SLE - Rara	21,89	1,56	--	--	193,68	5,17	-226,71	5,00	11,14	8,77
5	SLE - Frequente	15,33	1,60	--	--	193,68	5,17	-212,95	4,98	3,94	8,89
6	SLE - Quasi permanente	11,42	1,63	--	--	193,68	5,17	-206,76	5,00	1,66	8,97
7	SLD	11,40	1,64	0,55	1,25	193,68	5,17	-207,49	5,00	1,86	8,96

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Rc Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kN]
 Rt Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kN]
 Rv Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kN]
 Rp Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kN]

n°	Tipo	Rc [kN]	Y _{Rc} [m]	Rt [kN]	Y _{Rt} [m]	Rv [kN]	Y _{Rv} [m]	Rp [kN]	Y _{Rp} [m]
1	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLV - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLE - Rara	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLE - Frequente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLE - Quasi permanente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 P_{NUL} Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
 P_{INV} Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
 C_{ROT} Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
 MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
 R/R_{MAX} Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]
 Pp Portanza di punta, espressa in [kN]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pp [m]
1	SLU - STR	2,50	4,45	8,01	11,94	12,17	227,32
2	SLU - GEO	2,50	7,45	8,26	82,09	61,10	144,21
3	SLV - GEO	2,50	5,40	7,99	55,22	31,02	227,32
4	SLE - Rara	2,50	5,05	8,01	29,10	17,38	227,32
5	SLE - Frequente	2,50	4,70	8,36	19,40	18,15	227,32
6	SLE - Quasi permanente	2,50	4,55	8,60	14,18	19,73	227,32
7	SLD	2,50	4,55	8,57	14,18	19,30	227,32

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia**Simbologia adottata**

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 M momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
 N sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
 T taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
1	SLU - STR	158,16	4,80	62,90	2,50	63,43	9,15	MAX
		0,00	0,00	-55,35	6,65	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	236,08	6,05	66,39	3,60	63,43	9,15	MAX
		0,00	0,00	-137,78	8,15	0,00	0,00	MIN
3	SLV - GEO	142,78	5,35	47,29	2,95	63,43	9,15	MAX
		0,00	9,15	-58,91	7,25	0,00	0,00	MIN
4	SLE - Rara	150,31	5,00	53,26	2,85	63,43	9,15	MAX
		0,00	0,00	-54,91	6,80	0,00	0,00	MIN
5	SLE - Frequente	125,67	4,90	45,97	2,50	63,43	9,15	MAX
		0,00	9,15	-45,02	6,75	0,00	0,00	MIN
6	SLE - Quasi permanente	112,91	4,90	42,06	2,50	63,43	9,15	MAX
		0,00	0,00	-40,33	6,70	0,00	0,00	MIN
7	SLD	114,40	4,90	42,59	2,50	63,43	9,15	MAX
		0,00	0,00	-40,85	6,70	0,00	0,00	MIN

Sollecitazioni per metro di paratia**Simbologia adottata**

n° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 M momento flettente espresso in [kNm]
 N sforzo normale espresso in [kN] (positivo di compressione)
 T taglio espresso in [kN]

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,38	3,47	2,63
21	1,00	3,75	6,93	11,64
31	1,50	12,73	10,40	24,94
41	2,00	29,33	13,86	42,06
51	2,50	55,42	17,33	62,90
61	2,95	83,08	20,45	57,85
71	3,45	110,10	23,92	48,36
81	3,95	133,12	27,38	42,57
91	4,45	153,15	30,85	25,80
101	4,95	157,60	34,31	-10,66
111	5,45	146,68	37,78	-34,81
121	5,95	126,04	41,25	-48,87
131	6,45	100,27	44,71	-54,85
141	6,95	73,02	48,18	-54,37
151	7,45	47,23	51,64	-48,70
161	7,95	25,27	55,11	-38,71
171	8,45	9,18	58,58	-24,90
181	8,95	0,80	62,04	-7,53

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,43	3,47	2,91
21	1,00	3,92	6,93	11,73
31	1,50	12,80	10,40	24,40
41	2,00	28,90	13,86	40,57
51	2,50	53,93	17,33	60,13
61	2,95	82,10	20,45	64,17
71	3,45	115,07	23,92	66,28
81	3,95	148,51	27,38	65,77
91	4,45	180,95	30,85	59,72
101	4,95	207,90	34,31	45,00
111	5,45	226,85	37,78	27,03
121	5,95	235,73	41,25	4,12
131	6,45	231,98	44,71	-24,03
141	6,95	212,95	48,18	-57,59
151	7,45	175,91	51,64	-96,64
161	7,95	119,70	55,11	-131,53
171	8,45	52,66	58,58	-125,10
181	8,95	5,28	62,04	-45,67

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,38	3,47	2,18
21	1,00	2,84	6,93	8,23
31	1,50	9,18	10,40	17,70
41	2,00	21,10	13,86	30,51
51	2,50	40,25	17,33	46,63
61	2,95	61,62	20,45	47,29
71	3,45	85,35	23,92	45,81
81	3,95	107,74	27,38	41,74
91	4,45	127,38	30,85	32,18
101	4,95	139,78	34,31	13,99
111	5,45	142,46	37,78	-7,13
121	5,95	134,68	41,25	-27,26
131	6,45	116,61	44,71	-47,27
141	6,95	90,55	48,18	-57,50
151	7,45	61,61	51,64	-58,05
161	7,95	34,36	55,11	-50,02
171	8,45	12,92	58,58	-34,10
181	8,95	1,16	62,04	-10,61

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,33	3,47	2,21
21	1,00	3,11	6,93	9,60
31	1,50	10,53	10,40	20,63
41	2,00	24,30	13,86	34,97
51	2,50	46,04	17,33	52,54
61	2,95	70,12	20,45	53,16
71	3,45	96,46	23,92	49,88
81	3,95	120,23	27,38	43,47
91	4,45	140,78	30,85	31,22
101	4,95	150,20	34,31	1,54

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
111	5,45	144,44	37,78	-26,85
121	5,95	126,94	41,25	-44,50
131	6,45	102,71	44,71	-53,22
141	6,95	75,81	48,18	-54,67
151	7,45	49,58	51,64	-50,14
161	7,95	26,77	55,11	-40,55
171	8,45	9,80	58,58	-26,43
181	8,95	0,86	62,04	-8,05

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,29	3,47	1,84
21	1,00	2,57	6,93	7,90
31	1,50	8,76	10,40	17,37
41	2,00	20,49	13,86	30,08
51	2,50	39,37	17,33	45,97
61	2,95	60,15	20,45	44,99
71	3,45	82,03	23,92	40,28
81	3,95	101,55	27,38	36,76
91	4,45	119,29	30,85	25,65
101	4,95	125,64	34,31	-3,97
111	5,45	118,75	37,78	-25,39
121	5,95	103,15	41,25	-38,27
131	6,45	82,73	44,71	-44,21
141	6,95	60,65	48,18	-44,57
151	7,45	39,44	51,64	-40,40
161	7,95	21,20	55,11	-32,40
171	8,45	7,73	58,58	-21,02
181	8,95	0,67	62,04	-6,45

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,27	3,47	1,64
21	1,00	2,27	6,93	6,91
31	1,50	7,72	10,40	15,44
41	2,00	18,24	13,86	27,17
51	2,50	35,42	17,33	42,06
61	2,95	54,24	20,45	40,12
71	3,45	73,57	23,92	35,60
81	3,95	91,10	27,38	33,57
91	4,45	107,52	30,85	23,19
101	4,95	112,83	34,31	-4,53
111	5,45	106,29	37,78	-23,35
121	5,95	92,11	41,25	-34,58
131	6,45	73,75	44,71	-39,69
141	6,95	53,99	48,18	-39,87
151	7,45	35,07	51,64	-36,06
161	7,95	18,83	55,11	-28,88
171	8,45	6,86	58,58	-18,74
181	8,95	0,60	62,04	-5,79

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	0,29	3,47	1,74
21	1,00	2,37	6,93	7,12
31	1,50	7,96	10,40	15,76
41	2,00	18,66	13,86	27,59
51	2,50	36,08	17,33	42,59
61	2,95	55,14	20,45	40,66
71	3,45	74,72	23,92	36,03
81	3,95	92,43	27,38	33,86
91	4,45	108,96	30,85	23,37
101	4,95	114,32	34,31	-4,62
111	5,45	107,68	37,78	-23,67
121	5,95	93,31	41,25	-35,04
131	6,45	74,70	44,71	-40,20
141	6,95	54,68	48,18	-40,38
151	7,45	35,52	51,64	-36,52
161	7,95	19,07	55,11	-29,25
171	8,45	6,95	58,58	-18,97
181	8,95	0,60	62,04	-5,86

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
 V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _u	V	Y _v	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	SLU - STR	2,0128	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0688	9,15	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	13,0966	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-1,0952	9,15	0,0000	0,00	MIN
3	SLV - GEO	2,5395	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,1494	9,15	0,0000	0,00	MIN
4	SLE - Rara	2,0577	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0824	9,15	0,0000	0,00	MIN
5	SLE - Frequente	1,6693	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0422	9,15	0,0000	0,00	MIN
6	SLE - Quasi permanente	1,4973	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0256	9,15	0,0000	0,00	MIN
7	SLD	1,5159	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0273	9,15	0,0000	0,00	MIN

Spostamenti della paratia

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 u spostamento orizzontale espresso in [cm] positivo verso valle
 v spostamento verticale espresso in [cm] positivo verso il basso

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	2,01283	0,00326
11	0,50	1,82568	0,00325
21	1,00	1,63861	0,00322
31	1,50	1,45207	0,00318
41	2,00	1,26719	0,00311
51	2,50	1,08608	0,00302
61	3,00	0,91195	0,00291
71	3,50	0,74852	0,00279
81	4,00	0,59911	0,00264
91	4,50	0,46658	0,00247
101	5,00	0,35315	0,00229
111	5,50	0,25920	0,00208
121	6,00	0,18327	0,00186
131	6,50	0,12273	0,00162
141	7,00	0,07438	0,00135
151	7,50	0,03483	0,00107
161	8,00	0,00092	0,00077
171	8,50	-0,03000	0,00045
181	9,00	-0,05984	0,00011

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	13,09657	0,00326
11	0,50	12,21884	0,00325
21	1,00	11,34120	0,00322
31	1,50	10,46411	0,00318
41	2,00	9,58869	0,00311
51	2,50	8,71697	0,00302
61	3,00	7,85207	0,00291
71	3,50	6,99784	0,00279
81	4,00	6,15841	0,00264
91	4,50	5,33795	0,00247
101	5,00	4,54041	0,00229
111	5,50	3,76905	0,00208
121	6,00	3,02610	0,00186
131	6,50	2,31250	0,00162
141	7,00	1,62758	0,00135
151	7,50	0,96872	0,00107
161	8,00	0,33104	0,00077
171	8,50	-0,29262	0,00045
181	9,00	-0,91023	0,00011

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	2,53950	0,00326
11	0,50	2,32806	0,00325
21	1,00	2,11668	0,00322
31	1,50	1,90570	0,00318
41	2,00	1,69593	0,00311

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
51	2,50	1,48887	0,00302
61	3,00	1,28688	0,00291
71	3,50	1,09290	0,00279
81	4,00	0,90985	0,00264
91	4,50	0,74050	0,00247
101	5,00	0,58719	0,00229
111	5,50	0,45134	0,00208
121	6,00	0,33313	0,00186
131	6,50	0,23148	0,00162
141	7,00	0,14403	0,00135
151	7,50	0,06751	0,00107
161	8,00	-0,00164	0,00077
171	8,50	-0,06675	0,00045
181	9,00	-0,13034	0,00011

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	2,05768	0,00326
11	0,50	1,87299	0,00325
21	1,00	1,68836	0,00322
31	1,50	1,50417	0,00318
41	2,00	1,32136	0,00311
51	2,50	1,14167	0,00302
61	3,00	0,96779	0,00291
71	3,50	0,80300	0,00279
81	4,00	0,65055	0,00264
91	4,50	0,51337	0,00247
101	5,00	0,39384	0,00229
111	5,50	0,29293	0,00208
121	6,00	0,20979	0,00186
131	6,50	0,14217	0,00162
141	7,00	0,08703	0,00135
151	7,50	0,04104	0,00107
161	8,00	0,00098	0,00077
171	8,50	-0,03593	0,00045
181	9,00	-0,07169	0,00011

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,66928	0,00326
11	0,50	1,51912	0,00325
21	1,00	1,36902	0,00322
31	1,50	1,21928	0,00318
41	2,00	1,07069	0,00311
51	2,50	0,92474	0,00302
61	3,00	0,78375	0,00291
71	3,50	0,65055	0,00279
81	4,00	0,52783	0,00264
91	4,50	0,41802	0,00247
101	5,00	0,32313	0,00229
111	5,50	0,24378	0,00208
121	6,00	0,17904	0,00186
131	6,50	0,12690	0,00162
141	7,00	0,08481	0,00135
151	7,50	0,05004	0,00107
161	8,00	0,01998	0,00077
171	8,50	-0,00758	0,00045
181	9,00	-0,03423	0,00011

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,49728	0,00326
11	0,50	1,36329	0,00325
21	1,00	1,22935	0,00322
31	1,50	1,09573	0,00318
41	2,00	0,96313	0,00311
51	2,50	0,83288	0,00302
61	3,00	0,70709	0,00291
71	3,50	0,58832	0,00279
81	4,00	0,47894	0,00264
91	4,50	0,38116	0,00247
101	5,00	0,29682	0,00229
111	5,50	0,22643	0,00208
121	6,00	0,16911	0,00186
131	6,50	0,12304	0,00162
141	7,00	0,08593	0,00135
151	7,50	0,05533	0,00107

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
161	8,00	0,02893	0,00077
171	8,50	0,00474	0,00045
181	9,00	-0,01863	0,00011

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,51591	0,00326
11	0,50	1,38004	0,00325
21	1,00	1,24423	0,00322
31	1,50	1,10876	0,00318
41	2,00	0,97433	0,00311
51	2,50	0,84231	0,00302
61	3,00	0,71483	0,00291
71	3,50	0,59448	0,00279
81	4,00	0,48368	0,00264
91	4,50	0,38464	0,00247
101	5,00	0,29921	0,00229
111	5,50	0,22793	0,00208
121	6,00	0,16988	0,00186
131	6,50	0,12323	0,00162
141	7,00	0,08566	0,00135
151	7,50	0,05468	0,00107
161	8,00	0,02795	0,00077
171	8,50	0,00347	0,00045
181	9,00	-0,02020	0,00011

Verifica a spostamento*Simbologia adottata*

n° Indice combinazione/Fase
 Tipo Tipo combinazione/Fase
 Ulim spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
 U spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim	U
		[cm]	[cm]
3	SLV - GEO	4,5750	2,5395
7	SLD	4,5750	1,5159

Verifiche di corpo rigido*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 S Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kN]
 R Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kN]
 W Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kN]
 T Reazione tiranti espresso in [kN]
 P Reazione puntoni espresso in [kN]
 V Reazione vincoli espresso in [kN]
 C Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kN]
 Y Punto di applicazione, espresso in [m]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 FS_{RIB} Fattore di sicurezza a ribaltamento
 FS_{SCO} Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferite alla testa della paratia.

La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S	R	W	T	P	V	C	Mr	Ms	FS _{RIB}	FS _{SCO}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]		
2	SLU - GEO	247,35 6,03	680,94 6,72	193,68 5,17	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	1523,91	1610,29	1.057	1.527

Stabilità globale*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 (X_c; Y_c) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
 R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
 (X_v; Y_v) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
 (X_m; Y_m) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
 FS Coefficiente di sicurezza

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _c , Y _c	R	X _v , Y _v	X _m , Y _m	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
2	SLU - GEO	0,00; 8,23	17,38	-13,68; -2,49	16,89; 4,07	1.555
3	SLV - GEO	0,00; 8,23	17,38	-13,68; -2,49	16,89; 4,07	1.560

Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle
 N° numero d'ordine della striscia
 W peso della striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos\alpha$)
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kN]

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kN]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	3,7090	-50.38	0,93	20.46	0,0	3,4	(0,00; 0,00)
2	11,0230	-47.40	0,88	20.46	0,0	10,1	(0,00; 0,00)
3	17,6317	-44.57	0,84	20.46	0,0	16,1	(0,00; 0,00)
4	23,7433	-41.88	0,80	19.61	4,0	21,6	(0,00; 0,00)
5	29,3592	-39.30	0,77	19.61	4,0	26,6	(0,00; 0,00)
6	34,4892	-36.80	0,74	19.61	4,0	31,2	(0,00; 0,00)
7	39,1808	-34.39	0,72	19.61	4,0	35,4	(0,00; 0,00)
8	43,4722	-32.05	0,70	19.61	4,0	39,2	(0,00; 0,00)
9	47,3945	-29.76	0,69	19.61	4,0	42,7	(0,00; 0,00)
10	51,1405	-27.52	0,67	19.61	4,0	45,9	(0,00; 0,00)
11	54,8395	-25.33	0,66	19.61	4,0	48,8	(0,00; 0,00)
12	58,2385	-23.18	0,65	19.61	4,0	51,4	(0,00; 0,00)
13	61,3484	-21.06	0,64	19.61	4,0	53,8	(0,00; 0,00)
14	64,1821	-18.98	0,63	19.61	4,0	55,9	(0,00; 0,00)
15	66,7504	-16.92	0,62	19.61	4,0	57,8	(0,00; 0,00)
16	69,0624	-14.88	0,62	19.61	4,0	59,5	(0,00; 0,00)
17	71,1259	-12.86	0,61	19.61	4,0	60,9	(0,00; 0,00)
18	72,9473	-10.85	0,61	19.61	4,0	62,1	(0,00; 0,00)
19	74,5319	-8.86	0,60	19.61	4,0	63,2	(0,00; 0,00)
20	75,8838	-6.88	0,60	19.61	4,0	64,0	(0,00; 0,00)
21	77,0066	-4.91	0,60	19.61	4,0	64,6	(0,00; 0,00)
22	77,9025	-2.94	0,60	19.61	4,0	65,0	(0,00; 0,00)
23	78,5732	-0.98	0,60	19.61	4,0	65,2	(0,00; 0,00)
24	103,0938	0.99	0,60	19.61	4,0	89,7	(0,00; 0,00)
25	114,3602	2.98	0,60	19.61	4,0	89,5	(0,00; 0,00)
26	113,8920	4.98	0,61	19.61	4,0	89,1	(0,00; 0,00)
27	113,1877	6.97	0,61	19.61	4,0	88,4	(0,00; 0,00)
28	112,2446	8.98	0,61	19.61	4,0	87,6	(0,00; 0,00)
29	111,0590	11.00	0,61	19.61	4,0	86,6	(0,00; 0,00)
30	109,6266	13.03	0,62	19.61	4,0	85,3	(0,00; 0,00)
31	100,4830	15.08	0,62	19.61	4,0	83,8	(0,00; 0,00)
32	92,6900	17.15	0,63	19.61	4,0	82,1	(0,00; 0,00)
33	92,6244	19.24	0,64	19.61	4,0	80,2	(0,00; 0,00)
34	92,3763	21.36	0,65	19.61	4,0	78,0	(0,00; 0,00)
35	91,8389	23.51	0,66	19.61	4,0	75,5	(0,00; 0,00)
36	90,9983	25.70	0,67	19.61	4,0	72,8	(0,00; 0,00)
37	89,8381	27.93	0,68	19.61	4,0	69,8	(0,00; 0,00)
38	88,3389	30.20	0,70	19.61	4,0	66,6	(0,00; 0,00)
39	86,4772	32.53	0,72	19.61	4,0	63,0	(0,00; 0,00)
40	84,2250	34.92	0,74	19.61	4,0	59,0	(0,00; 0,00)
41	81,5479	37.39	0,76	19.61	4,0	54,7	(0,00; 0,00)
42	78,4037	39.93	0,79	19.61	4,0	49,9	(0,00; 0,00)
43	74,7392	42.58	0,82	19.61	4,0	44,7	(0,00; 0,00)
44	70,5825	45.34	0,86	20.46	0,0	39,0	(0,00; 0,00)
45	65,8457	48.25	0,91	20.46	0,0	32,7	(0,00; 0,00)
46	60,3314	51.33	0,97	20.46	0,0	25,7	(0,00; 0,00)
47	53,8718	54.64	1,04	20.46	0,0	17,9	(0,00; 0,00)
48	46,2142	58.24	1,15	20.46	0,0	8,9	(0,00; 0,00)
49	36,9429	62.27	1,30	20.46	0,0	0,0	(0,00; 0,00)
50	25,2704	66.94	1,54	20.46	0,0	0,0	(0,00; 0,00)
51	9,3512	72.64	2,02	20.46	0,0	0,0	(0,00; 0,00)

Resistenza a taglio paratia = 0,0000 [kN]

 $\Sigma W_i = 3493,9905$ [kN] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 555,4055$ [kN] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 1251,2581$ [kN] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.00$ **Verifica armatura paratia****Verifica a flessione****Simbologia adottata**

n° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 A_r area di armatura del palo espressa in [cmq]
 M momento flettente agente sul palo espresso in [kNm]
 N sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)
 M_u momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
 N_u sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]

Fs coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	A _r	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0,00	28,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
11	0,50		0,38	3,47	330,39	3002,57	866.289
21	1,00		3,75	6,93	337,49	623,67	89.970
31	1,50		12,73	10,40	280,82	229,31	22.053
41	2,00		29,33	13,86	265,20	125,37	9.043
51	2,50		55,42	17,33	258,51	80,84	4.665
61	2,95		83,08	20,45	255,82	62,97	3.079
71	3,45		110,10	23,92	254,67	55,32	2.313
81	3,95		133,12	27,38	254,21	52,29	1.910
91	4,45		153,15	30,85	254,05	51,17	1.659
101	4,95		157,60	34,31	254,69	55,45	1.616
111	5,45		146,68	37,78	256,28	66,01	1.747
121	5,95		126,04	41,25	259,10	84,79	2.056
131	6,45		100,27	44,71	264,05	117,74	2.633
141	6,95		73,02	48,18	273,47	180,42	3.745
151	7,45		47,23	51,64	294,81	322,38	6.242
161	7,95		25,27	55,11	351,80	767,33	13.924
171	8,45		9,18	58,58	376,82	2405,46	41.066
181	8,95		0,80	62,04	54,14	4216,91	67.969

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	A _r	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0,00	28,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
11	0,50		0,43	3,47	348,68	2799,67	807.749
21	1,00		3,92	6,93	334,33	591,95	85.394
31	1,50		12,80	10,40	280,62	227,98	21.925
41	2,00		28,90	13,86	265,50	127,37	9.187
51	2,50		53,93	17,33	258,86	83,17	4.799
61	2,95		82,10	20,45	255,94	63,75	3.118
71	3,45		115,07	23,92	254,30	52,85	2.210
81	3,95		148,51	27,38	253,38	46,72	1.706
91	4,45		180,95	30,85	252,83	43,10	1.397
101	4,95		207,90	34,31	252,62	41,69	1.215
111	5,45		226,85	37,78	252,68	42,08	1.114
121	5,95		235,73	41,25	253,01	44,27	1.073
131	6,45		231,98	44,71	253,70	48,90	1.094
141	6,95		212,95	48,18	255,03	57,70	1.198
151	7,45		175,91	51,64	257,73	75,66	1.465
161	7,95		119,70	55,11	264,67	121,86	2.211
171	8,45		52,66	58,58	295,81	329,08	5.618
181	8,95		5,28	62,04	288,97	3393,01	54.689

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	A _r	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0,00	28,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
11	0,50		0,38	3,47	330,25	3004,05	866.716
21	1,00		2,84	6,93	363,22	887,48	128.026
31	1,50		9,18	10,40	296,89	336,23	32.335
41	2,00		21,10	13,86	273,35	179,63	12.957
51	2,50		40,25	17,33	263,40	113,42	6.545
61	2,95		61,62	20,45	259,29	86,05	4.208
71	3,45		85,35	23,92	257,19	72,07	3.013
81	3,95		107,74	27,38	256,14	65,09	2.377
91	4,45		127,38	30,85	255,66	61,91	2.007
101	4,95		139,78	34,31	255,79	62,79	1.830
111	5,45		142,46	37,78	256,58	68,04	1.801
121	5,95		134,68	41,25	258,24	79,08	1.917
131	6,45		116,61	44,71	261,42	100,24	2.242
141	6,95		90,55	48,18	267,77	142,46	2.957
151	7,45		61,61	51,64	281,87	236,27	4.575
161	7,95		34,36	55,11	324,60	520,62	9.447
171	8,45		12,92	58,58	400,53	1815,56	30.995
181	8,95		1,16	62,04	77,96	4183,39	67.429

Verifica a taglio**Simbologia adottata**

n° numero d'ordine della sezione
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
 A_{sw} area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
 V_{Ed} taglio agente sul palo, espresso in [kN]
 V_{Rd} taglio resistente, espresso in [kN]
 FS coefficiente di sicurezza (rapporto tra V_{Rd}/ V_{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 51,21 cm

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
1	0,00	1,57	20,00	0,00	333,39	1000.000
11	0,50			2,63	333,39	126.930
21	1,00			11,64	333,39	28.630
31	1,50			24,94	333,39	13.370
41	2,00			42,06	333,39	7.927
51	2,50			62,90	333,39	5.300
61	2,95			57,85	333,39	5.763
71	3,45			48,36	333,39	6.893
81	3,95			42,57	333,39	7.832
91	4,45			25,80	333,39	12.923
101	4,95			-10,66	333,39	31.268
111	5,45			-34,81	333,39	9.577
121	5,95			-48,87	333,39	6.821
131	6,45			-54,85	333,39	6.079
141	6,95			-54,37	333,39	6.132
151	7,45			-48,70	333,39	6.846
161	7,95			-38,71	333,39	8.613
171	8,45			-24,90	333,39	13.389
181	8,95			-7,53	333,39	44.298

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
1	0,00	1,57	20,00	0,00	333,39	1000.000
11	0,50			2,91	333,39	114.430
21	1,00			11,73	333,39	28.428
31	1,50			24,40	333,39	13.664
41	2,00			40,57	333,39	8.218
51	2,50			60,13	333,39	5.544
61	2,95			64,17	333,39	5.195
71	3,45			66,28	333,39	5.030
81	3,95			65,77	333,39	5.069
91	4,45			59,72	333,39	5.583
101	4,95			45,00	333,39	7.409
111	5,45			27,03	333,39	12.336
121	5,95			4,12	333,39	80.908
131	6,45			-24,03	333,39	13.875
141	6,95			-57,59	333,39	5.789
151	7,45			-96,64	333,39	3.450
161	7,95			-131,53	333,39	2.535
171	8,45			-125,10	333,39	2.665
181	8,95			-45,67	333,39	7.300

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
1	0,00	1,57	20,00	0,00	333,39	1000.000
11	0,50			2,18	333,39	153.243
21	1,00			8,23	333,39	40.513
31	1,50			17,70	333,39	18.833
41	2,00			30,51	333,39	10.927
51	2,50			46,63	333,39	7.150
61	2,95			47,29	333,39	7.050
71	3,45			45,81	333,39	7.278
81	3,95			41,74	333,39	7.987
91	4,45			32,18	333,39	10.360
101	4,95			13,99	333,39	23.831
111	5,45			-7,13	333,39	46.757
121	5,95			-27,26	333,39	12.228
131	6,45			-47,27	333,39	7.053
141	6,95			-57,50	333,39	5.798
151	7,45			-58,05	333,39	5.743
161	7,95			-50,02	333,39	6.665
171	8,45			-34,10	333,39	9.777
181	8,95			-10,61	333,39	31.426

*Verifica tensioni**Simbologia adottata*

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kPa]

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	A _f	σ _c	σ _f
	[m]	[cmq]	[kPa]	[kPa]
1	0,00	28,15	0	0
11	0,50		23	321
21	1,00		216	4316
31	1,50		746	19468

n°	Y	A _r	σ _c	σ _f
	[m]	[cmq]	[kPa]	[kPa]
41	2,00		1727	48902
51	2,50		3275	96237
61	2,95		4989	148961
71	3,45		6863	206602
81	3,95		8555	258512
91	4,45		10017	303176
101	4,95		10687	322908
111	5,45		10277	308589
121	5,95		9032	267971
131	6,45		7306	212262
141	6,95		5388	150629
151	7,45		3512	90605
161	7,95		1867	38739
171	8,45		630	8273
181	8,95		224	3284

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	A _r	σ _c	σ _f
	[m]	[cmq]	[kPa]	[kPa]
1	0,00	28,15	0	0
11	0,50		22	301
21	1,00		177	3158
31	1,50		619	15512
41	2,00		1456	40371
51	2,50		2800	81282
61	2,95		4280	126618
71	3,45		5836	174262
81	3,95		7225	216620
91	4,45		8487	254995
101	4,95		8939	267841
111	5,45		8449	251006
121	5,95		7338	214641
131	6,45		5883	167506
141	6,95		4306	116694
151	7,45		2785	68008
161	7,95		1459	26660
171	8,45		504	6761
181	8,95		217	3194

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	A _r	σ _c	σ _f
	[m]	[cmq]	[kPa]	[kPa]
1	0,00	28,15	0	0
11	0,50		21	292
21	1,00		154	2507
31	1,50		545	13206
41	2,00		1296	35350
51	2,50		2519	72439
61	2,95		3859	113369
71	3,45		5234	155289
81	3,95		6481	193194
91	4,45		7650	228605
101	4,95		8028	239116
111	5,45		7562	223068
121	5,95		6552	189907
131	6,45		5243	147396
141	6,95		3830	101811
151	7,45		2471	58305
161	7,95		1286	21645
171	8,45		459	6199
181	8,95		214	3157

Verifica fessurazione**Simbologia adottata**

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kNm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

N°	Y	M	M _f	s	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
	[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0,00	0	0,00	0,000	0.0000	0,400	0,000
11	0,50	29	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
21	1,00	263	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
31	1,50	893	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
41	2,00	2089	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000

N°	Y	M	Mf	S	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
	[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
51	2,50	4014	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
61	2,95	6134	54,67	487,597	0.0369	0,400	0,180
71	3,45	8365	54,67	487,597	0.0508	0,400	0,248
81	3,95	10355	54,67	487,597	0.0631	0,400	0,308
91	4,45	12164	54,67	487,597	0.0743	0,400	0,362
101	4,95	12812	54,67	487,597	0.0780	0,400	0,380
111	5,45	12109	54,67	487,597	0.0731	0,400	0,357
121	5,95	10518	54,67	487,597	0.0625	0,400	0,305
131	6,45	8436	54,67	487,597	0.0488	0,400	0,238
141	6,95	6184	54,67	487,597	0.0340	0,400	0,166
151	7,45	4021	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
161	7,95	2161	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
171	8,45	788	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
181	8,95	69	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

N°	Y	M	Mf	S	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
	[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0,00	0	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
11	0,50	27	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
21	1,00	231	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
31	1,50	787	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
41	2,00	1860	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
51	2,50	3612	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
61	2,95	5531	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
71	3,45	7502	54,67	487,597	0.0452	0,300	0,221
81	3,95	9289	54,67	487,597	0.0563	0,300	0,274
91	4,45	10963	54,67	487,597	0.0666	0,300	0,325
101	4,95	11505	54,67	487,597	0.0697	0,300	0,340
111	5,45	10838	54,67	487,597	0.0650	0,300	0,317
121	5,95	9393	54,67	487,597	0.0553	0,300	0,270
131	6,45	7520	54,67	487,597	0.0429	0,300	0,209
141	6,95	5505	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
151	7,45	3576	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
161	7,95	1920	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
171	8,45	700	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000
181	8,95	61	54,67	0,000	0.0000	0,300	0,000

Combinazione n° 7 - SLD

N°	Y	M	Mf	S	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
	[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0,00	0	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
11	0,00	30	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
21	0,00	242	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
31	0,00	811	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
41	0,00	1903	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
51	0,00	3679	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
61	0,00	5623	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
71	0,00	7619	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
81	0,00	9425	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
91	0,00	11111	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
101	0,00	11657	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
111	0,00	10980	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
121	0,00	9515	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
131	0,00	7618	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
141	0,00	5576	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
151	0,00	3622	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
161	0,00	1945	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
171	0,00	708	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000
181	0,00	62	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000

Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)**Verifica a flessione****Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _r	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]
F _s	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Y	n° - Tipo	A _r	M	N	M _u	N _u	F _s
[m]		[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
4,80	1 - SLU - STR	28,15	158,16	33,27	254,40	53,52	1.608
6,05	2 - SLU - GEO	28,15	236,08	41,94	253,11	44,97	1.072
5,30	3 - SLV - GEO	28,15	142,78	36,74	256,27	65,94	1.795

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kN]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} / V _{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 51,21 cm

Y	n° - Tipo	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
[m]		[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
2,50	1 - SLU - STR	1,57	20,00	62,90	333,39	5.300
8,15	2 - SLU - GEO	1,57	20,00	-137,78	333,39	2.420
7,25	3 - SLV - GEO	1,57	20,00	-58,91	333,39	5.659

Verifica tensioni**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kPa]

n° - Tipo	A _f	σ _c	Y	σ _f	Y
	[cmq]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
4 - SLE - Rara	28,15	10695	5,00	323009	5,00
5 - SLE - Frequente	28,15	8942	4,90	268056	4,90
6 - SLE - Quasi permanente	28,15	8033	4,90	239470	4,85

Verifica fessurazione**Simbologia adottata**

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kNm]
M _r	Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	Tipo	Y	M	M _r	s	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
		[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Paratia	SLE - Frequente	4,90	12815	54,67	487,597	0.0781	0,400	0,381
Paratia	SLE - Quasi permanente	4,85	11508	54,67	487,597	0.0698	0,300	0,340
Paratia	SLD	0,00	0	0,00	0,000	0.0000	0,300	0,000

Verifiche strutturali (Inviluppo)**Verifica a flessione****Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Y	n° - Tipo	A _f	M	N	M _u	N _u	FS
[m]		[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
0,00	1 - SLU - STR	28,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
0,50	2 - SLU - GEO		0,43	3,47	348,68	2799,67	807.749
1,00	2 - SLU - GEO		3,92	6,93	334,33	591,95	85.394
1,50	2 - SLU - GEO		12,80	10,40	280,62	227,98	21.925
2,00	1 - SLU - STR		29,33	13,86	265,20	125,37	9.043
2,50	1 - SLU - STR		55,42	17,33	258,51	80,84	4.665
3,00	1 - SLU - STR		86,00	20,80	255,65	61,82	2.972
3,50	2 - SLU - GEO		118,42	24,26	254,18	52,08	2.146
4,00	2 - SLU - GEO		151,83	27,73	253,31	46,26	1.668
4,50	2 - SLU - GEO		183,97	31,19	252,80	42,86	1.374
5,00	2 - SLU - GEO		210,18	34,66	252,62	41,66	1.202
5,50	2 - SLU - GEO		228,24	38,13	252,70	42,21	1.107
6,00	2 - SLU - GEO		235,97	41,59	253,06	44,60	1.072
6,50	2 - SLU - GEO		230,81	45,06	253,80	49,55	1.100
7,00	2 - SLU - GEO		210,10	48,52	255,21	58,94	1.215
7,50	2 - SLU - GEO		171,11	51,99	258,14	78,44	1.509
8,00	2 - SLU - GEO		113,15	55,46	265,95	130,34	2.350
8,50	2 - SLU - GEO		46,43	58,92	304,42	386,32	6.556
9,00	2 - SLU - GEO		3,03	62,39	195,24	4018,41	64.410

Verifica a taglio**Simbologia adottata**

n° numero d'ordine della sezione
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
 A_{sw} area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
 V_{Ed} taglio agente sul palo, espresso in [kN]
 V_{Rd} taglio resistente, espresso in [kN]
 FS coefficiente di sicurezza (rapporto tra V_{Rd}/ V_{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 51,21 cm

Y [m]	n° - Tipo	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kN]	V _{Rd} [kN]	FS
0,00	1 - SLU - STR	1,57	20,00	0,00	333,39	1000.000
0,50	2 - SLU - GEO			2,91	333,39	114.430
1,00	2 - SLU - GEO			11,73	333,39	28.428
1,50	1 - SLU - STR			24,94	333,39	13.370
2,00	1 - SLU - STR			42,06	333,39	7.927
2,50	1 - SLU - STR			62,90	333,39	5.300
3,00	2 - SLU - GEO			64,51	333,39	5.168
3,50	2 - SLU - GEO			66,34	333,39	5.026
4,00	2 - SLU - GEO			65,59	333,39	5.083
4,50	2 - SLU - GEO			58,36	333,39	5.713
5,00	2 - SLU - GEO			43,39	333,39	7.683
5,50	1 - SLU - STR			-36,63	333,39	9.100
6,00	1 - SLU - STR			-49,81	333,39	6.694
6,50	1 - SLU - STR			-55,06	333,39	6.055
7,00	2 - SLU - GEO			-61,24	333,39	5.444
7,50	2 - SLU - GEO			-100,71	333,39	3.310
8,00	2 - SLU - GEO			-134,20	333,39	2.484
8,50	2 - SLU - GEO			-120,43	333,39	2.768
9,00	2 - SLU - GEO			-33,73	333,39	9.885

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 Af area di armatura espressa in [cmq]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
 σ_f tensione nell'acciaio espressa in [kPa]

Y [m]	Af [cmq]	σ _c [kPa]	n° - Tipo	σ _f [kPa]	n° - Tipo
0,00	28,15	0	4 - SLE - Rara	0	4 - SLE - Rara
0,50	28,15	21	6 - SLE - Quasi permanente	321	4 - SLE - Rara
1,00	28,15	216	4 - SLE - Rara	4316	4 - SLE - Rara
1,50	28,15	746	4 - SLE - Rara	19468	4 - SLE - Rara
2,00	28,15	1296	6 - SLE - Quasi permanente	48902	4 - SLE - Rara
2,50	28,15	2519	6 - SLE - Quasi permanente	96237	4 - SLE - Rara
3,00	28,15	4004	6 - SLE - Quasi permanente	154848	4 - SLE - Rara
3,50	28,15	5363	6 - SLE - Quasi permanente	212122	4 - SLE - Rara
4,00	28,15	6603	6 - SLE - Quasi permanente	263314	4 - SLE - Rara
4,50	28,15	7734	6 - SLE - Quasi permanente	306604	4 - SLE - Rara
5,00	28,15	10695	4 - SLE - Rara	323009	4 - SLE - Rara
5,50	28,15	10184	4 - SLE - Rara	305508	4 - SLE - Rara
6,00	28,15	8875	4 - SLE - Rara	262913	4 - SLE - Rara
6,50	28,15	7118	4 - SLE - Rara	206229	4 - SLE - Rara
7,00	28,15	5195	4 - SLE - Rara	144441	4 - SLE - Rara
7,50	28,15	3335	4 - SLE - Rara	84946	4 - SLE - Rara
8,00	28,15	1721	4 - SLE - Rara	34264	4 - SLE - Rara
8,50	28,15	416	6 - SLE - Quasi permanente	7314	4 - SLE - Rara
9,00	28,15	205	6 - SLE - Quasi permanente	3118	4 - SLE - Rara

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Oggetto Muro/Paratia
 Y Ordinata sezione, espressa in [m]
 M Momento agente, espresso in [kNm]
 M_f Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]
 s Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
 ε_{sm} Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
 W_{lim} Apertura limite fessure, espressa in [mm]
 W_k Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Y [m]	n° - Tipo	M [kNm]	M _f [kNm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
0,00	5 - SLE - Frequente	0,00	0,00	0,000	0.0000	0,400	0,000
0,50	5 - SLE - Frequente	0,29	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
1,00	5 - SLE - Frequente	2,57	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
1,50	5 - SLE - Frequente	8,76	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
2,00	5 - SLE - Frequente	20,49	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
2,50	5 - SLE - Frequente	39,37	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
3,00	6 - SLE - Quasi permanente	56,28	54,67	487,597	0.0343	0,300	0,167
3,50	6 - SLE - Quasi permanente	75,38	54,67	487,597	0.0464	0,300	0,226
4,00	6 - SLE - Quasi permanente	92,81	54,67	487,597	0.0574	0,300	0,280
4,50	6 - SLE - Quasi permanente	108,71	54,67	487,597	0.0673	0,300	0,328

Y	n° - Tipo	M	M _r	s	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
[m]		[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
5,00	6 - SLE - Quasi permanente	112,63	54,67	487,597	0.0695	0,300	0,339
5,50	6 - SLE - Quasi permanente	105,15	54,67	487,597	0.0642	0,300	0,313
6,00	6 - SLE - Quasi permanente	90,41	54,67	487,597	0.0542	0,300	0,264
6,50	6 - SLE - Quasi permanente	71,80	54,67	487,597	0.0416	0,300	0,203
7,00	5 - SLE - Frequente	58,45	54,67	487,597	0.0325	0,400	0,159
7,50	5 - SLE - Frequente	37,45	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
8,00	5 - SLE - Frequente	19,61	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
8,50	5 - SLE - Frequente	6,71	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000
9,00	5 - SLE - Frequente	0,38	54,67	0,000	0.0000	0,400	0,000

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _r	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y	A _r	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
3 - SLV - GEO	6,05	28,15	236,08	41,94	253,11	44,97	1.072

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kN]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} / V _{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 51,21 cm

n° - Tipo	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
3 - SLV - GEO	8,15	1,57	20,00	-137,78	333,39	2.420

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _r	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kPa]

A _r	σ _c	cmb	σ _f	cmb
[cmq]	[kPa]		[kPa]	
28,15	8033	6	323009	4

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kNm]
M _r	Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M _r	s	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
		[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Paratia	6 - SLE - Quasi permanente	4,85	112,86	54,67	487,597	0.0698	0,300	0,340

Verifica a SLU * Diagrammi M-N delle sezioni

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione M_u-N_u della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

Per la costruzione dei diagrammi limiti si sono assunti i seguenti valori:

Tensione caratteristica cubica del cls
Tensione caratteristica cilindrica del cls (0.83xR_{bk})
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Coefficiente di sicurezza cls
Coefficiente di sicurezza acciaio

R_{bk} = 30000 [kPa]
R_{ck} = 254 (Kg/cm²)
ψ_r = 0.85
f_{yk} = 450000 [kPa]
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

Resistenza di calcolo del cls ($\psi R_{ck}/\gamma_c$)
 Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yk}/γ_s)
 Modulo elastico dell'acciaio

$R_c^* = 144 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
 $R_s^* = 3990 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
 $E_s = 2100000 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
 $\epsilon_{cu} = 0.0035(0.35\%)$
 $\epsilon_{ck} = 0.0020(0.20\%)$
 $\epsilon_{yu} = 0.0100(1.00\%)$
 $\epsilon_{yk} = 0.0015(0.19\%)$

Deformazione ultima del calcestruzzo
 Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico
 Deformazione ultima dell'acciaio
 Deformazione dell'acciaio al limite elastico (R_s^*/E_s)

Legame costitutivo del calcestruzzo

Per il legame costitutivo del calcestruzzo si assume il diagramma parabola-rettangolo espresso dalle seguenti relazioni:

Tratto parabolico: $0 < \epsilon_c < \epsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R_c^* (2\epsilon_c \epsilon_{ck} - \epsilon_c^2)}{\epsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare: $\epsilon_{ck} < \epsilon_c < \epsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R_c^*$$

Legame costitutivo dell'acciaio

Per l'acciaio si assume un comportamento elastico-perfettamente plastico espresso dalle seguenti relazioni:

$\sigma_s = E_s \epsilon_s$ per $0 < \epsilon_s < \epsilon_{sy}$

$\sigma_s = R_s^*$ per $\epsilon_{sy} < \epsilon_s < \epsilon_{su}$

Tratto armatura 1

N°	Nu	Mu
	[kN]	[kNm]
1	-1101,4697	0,0000
2	0,0000	246,3550
3	572,4102	332,3878
4	858,6153	360,8985
5	1144,8204	383,9488
6	1431,0255	395,3472
7	1717,2306	402,0481
8	2003,4357	397,6318
9	2289,6408	384,0613
10	2575,8459	366,1610
11	2862,0510	343,8092
12	3148,2561	316,4849
13	3434,4612	284,3114
14	3720,6663	246,7452
15	4006,8714	203,4377
16	4293,0765	0,0000
17	4293,0765	0,0000
18	4006,8714	-203,4377
19	3720,6663	-246,7452
20	3434,4612	-284,3114
21	3148,2561	-316,4849
22	2862,0510	-343,8092
23	2575,8459	-366,1610
24	2289,6408	-384,0613
25	2003,4357	-397,6318
26	1717,2306	-402,0481
27	1431,0255	-395,3472
28	1144,8204	-383,9488
29	858,6153	-360,8985
30	572,4102	-332,3878
31	0,0000	-246,3550
32	-1101,4697	0,0000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h momento flettente espresso in [kNm] nel piano orizzontale
 T_h taglio espresso in [kN] nel piano orizzontale
 M_v momento flettente espresso in [kNm] nel piano verticale
 T_v taglio espresso in [kN] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=80,00 [cm] H=60,00 [cm]

$A_{fv}=8,04$ [cmq] $A_{fh}=6,03$ [cmq]

$M_h=32,26$ [kNm] $M_{uh}=234,39$ [kNm]

$T_h=64,51$ [kN] $T_{Rh}=613,38$ [kN]

$M_v=5,88$ [kNm] $M_{uv}=215,32$ [kNm]

$T_v=11,77$ [kN] $T_R=454,06$ [kN]

Staffe $\phi 12/20$

FS=7.27

FS_T=9.51

FS=36.59

FS_{Tv}=38.58

Nbh=2 - Nbv=2

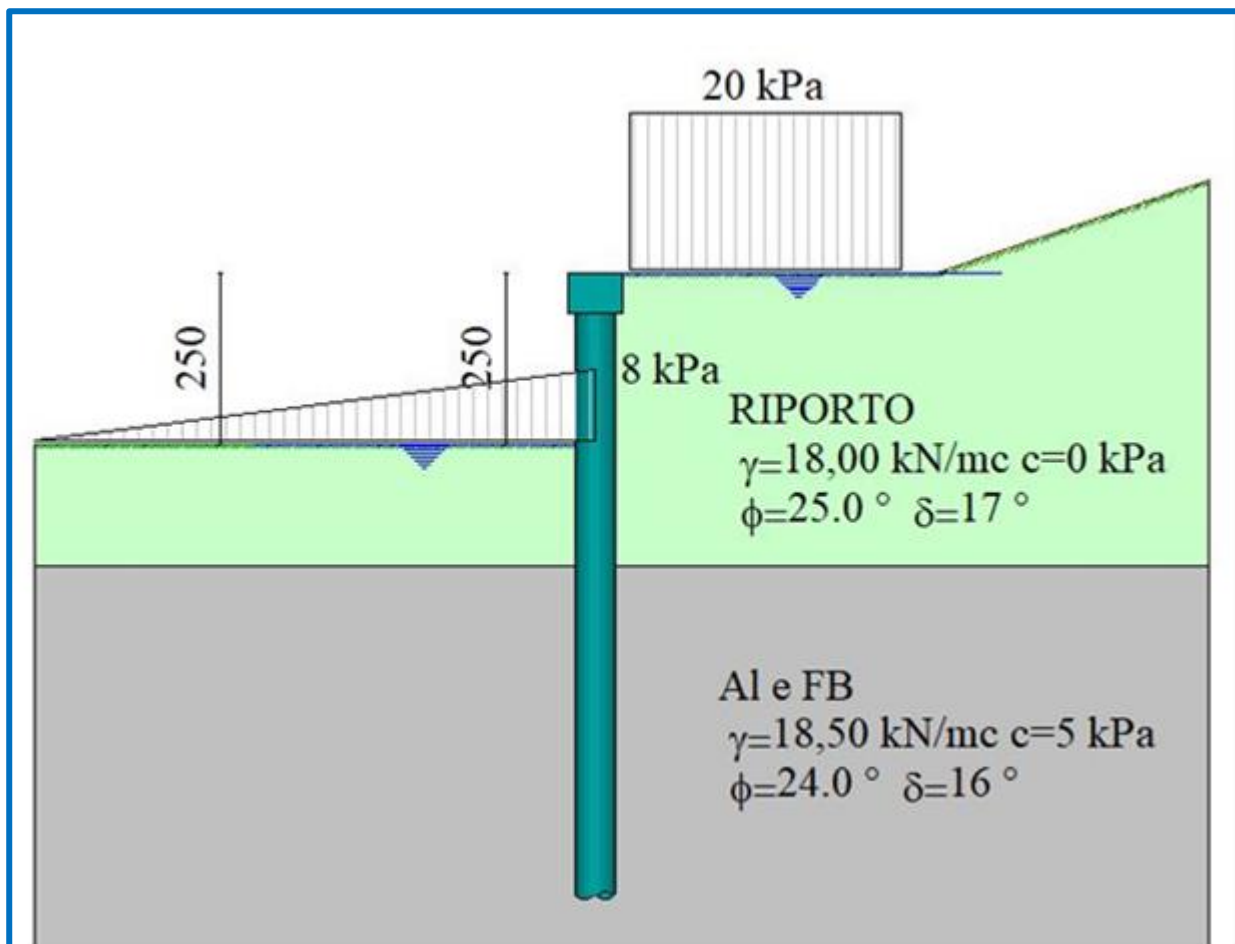


Fig. 1 - Schema di calcolo

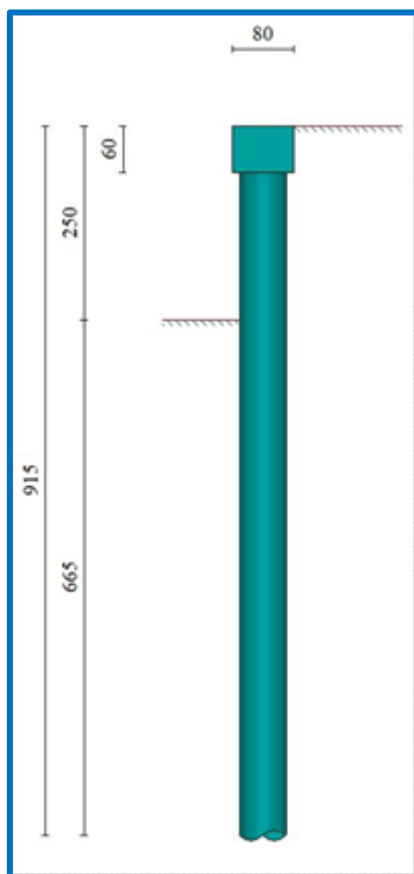


Fig. 2 - Sezione tipo

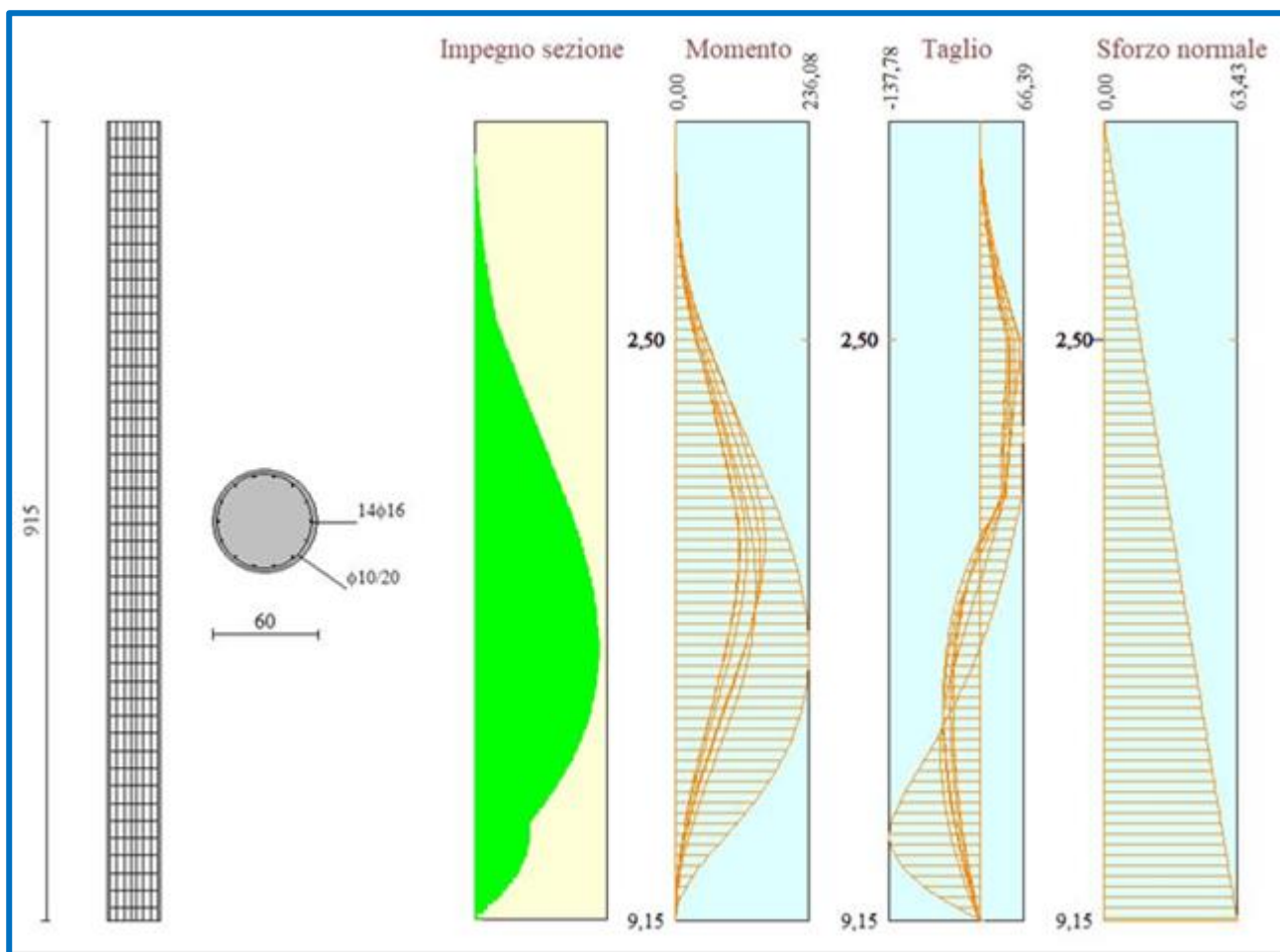


Fig. 3 – Armatura del palo, diagramma di impegno della sezione e involucro del momento, del taglio e dello sforzo normale

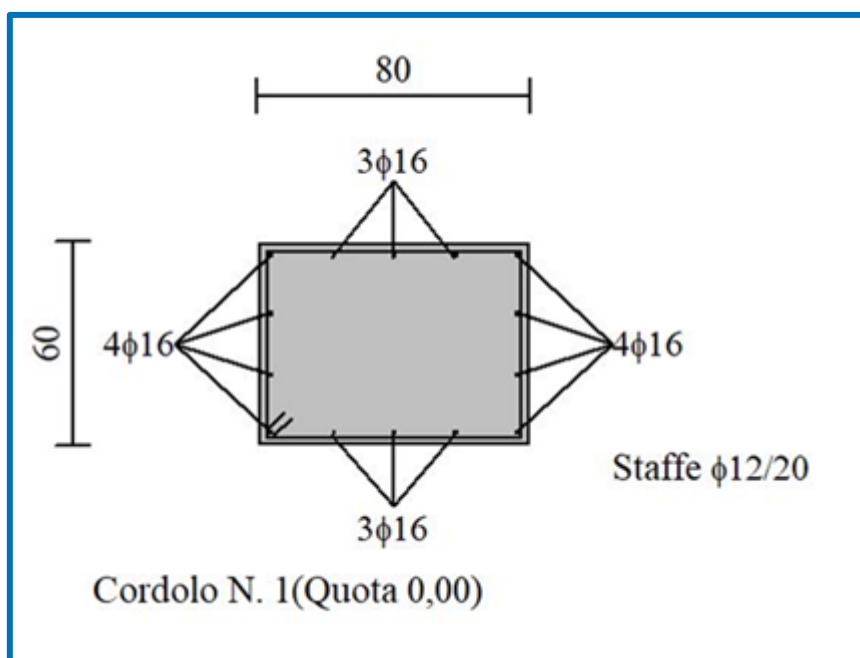


Fig. 4 – Armatura del cordolo

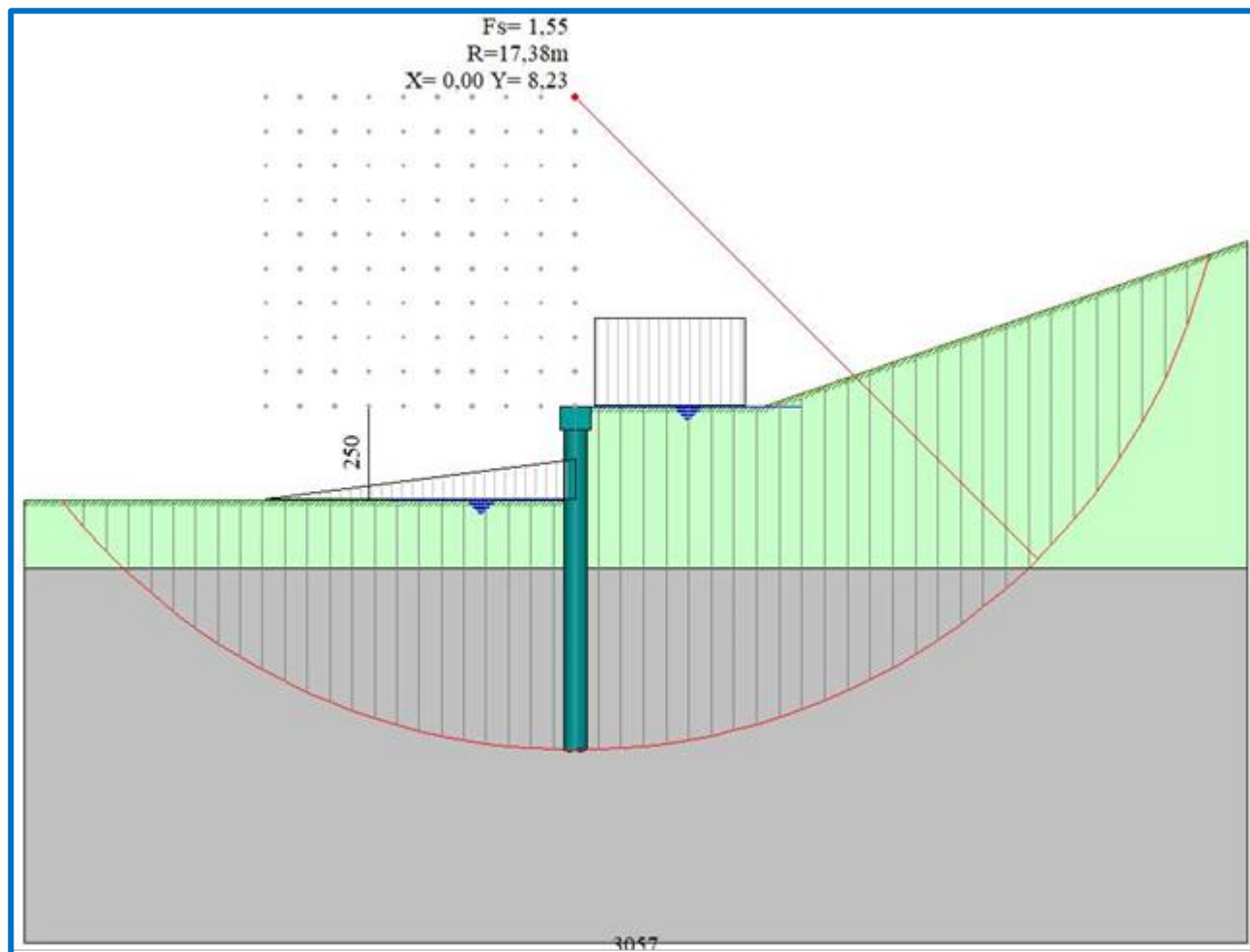


Fig. 5 – Verifica di stabilità globale

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

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

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	PRO-GEO Studio di Ingegneria
Licenza	AIU22762G

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'P. J. M. 1985'. Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text 'ORDINE DEGLI INGEGNERI' at the top, 'Dott. Ing. Pietro Umiltà' in the center, 'N. 526' below the name, and 'PROV. PALERMO' at the bottom.

2. INTERVENTO 2 – Gabbionate

2.1. Normativa e metodo di calcolo

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:
 - Calcolo della spinta del terreno
 - Verifica a ribaltamento
 - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
 - Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico. Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

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

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

$$F_r = N \tan \delta_r + c_a B_r$$

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

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

Verifica al carico limite

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

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\tan(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

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

$$N_\gamma = \frac{\text{tg} \phi}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_c e s_γ che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

Il termine K_{py} che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Meyerhof

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

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

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

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

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

dove il termine m è espresso da

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

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

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

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan \phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan \phi'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00	1,00

Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_f	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO***Verifica*

	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

2.2. Gabbionata H = 4 m**Geometria muro e fondazione**

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame**Descrizione dei gradoni****Simbologia adottata**

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
3	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 3,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura**Pietrame**

Peso specifico	19,614 [kN/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	2942 [kPa]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro**Simbologia adottata e sistema di riferimento**

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	1,34	15,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

Falda

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione	1,00	[m]
Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	1,00	[m]

Descrizione terreni**Simbologia adottata**

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
RILEVATO	18,00	18,00	35,00	23,33	0,0	0,0
FBA	18,50	18,50	24,00	24,00	5,0	5,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 K_s Coefficiente di spinta
Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	α	K_w	K_s	Terreno
1	4,00	0,00	0,00	0,00	RILEVATO
2	1,00	0,00	1,99	0,00	FBA

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
 γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 15 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 16 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 17 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS _{RI}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS _{GLM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS _{SCO}	CS _{RI}	CS _{GLM}	CS _{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,67	--	3,37	--
2	EQU - [1]	--	--	2,84	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,47
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,68	--	3,09	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,66	--	3,22	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,47	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,65	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,66
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,65
10	SLEQ - [1]	--	2,19	--	3,50	--
11	SLEF - [1]	--	2,19	--	3,50	--
12	SLER - [1]	--	2,19	--	3,50	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,88	--	3,27	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,87	--	3,35	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,88	--	3,27	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,87	--	3,35	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,88	--	3,27	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,87	--	3,35	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Terzaghi

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

37.308331

Longitudine

13.753814

Comune

Provincia

Regione

Punti di interpolazione del reticolo

48955 - 48956 - 48734 - 48733

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento

50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

0.57 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.20

Coefficiente riduzione (β_m)

0.38

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.94$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.97$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.25 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.20

Coefficiente riduzione (β_m)

0.47

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.19$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.10$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

176,5225 [kN]

Baricentro del muro

X=0,28 Y=-2,39

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2,00 Y = -4,00

Punto superiore superficie di spinta

X = 2,00 Y = 0,54

Altezza della superficie di spinta

4,54 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,50 Y[m]= 3,38

Raggio del cerchio R[m]= 8,16

Ascissa a valle del cerchio Xj[m]= -6,61

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,51

Larghezza della striscia dx[m]= 0,52

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	7,0392	72.16	6,7007	0,0168	29.26	0	0
2	18,1694	62.46	16,1111	0,0111	29.26	0	0
3	25,1690	55.24	20,6784	0,0090	29.26	0	0

4	30,2847	49.19	22,9223	0,0079	29.26	0	0
5	34,2064	43.82	23,6835	0,0071	29.26	0	0
6	37,2570	38.90	23,3945	0,0066	29.26	0	0
7	39,6197	34.30	22,3264	0,0062	29.26	0	4
8	41,4103	29.94	20,6695	0,0059	29.26	0	7
9	43,4060	25.77	18,8719	0,0057	25.51	2	10
10	45,2875	21.74	16,7756	0,0055	19.61	4	12
11	46,1898	17.82	14,1379	0,0054	19.61	4	14
12	46,6979	13.99	11,2890	0,0053	19.61	4	15
13	52,3168	10.22	9,2816	0,0052	19.61	4	16
14	53,2688	6.49	6,0236	0,0052	19.61	4	17
15	31,7071	2.79	1,5457	0,0052	19.61	4	17
16	22,1995	-0.89	-0,3458	0,0051	19.61	4	17
17	21,9555	-4.58	-1,7544	0,0052	19.61	4	17
18	21,3798	-8.29	-3,0838	0,0052	19.61	4	17
19	20,4649	-12.04	-4,2684	0,0053	19.61	4	16
20	19,1986	-15.84	-5,2394	0,0054	19.61	4	14
21	17,5628	-19.71	-5,9230	0,0055	19.61	4	13
22	12,7520	-23.68	-5,1211	0,0056	20.38	4	11
23	7,9670	-27.77	-3,7122	0,0058	29.26	0	8
24	5,1104	-32.03	-2,7102	0,0061	29.26	0	5
25	1,7254	-36.49	-1,0261	0,0064	29.26	0	2

$\Sigma W_i = 702,3455$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 201,2272$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 306,1879$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.05$

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	53,4755	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	49,1020	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	21,1806	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,00	[m]	Y = -2,46	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,44	[°]			
Incremento sismico della spinta	9,9292	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,00	[m]	Y = -2,46	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,94	[°]			
Spinta falda	4,9034	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,00	[m]	Y = -3,67	[m]	
Sottospinta falda	29,4204	[kN]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	63,6480	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,19	[m]	Y = -0,68	[m]	
Inerzia del muro	6,9559	[kN]			
Inerzia verticale del muro	3,4779	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2,5081	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1,2540	[kN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,5865	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	240,5954	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	240,5954	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72,5865	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	251,3064	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	68,1829	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	744,6359	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	125,65	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	34,74	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.36$	$N_q = 11.40$	$N_\gamma = 6.91$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.36$	$N'_q = 11.40$	$N'_\gamma = 6.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.09

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H altezza della sezione espressa in [cm]

N sforzo normale [kN]

M momento flettente [kNm]

T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,29	100,00	5,60	0,07	0,54	--	6	--	--	10,29	--
2	0,71	100,00	14,01	0,62	2,21	--	18	--	--	6,34	--
3	1,00	200,00	40,03	1,33	5,19	--	22	--	--	7,71	--
4	1,43	200,00	56,84	4,43	9,44	--	35	--	--	6,02	--
5	1,86	200,00	73,65	9,56	14,70	--	51	--	--	5,01	--
6	2,14	300,00	130,89	13,33	21,68	--	53	--	--	6,04	--
7	2,57	300,00	156,11	24,27	29,53	--	68	--	--	5,29	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	53,4755	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	49,1020	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	21,1806	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,00	[m]	Y = -2,46	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,44	[°]		
Incremento sismico della spinta	7,8566	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,00	[m]	Y = -2,46	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,82	[°]		
Spinta falda	4,9034	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,00	[m]	Y = -3,67	[m]
Sottospinta falda	29,4204	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	63,6480	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,19	[m]	Y = -0,68	[m]
Inerzia del muro	6,9559	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3,4779	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2,5081	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1,2540	[kN]		
Risultanti				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70,6834	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	230,3105	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	230,3105	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70,6834	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,29	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Risultante in fondazione	240,9130	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,06	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	66,6753	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	740,8967	[kN]		
Tensioni sul terreno				
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	121,22	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	32,32	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.36$	$N_q = 11.40$	$N_\gamma = 6.91$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.36$	$N'_q = 11.40$	$N'_\gamma = 6.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.66
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.22

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 5**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,29	100,00	5,60	0,06	0,51	--	6	--	--	11,04	--
2	0,71	100,00	14,01	0,58	2,09	--	18	--	--	6,71	--
3	1,00	200,00	40,03	1,25	4,99	--	22	--	--	8,02	--
4	1,43	200,00	56,84	4,23	9,09	--	35	--	--	6,25	--

5	1,86	200,00	73,65	9,18	14,18	--	51	--	--	5,19	--
6	2,14	300,00	130,89	12,78	21,03	--	52	--	--	6,23	--
7	2,57	300,00	156,11	23,39	28,63	--	68	--	--	5,45	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	53,4755	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	49,1020	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	21,1806	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,00	[m]	Y = -2,46	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,44	[°]			
Incremento sismico della spinta	12,7835	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,00	[m]	Y = -2,46	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,69	[°]			
Spinta falda	4,9034	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,00	[m]	Y = -3,67	[m]	
Sottospinta falda	29,4204	[kN]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	63,6480	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,19	[m]	Y = -0,68	[m]	
Inerzia del muro	10,4338	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-5,2169	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3,7621	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1,8810	[kN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	79,9393	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	229,8960	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	179,4803	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	443,8000	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	229,8960	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	79,9393	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	243,3977	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	80,5242	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.47
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni**Combinazione n° 6**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,29	100,00	--	--	--	1,51	--	2,89	0,08	--	34,17
2	0,71	100,00	--	--	--	5,23	--	7,54	0,73	--	10,30
3	1,00	200,00	--	--	--	3,88	--	42,44	2,35	--	18,03
4	1,43	200,00	--	--	--	8,67	--	60,59	5,73	--	10,58
5	1,86	200,00	--	--	--	14,26	--	79,13	11,30	--	7,00
6	2,14	300,00	--	--	--	11,20	--	208,41	19,48	--	10,70
7	2,57	300,00	--	--	--	16,90	--	248,85	31,20	--	7,98

Inviluppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,29	100,00	5,60	5,60	0,02	0,07	0,26	0,54
2	0,71	100,00	14,01	14,01	0,39	0,62	1,62	2,21
3	1,00	200,00	40,03	46,15	-2,08	1,33	4,87	5,19
4	1,43	200,00	56,84	62,96	0,83	4,43	8,90	9,44
5	1,86	200,00	73,65	79,77	5,72	9,56	14,10	14,70

6	2,14	300,00	130,89	149,99	0,19	13,33	21,03	21,86
7	2,57	300,00	156,11	175,21	11,20	24,27	28,63	29,73
8	3,00	300,00	181,33	200,42	25,84	38,79	37,22	38,76

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,29	100,00	1,64	6	2,91	0,09	10,29	31,47
2	0,71	100,00	5,63	18	7,70	0,79	6,34	9,57
3	1,00	200,00	4,50	26	52,23	2,48	7,71	17,13
4	1,43	200,00	9,18	35	70,79	6,02	6,02	10,06
5	1,86	200,00	15,03	51	89,84	11,87	5,01	6,67
6	2,14	300,00	11,82	53	252,44	20,29	6,04	10,27
7	2,57	300,00	17,74	68	293,66	32,51	5,29	7,65

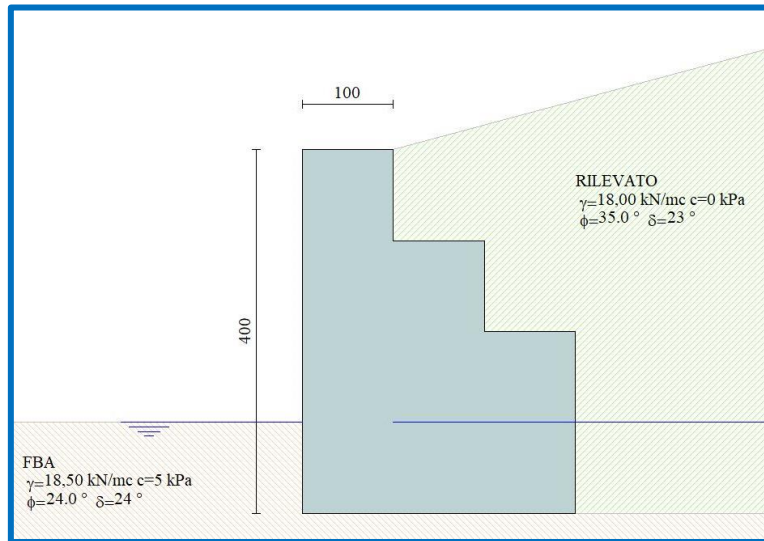


Fig. 1 – Schema di calcolo

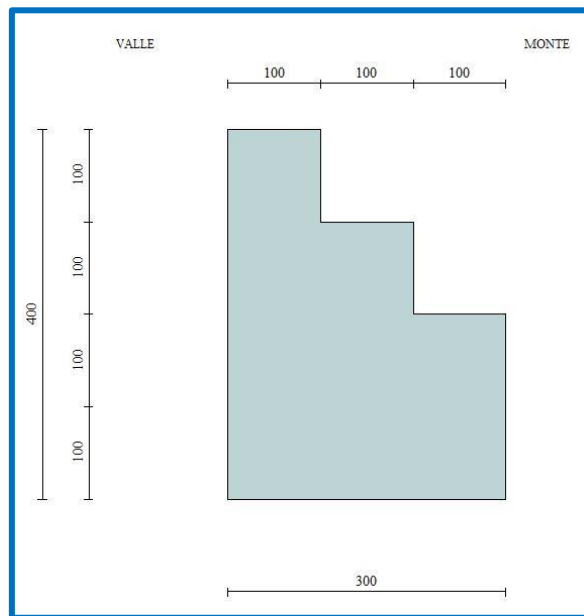


Fig. 2 – Sezione tipo

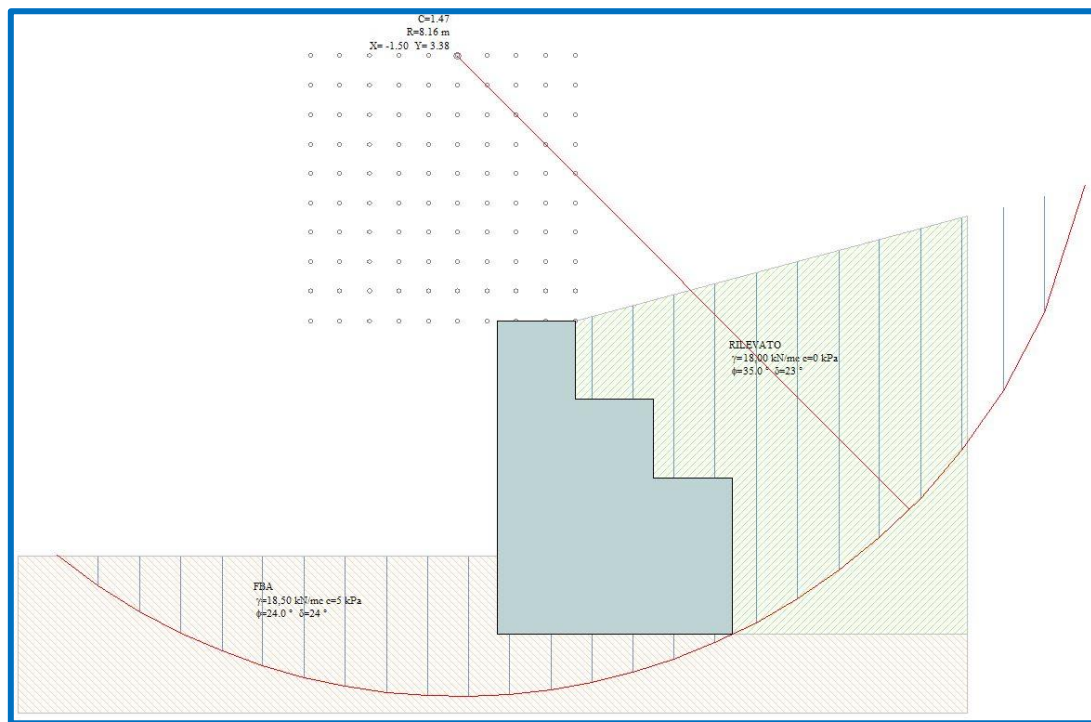


Fig. 3 – Verifica di stabilità globale

2.3. Gabbionata H = 3 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in pietrame

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	19,614 [kN/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	2942 [kPa]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	1,34	15,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]
 Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Falda

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione 1,00 [m]
 Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 1,00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
 Descrizione Descrizione terreno
 γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
 γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
RILEVATO	18,00	18,00	35,00	23,33	0,0	0,0
FBA	18,50	18,50	24,00	24,00	5,0	5,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 a Inclinazione espressa in [°]
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 K_s Coefficiente di spinta
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	3,00	0,00	0,00	0,00	RILEVATO
2	1,00	0,00	1,83	0,00	FBA

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
 γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 12 - Rara (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 15 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 16 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 17 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0,00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,48	--	4,01	--
2	EQU - [1]	--	--	2,30	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,65
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,53	--	3,62	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,51	--	3,76	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,06	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,19	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,87
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,85
10	SLEQ - [1]	--	1,97	--	4,20	--
11	SLEF - [1]	--	1,97	--	4,20	--

12	SLER - [1]	--	1,97	--	4,20	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,71	--	3,88	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,70	--	3,97	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,71	--	3,88	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,70	--	3,97	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,71	--	3,88	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,70	--	3,97	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

Longitudine

Comune

Provincia

Regione

Punti di interpolazione del reticolo

metodo di Culmann

metodo di Terzaghi

metodo di Bishop

Spinta attiva

37.308331

13.753814

48955 - 48956 - 48734 - 48733

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Vita nominale

Classe d'uso

Vita di riferimento

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

Coefficiente riduzione (β_m)

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

Coefficiente riduzione (β_m)

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

Forma diagramma incremento sismico

Opera ordinaria

50 anni

II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

50 anni

0.57 [m/s²]

1.50

1.20

0.38

0.50

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 3.94$

$k_v = 0.50 * k_h = 1.97$

0.25 [m/s²]

1.50

1.20

0.47

0.50

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 2.19$

$k_v = 0.50 * k_h = 1.10$

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

Lunghezza del muro

Peso muro

Baricentro del muro

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

Punto superiore superficie di spinta

Altezza della superficie di spinta

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,0

10,00 [m]

98,0681 [kN]

X=-0,10 Y=-1,70

X = 1,00 Y = -3,00

X = 1,00 Y = 0,27

3,27 [m]

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica

Componente orizzontale della spinta statica

Componente verticale della spinta statica

Punto d'applicazione della spinta

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

Spinta falda

Punto d'applicazione della spinta della falda

Sottospinta falda

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione

35,3461 [kN]

32,4553 [kN]

13,9999 [kN]

X = 1,00 [m]

23,33 [°]

55,32 [°]

6,3744 [kN]

X = 1,00 [m]

25,4977 [kN]

20,4120 [kN]

X = 0,52 [m]

Y = -1,88 [m]

Y = -2,67 [m]

Y = -0,43 [m]

38,8298 [kN]

106,9822 [kN]

106,9822 [kN]

38,8298 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	113,8110	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,95	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	23,7608	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	429,3893	[kN]
<i>Tensioni sul terreno</i>		
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	89,13	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	17,85	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.36$	$N_q = 11.40$	$N_\gamma = 6.91$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.36$	$N'_q = 11.40$	$N'_\gamma = 6.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.48
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.01

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioniCombinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	--	0	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	1,96	0,00	0,03	--	2	--	--	61,81	--
3	0,20	100,00	3,92	0,01	0,13	--	4	--	--	30,90	--
4	0,30	100,00	5,88	0,03	0,29	--	6	--	--	20,60	--
5	0,40	100,00	7,85	0,07	0,51	--	8	--	--	15,45	--
6	0,50	100,00	9,81	0,13	0,79	--	11	--	--	12,36	--
7	0,60	100,00	11,77	0,23	1,14	--	13	--	--	10,30	--
8	0,70	100,00	13,73	0,36	1,55	--	16	--	--	8,83	--
9	0,80	100,00	15,69	0,54	2,03	--	19	--	--	7,73	--
10	0,90	100,00	17,65	0,77	2,57	--	22	--	--	6,87	--
11	1,00	100,00	19,61	1,06	3,17	--	26	--	--	6,18	--
12	1,00	200,00	46,15	-2,08	4,87	--	26	--	--	9,47	--
13	1,10	200,00	50,07	-1,55	5,71	--	27	--	--	8,77	--
14	1,20	200,00	53,99	-0,93	6,61	--	28	--	--	8,17	--
15	1,30	200,00	57,92	-0,22	7,57	--	29	--	--	7,65	--
16	1,40	200,00	61,84	0,58	8,60	--	32	--	--	7,19	--
17	1,50	200,00	65,76	1,50	9,69	--	35	--	--	6,79	--
18	1,60	200,00	69,69	2,52	10,84	--	39	--	--	6,43	--
19	1,70	200,00	73,61	3,67	12,06	--	42	--	--	6,10	--
20	1,80	200,00	77,53	4,94	13,34	--	46	--	--	5,81	--
21	1,90	200,00	81,45	6,34	14,69	--	50	--	--	5,55	--

Stabilità globale muro + terrenoCombinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati	36
Numero di strisce	25
Cerchio critico	
Coordinate del centro X[m]=	-0,54
Y[m]=	2,43
Raggio del cerchio R[m]=	5,65
Ascissa a valle del cerchio	$X_i[m] = -4,05$
Ascissa a monte del cerchio	$X_s[m] = 5,01$
Larghezza della striscia	$dx[m] = 0,36$
Coefficiente di sicurezza	$C = 1.65$
Le strisce sono numerate da monte verso valle	
Caratteristiche delle strisce	

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	3,4228	72.46	3,2636	0,0118	29.26	0	0
2	8,8143	62.65	7,8289	0,0077	29.26	0	0
3	12,1802	55.40	10,0265	0,0063	29.26	0	0
4	14,6372	49.34	11,1040	0,0055	29.26	0	0
5	16,5203	43.96	11,4686	0,0049	29.26	0	0
6	17,9857	39.04	11,3290	0,0046	29.26	0	0
7	19,1217	34.44	10,8154	0,0043	29.26	0	2
8	19,9839	30.09	10,0190	0,0041	29.26	0	4
9	20,6099	25.92	9,0089	0,0040	29.26	0	6
10	21,0259	21.89	7,8403	0,0038	29.26	0	8
11	21,2510	17.98	6,5596	0,0037	29.26	0	9
12	22,4061	14.15	5,4774	0,0037	20.22	4	10
13	22,3579	10.38	4,0300	0,0036	19.61	4	11
14	22,1997	6.66	2,5761	0,0036	19.61	4	12
15	26,2121	2.97	1,3587	0,0036	19.61	4	12
16	26,2590	-0.71	-0,3248	0,0036	19.61	4	12
17	19,8583	-4.39	-1,5206	0,0036	19.61	4	12
18	11,1179	-8.09	-1,5652	0,0036	19.61	4	11
19	10,6907	-11.83	-2,1914	0,0036	19.61	4	11
20	7,4807	-15.62	-2,0138	0,0037	24.17	2	10
21	5,7931	-19.48	-1,9315	0,0038	29.26	0	9
22	4,8627	-23.43	-1,9336	0,0039	29.26	0	7
23	3,7347	-27.51	-1,7249	0,0040	29.26	0	6
24	2,3877	-31.74	-1,2562	0,0042	29.26	0	4
25	0,7915	-36.18	-0,4673	0,0044	29.26	0	1

$\Sigma W_i = 361,7050$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 97,7769$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 169,1910$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.15$

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	27,1893	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	24,9657	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	10,7691	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,00	[m]	Y = -1,88	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,32	[°]			
Incremento sismico della spinta	5,5739	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,00	[m]	Y = -1,88	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,51	[°]			
Spinta falda	4,9034	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,00	[m]	Y = -2,67	[m]	
Sottospinta falda	19,6136	[kN]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	20,4120	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,52	[m]	Y = -0,43	[m]	
Inerzia del muro	3,8644	[kN]			
Inerzia verticale del muro	1,9322	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,8043	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,4022	[kN]			
Risultanti					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	39,6558	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	114,1776	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	114,1776	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	39,6558	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,25	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Risultante in fondazione	120,8682	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,15	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	28,7056	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	413,2096	[kN]			
Tensioni sul terreno					
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	100,15	[kPa]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	14,03	[kPa]			

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 23.36$ $N_q = 11.40$ $N_\gamma = 6.91$
Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 23.36$ $N'_q = 11.40$ $N'_\gamma = 6.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.53
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.62

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	--	0	--	--	0,00	--
2	0,10	100,00	1,96	0,01	0,12	--	2	--	--	16,07	--
3	0,20	100,00	3,92	0,03	0,30	--	4	--	--	13,10	--
4	0,30	100,00	5,88	0,07	0,53	--	6	--	--	11,06	--
5	0,40	100,00	7,85	0,13	0,82	--	9	--	--	9,57	--
6	0,50	100,00	9,81	0,23	1,16	--	11	--	--	8,43	--
7	0,60	100,00	11,77	0,37	1,56	--	14	--	--	7,53	--
8	0,70	100,00	13,73	0,55	2,02	--	17	--	--	6,81	--
9	0,80	100,00	15,69	0,77	2,52	--	20	--	--	6,21	--
10	0,90	100,00	17,65	1,05	3,09	--	24	--	--	5,71	--
11	1,00	100,00	19,61	1,39	3,71	--	28	--	--	5,29	--
12	1,00	200,00	40,03	1,25	5,02	--	22	--	--	7,98	--
13	1,10	200,00	43,95	1,79	5,90	--	25	--	--	7,45	--
14	1,20	200,00	47,87	2,43	6,84	--	28	--	--	7,00	--
15	1,30	200,00	51,79	3,16	7,83	--	31	--	--	6,61	--
16	1,40	200,00	55,72	4,00	8,88	--	34	--	--	6,27	--
17	1,50	200,00	59,64	4,94	9,98	--	37	--	--	5,97	--
18	1,60	200,00	63,56	5,99	11,14	--	41	--	--	5,70	--
19	1,70	200,00	67,48	7,17	12,36	--	44	--	--	5,46	--
20	1,80	200,00	71,41	8,47	13,63	--	48	--	--	5,24	--
21	1,90	200,00	75,33	9,90	14,95	--	53	--	--	5,04	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	27,1893	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	24,9657	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	10,7691	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,00	[m]	Y = -1,88	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,32	[°]			
Incremento sismico della spinta	7,3976	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,00	[m]	Y = -1,88	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48,94	[°]			
Spinta falda	4,9034	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,00	[m]	Y = -2,67	[m]	
Sottospinta falda	19,6136	[kN]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	20,4120	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,52	[m]	Y = -0,43	[m]	
Inerzia del muro	5,7966	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-2,8983	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1,2065	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0,6033	[kN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	43,6647	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	109,0641	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	71,0635	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	146,6796	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	109,0641	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	43,6647	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,31	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	117,4801	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	33,4480	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.06
--	------

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kN]
M	momento flettente [kNm]
T	taglio [kN]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
Ms	momento stabilizzante [kNm]
Mr	momento ribaltante [kNm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	--	--	--	0,00	--	0,00	0,00	--	0,00
2	0,10	100,00	--	--	--	0,39	--	0,99	0,01	--	129,23
3	0,20	100,00	--	--	--	0,88	--	2,00	0,03	--	58,21
4	0,30	100,00	--	--	--	1,46	--	3,04	0,09	--	35,37
5	0,40	100,00	--	--	--	2,14	--	4,09	0,17	--	24,42
6	0,50	100,00	--	--	--	2,91	--	5,17	0,29	--	18,12
7	0,60	100,00	--	--	--	3,77	--	6,26	0,44	--	14,10
8	0,70	100,00	--	--	--	4,74	--	7,38	0,65	--	11,35
9	0,80	100,00	--	--	--	5,79	--	8,52	0,91	--	9,37
10	0,90	100,00	--	--	--	6,94	--	9,68	1,23	--	7,90
11	1,00	100,00	--	--	--	8,19	--	10,86	1,61	--	6,76
12	1,00	200,00	--	--	--	3,64	--	42,44	2,26	--	18,78
13	1,10	200,00	--	--	--	4,67	--	46,64	2,85	--	16,35
14	1,20	200,00	--	--	--	5,73	--	50,87	3,55	--	14,35
15	1,30	200,00	--	--	--	6,84	--	55,11	4,34	--	12,69
16	1,40	200,00	--	--	--	7,99	--	59,37	5,25	--	11,30
17	1,50	200,00	--	--	--	9,18	--	63,66	6,28	--	10,14
18	1,60	200,00	--	--	--	10,42	--	67,96	7,43	--	9,15
19	1,70	200,00	--	--	--	11,71	--	72,29	8,70	--	8,31
20	1,80	200,00	--	--	--	13,04	--	76,64	10,11	--	7,58
21	1,90	200,00	--	--	--	14,41	--	81,00	11,66	--	6,95

Inviluppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H altezza della sezione espressa in [cm]
 N sforzo normale [kN]
 M momento flettente [kNm]
 T taglio [kN]
 e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
 σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kPa]
 Ms momento stabilizzante [kNm]
 Mr momento ribaltante [kNm]
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	100,00	1,96	1,96	0,00	0,01	0,03	0,12
3	0,20	100,00	3,92	3,92	0,01	0,03	0,13	0,30
4	0,30	100,00	5,88	5,88	0,03	0,07	0,29	0,53
5	0,40	100,00	7,85	7,85	0,07	0,13	0,51	0,82
6	0,50	100,00	9,81	9,81	0,13	0,23	0,79	1,16
7	0,60	100,00	11,77	11,77	0,23	0,37	1,14	1,56
8	0,70	100,00	13,73	13,73	0,36	0,55	1,55	2,02
9	0,80	100,00	15,69	15,69	0,54	0,77	2,03	2,52
10	0,90	100,00	17,65	17,65	0,77	1,05	2,57	3,09
11	1,00	100,00	19,61	19,61	1,06	1,39	3,17	3,71
12	1,00	200,00	40,03	46,15	-2,08	1,25	4,87	5,02
13	1,10	200,00	43,95	50,07	-1,55	1,79	5,71	5,90
14	1,20	200,00	47,87	53,99	-0,93	2,43	6,61	6,84
15	1,30	200,00	51,79	57,92	-0,22	3,16	7,57	7,83
16	1,40	200,00	55,72	61,84	0,58	4,00	8,60	8,88
17	1,50	200,00	59,64	65,76	1,50	4,94	9,69	9,98
18	1,60	200,00	63,56	69,69	2,52	5,99	10,82	11,14
19	1,70	200,00	67,48	73,61	3,67	7,17	11,99	12,36
20	1,80	200,00	71,41	77,53	4,94	8,47	13,23	13,63
21	1,90	200,00	75,33	81,45	6,34	9,90	14,51	14,95
22	2,00	200,00	79,25	85,38	7,88	11,46	15,85	16,33

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,10	100,00	0,41	2	0,99	0,01	16,07	122,47
3	0,20	100,00	0,93	4	2,02	0,04	13,10	55,19
4	0,30	100,00	1,54	6	3,07	0,09	11,06	33,55
5	0,40	100,00	2,25	9	4,14	0,18	9,57	23,16
6	0,50	100,00	3,06	11	5,25	0,30	8,43	17,19
7	0,60	100,00	3,98	14	6,38	0,47	7,53	13,38
8	0,70	100,00	4,99	17	7,54	0,68	6,81	10,78
9	0,80	100,00	6,10	20	8,72	0,96	6,21	8,90
10	0,90	100,00	7,31	24	9,93	1,29	5,71	7,50
11	1,00	100,00	8,63	28	11,18	1,69	5,29	6,42
12	1,00	200,00	4,50	26	52,23	2,34	7,98	18,10
13	1,10	200,00	4,92	27	56,52	2,96	7,45	15,75
14	1,20	200,00	6,02	28	60,83	3,68	7,00	13,81
15	1,30	200,00	7,16	31	65,17	4,51	6,61	12,21
16	1,40	200,00	8,36	34	69,53	5,46	6,27	10,88
17	1,50	200,00	9,59	37	73,93	6,52	5,97	9,76
18	1,60	200,00	10,88	41	78,35	7,72	5,70	8,81
19	1,70	200,00	12,21	44	82,79	9,04	5,46	7,99

20	1,80	200,00	13,59	48	87,27	10,51	5,24	7,29
21	1,90	200,00	15,02	53	91,77	12,12	5,04	6,68

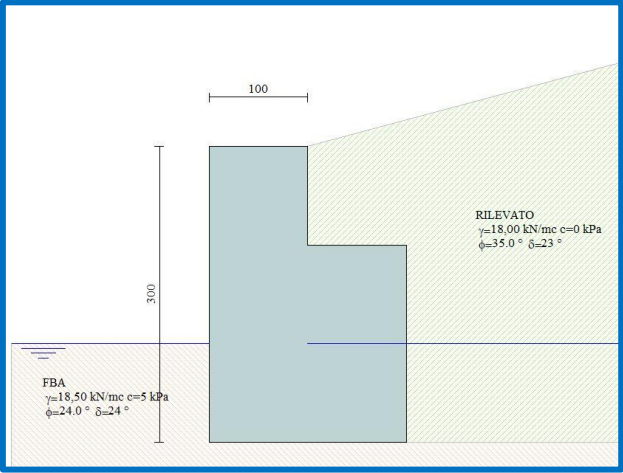


Fig. 1 – Schema di calcolo

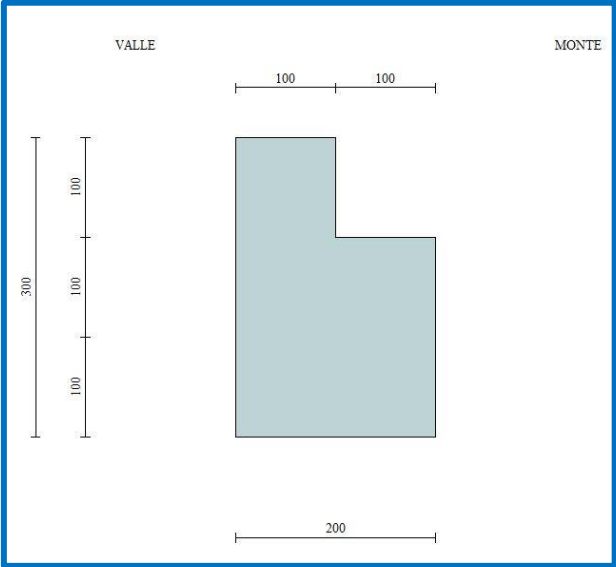


Fig. 2 – Sezione tipo

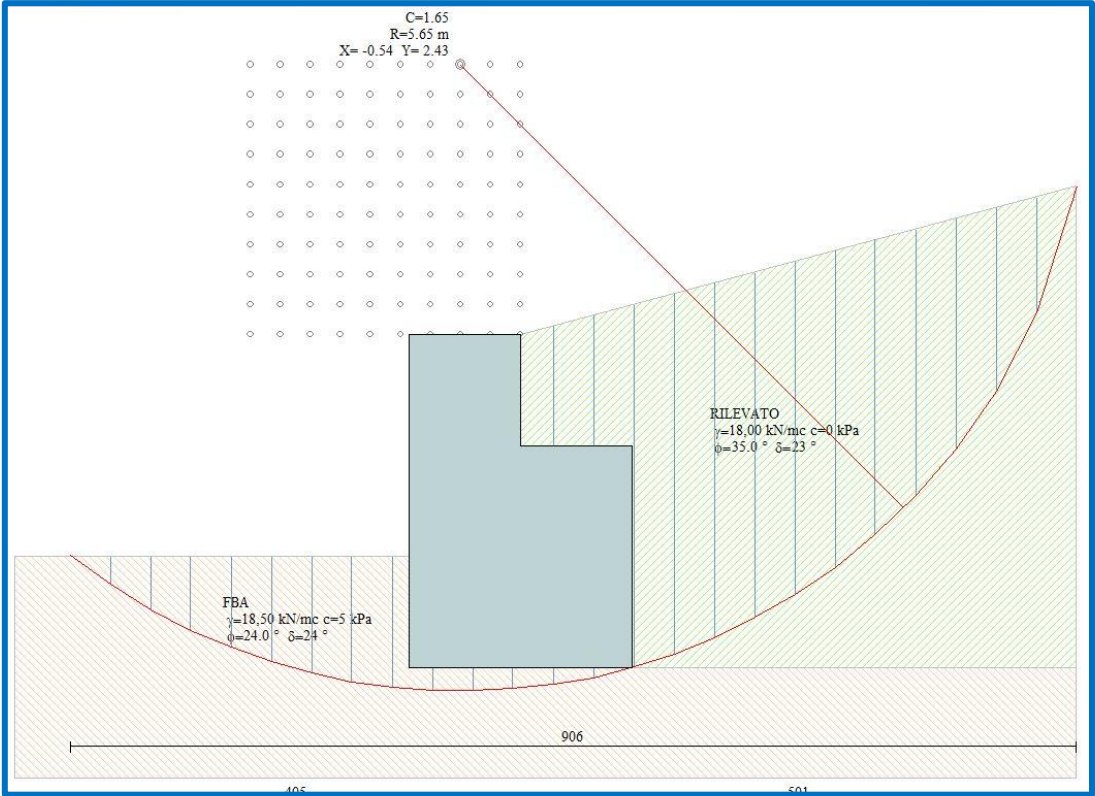


Fig. 3 – Verifica di stabilità globale

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

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

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PRO-GEO Studio di Ingegneria
Licenza	AIU22762G

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular professional stamp. The stamp contains the text 'ORDINE DEGLI INGEGNERI', 'Dott. Ing. Pietro Umiltà', and 'PROV. PALERMO'.

3. INTERVENTO 2 – Verifiche di stabilità

3.1. Normativa e metodo di calcolo

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a $\gamma_R = 1,2$, in condizioni sismiche, ponendo uguali all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici.

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a $\gamma_R = 1,1$, in condizioni statiche, utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici previsti dalla Combinazione 2 (A2 -M2) dell'Approccio 1.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Spencer

Il metodo di Spencer opera sulle risultanti delle forze di interstriscia Z . Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Spencer** viene determinato con procedura iterativa sulle equazioni di equilibrio alla traslazione e alla rotazione globali. Queste equazioni, nel caso di risultante delle forze esterne nulle, sono date da:

$$\sum_i [\Delta Z_i \cos \theta_i] = 0$$

$$\sum_i [\Delta Z_i \sin \theta_i] = 0$$

$$\sum_i [R \Delta Z_i \cos (\alpha_i - \theta_i)] = 0$$

dove ΔZ_i rappresenta la variazione della forza laterale di interstriscia risultante che ha equazione:

$$\Delta Z_i = \frac{W_i \sin \alpha_i - \frac{c b_i}{F \cos \alpha_i} - (W_i \cos \alpha_i - N_{bi}) \frac{\tan \phi}{F}}{\cos(\alpha_i - \theta_i) \left[\tan(\alpha_i - \theta_i) \frac{\tan \phi}{F} + 1 \right]}$$

L'ipotesi assunta da **Spencer** è che le forze laterali di interstriscia siano tutte tra loro parallele. Cioè si suppone che il loro angolo di inclinazione sia $\theta = \text{cost.}$

Attraverso questa ipotesi le equazioni alla traslazione si riducono ad un'unica equazione dalla forma:

$$\sum_i [\Delta Z_i] = 0$$

Inoltre l'ipotesi di superfici di scorrimento circolari permette di semplificare anche l'equazione di equilibrio alla rotazione nella forma seguente:

$$\sum_i [\Delta Z_i \cos (\alpha_i - \theta_i)] = 0$$

A questo punto la determinazione del coefficiente di sicurezza viene effettuata risolvendo iterativamente e separatamente le due ultime equazioni viste per un assegnato valore di θ_i ; in questo modo si otterrà una coppia di coefficienti di sicurezza F_r ed F_m di cui il primo soddisfa l'equilibrio alla traslazione, mentre il secondo soddisfa l'equilibrio alla rotazione.

Questi valori non sono generalmente uguali. Si possono costruire per punti le curve $F = F_r(\theta)$ ed $F = F_m(\theta)$ si può ricavare il valore di θ tale che risulti:

$$F = F_r = F_m$$

Riguardo ai valori di F e di θ si può affermare che F_{finale} ha un valore prossimo a quello ricavato nell'equazione di equilibrio alla rotazione ponendo $\theta = 0$; mentre il valore di θ è sempre compreso tra 0 e la massima inclinazione del pendio.

3.2. Analisi a ritroso del dissesto

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	FRANA	18,50	18,50	24,00	4,0
2	Aa	18,50	18,50	24,00	5,0
3	Al	18,50	18,50	24,00	5,0
4	Aa	18,50	18,50	24,00	0,0
5	FB	18,50	18,50	24,00	5,0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	17,15	11,93
4	21,68	12,93
5	23,57	13,93
6	25,42	14,93
7	27,54	15,93
8	30,02	16,93
9	32,17	17,93
10	34,25	18,93
11	35,72	19,68
12	39,14	20,03

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 5 (FB)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	8,13
2	0,00	0,00
3	39,14	0,00
4	39,14	14,28
5	30,01	12,33
6	10,97	8,89

Strato N° 2 costituito da terreno n° 3 (Al)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	10,97	8,89
2	30,01	12,33
3	39,14	14,28
4	39,14	19,57
5	34,03	17,42
6	24,98	13,41
7	21,65	12,08
8	19,58	11,42
9	16,47	10,63

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (FRANA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	35,72	19,68
2	34,25	18,93
3	32,17	17,93
4	30,02	16,93
5	27,54	15,93
6	25,42	14,93

n°	X	Y
	[m]	[m]
7	23,57	13,93
8	21,68	12,93
9	17,15	11,93
10	14,59	10,93
11	15,07	10,72
12	15,65	10,60
13	16,47	10,63
14	19,58	11,42
15	21,65	12,08
16	24,98	13,41
17	34,03	17,42
18	34,77	18,04
19	35,34	18,81

Strato N° **4** costituito da terreno n° 4 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	39,14	19,57
2	39,14	20,03
3	35,72	19,68
4	35,34	18,81
5	34,77	18,04
6	34,03	17,42

Strato N° **5** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	16,47	10,63
2	15,65	10,60
3	15,07	10,72
4	14,59	10,93
5	0,00	10,00
6	0,00	8,13
7	10,97	8,89

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	17,15	11,93
4	21,68	12,93
5	23,57	13,93
6	25,42	14,93
7	27,54	15,93
8	30,02	16,93
9	32,17	17,93
10	34,25	18,93
11	35,72	19,68
12	39,14	20,03

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	37.308331
Longitudine	13.753814
Comune	Naro
Provincia	
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48955 - 48956 - 48734 - 48733
Tipo di opera	
Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	200 anni
Accelerazione al suolo a_g	0.844 [m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0	2.76
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.52
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione pendio naturale (β_s)	0.20

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Pendio naturale	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 2.58$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v = 0.00 * k_h = 0.00$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considera una superficie di rottura definita per punti

Coordinate superficie di rottura

n°	X [m]	Y [m]
1	14,59	10,93
2	15,07	10,72
3	15,65	10,60
4	16,47	10,63
5	19,58	11,42
6	21,65	12,08
7	24,98	13,41
8	34,03	17,42
9	34,77	18,04
10	35,34	18,81
11	35,72	19,68

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SPENCER

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	1
Coefficiente di sicurezza minimo	0.983
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
SPENCER	1	0.983	1	0.983	1

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

X_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

X_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di SPENCER (P)

N°	Forma	C _x	C _y	R	X _v	X _m	V	F _s	Caso	Sisma
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc]			
1	G	--	--	--	14,59	35,72	23,72	0.983 (P)	[PC]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espressa in kN

Q carico applicato sulla striscia espressa in kN

N sforzo normale alla base della striscia espressa in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

Numero di strisce	39	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 14,59	Y _v [m]= 10,93
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 35,72	Y _m [m]= 19,68
Coefficiente di sicurezza	F _s = 0.983	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	14,59	10,93	10,93	15,07	11,12	10,72	14,91	10,92	0,52	-23,63	24,00	4
2	15,07	11,12	10,72	15,65	11,34	10,60	15,39	10,95	0,59	-11,69	24,00	4
3	15,65	11,34	10,60	16,06	11,50	10,62	15,86	11,02	0,41	2,10	24,00	4
4	16,06	11,50	10,62	16,47	11,66	10,63	16,27	11,10	0,41	2,10	24,00	4
5	16,47	11,66	10,63	17,15	11,93	10,80	16,81	11,26	0,70	14,25	24,00	4
6	17,15	11,93	10,80	17,76	12,06	10,96	17,45	11,44	0,63	14,25	24,00	4
7	17,76	12,06	10,96	18,36	12,20	11,11	18,06	11,58	0,63	14,25	24,00	4
8	18,36	12,20	11,11	18,97	12,33	11,27	18,67	11,73	0,63	14,25	24,00	4
9	18,97	12,33	11,27	19,58	12,47	11,42	19,28	11,87	0,63	14,25	24,00	4
10	19,58	12,47	11,42	20,27	12,62	11,64	19,92	12,04	0,72	17,68	24,00	4
11	20,27	12,62	11,64	20,96	12,77	11,86	20,61	12,22	0,72	17,68	24,00	4
12	20,96	12,77	11,86	21,65	12,92	12,08	21,30	12,41	0,72	17,68	24,00	4
13	21,65	12,92	12,08	21,68	12,93	12,09	21,66	12,51	0,03	21,77	24,00	4
14	21,68	12,93	12,09	22,31	13,26	12,34	22,00	12,66	0,68	21,77	24,00	4
15	22,31	13,26	12,34	22,94	13,60	12,60	22,63	12,95	0,68	21,77	24,00	4
16	22,94	13,60	12,60	23,57	13,93	12,85	23,26	13,24	0,68	21,77	24,00	4
17	23,57	13,93	12,85	24,04	14,18	13,03	23,81	13,50	0,51	21,77	24,00	4
18	24,04	14,18	13,03	24,51	14,44	13,22	24,28	13,72	0,51	21,77	24,00	4
19	24,51	14,44	13,22	24,98	14,69	13,41	24,75	13,94	0,51	21,77	24,00	4

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
20	24,98	14,69	13,41	25,42	14,93	13,60	25,20	14,16	0,48	23,90	24,00	4
21	25,42	14,93	13,60	25,95	15,18	13,84	25,69	14,39	0,58	23,90	24,00	4
22	25,95	15,18	13,84	26,48	15,43	14,07	26,22	14,63	0,58	23,90	24,00	4
23	26,48	15,43	14,07	27,01	15,68	14,31	26,75	14,87	0,58	23,90	24,00	4
24	27,01	15,68	14,31	27,54	15,93	14,54	27,28	15,12	0,58	23,90	24,00	4
25	27,54	15,93	14,54	28,16	16,18	14,82	27,85	15,37	0,68	23,90	24,00	4
26	28,16	16,18	14,82	28,78	16,43	15,09	28,47	15,63	0,68	23,90	24,00	4
27	28,78	16,43	15,09	29,40	16,68	15,37	29,09	15,89	0,68	23,90	24,00	4
28	29,40	16,68	15,37	30,02	16,93	15,64	29,71	16,16	0,68	23,90	24,00	4
29	30,02	16,93	15,64	30,56	17,18	15,88	30,29	16,41	0,59	23,90	24,00	4
30	30,56	17,18	15,88	31,09	17,43	16,12	30,83	16,65	0,59	23,90	24,00	4
31	31,09	17,43	16,12	31,63	17,68	16,36	31,36	16,90	0,59	23,90	24,00	4
32	31,63	17,68	16,36	32,17	17,93	16,60	31,90	17,14	0,59	23,90	24,00	4
33	32,17	17,93	16,60	32,79	18,23	16,87	32,48	17,41	0,68	23,90	24,00	4
34	32,79	18,23	16,87	33,41	18,53	17,15	33,10	17,69	0,68	23,90	24,00	4
35	33,41	18,53	17,15	34,03	18,82	17,42	33,72	17,98	0,68	23,90	24,00	4
36	34,03	18,82	17,42	34,25	18,93	17,60	34,14	18,19	0,29	39,96	24,00	0
37	34,25	18,93	17,60	34,77	19,20	18,04	34,50	18,44	0,68	39,96	24,00	0
38	34,77	19,20	18,04	35,34	19,49	18,81	35,03	18,86	0,96	53,49	24,00	0
39	35,34	19,49	18,81	35,72	19,68	19,68	35,47	19,33	0,95	66,41	24,00	0

Forze applicate sulle strisce [SPENCER]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	1,76	0,00	3,07	3,52	1,02	0,00	6,85	0,00	-2,36	
2	6,12	0,00	3,95	4,20	3,32	6,85	14,16	-2,36	-4,88	
3	6,19	0,00	2,74	2,91	3,29	14,16	17,32	-4,88	-5,96	
4	7,30	0,00	3,24	3,14	3,87	17,32	20,70	-5,96	-7,13	
5	13,60	0,00	5,22	5,22	7,44	20,70	22,78	-7,13	-7,84	
6	12,56	0,00	4,84	4,74	6,87	22,78	24,61	-7,84	-8,47	
7	12,33	0,00	4,74	4,70	6,74	24,61	26,46	-8,47	-9,11	
8	12,10	0,00	4,64	4,65	6,62	26,46	28,31	-9,11	-9,75	
9	11,87	0,00	4,55	4,61	6,49	28,31	30,18	-9,75	-10,39	
10	12,93	0,00	4,73	5,09	7,19	30,18	31,46	-10,39	-10,83	
11	12,06	0,00	4,36	4,92	6,71	31,46	32,84	-10,83	-11,31	
12	11,20	0,00	3,99	4,75	6,23	32,84	34,33	-11,31	-11,82	
13	0,47	0,00	0,16	0,20	0,27	34,33	34,36	-11,82	-11,83	
14	10,24	0,00	3,45	4,32	5,85	34,36	34,93	-11,83	-12,03	
15	11,20	0,00	3,86	4,51	6,39	34,93	35,32	-12,03	-12,16	
16	12,15	0,00	4,27	4,69	6,93	35,32	35,53	-12,16	-12,23	
17	9,71	0,00	3,46	3,63	5,54	35,53	35,56	-12,23	-12,24	
18	10,28	0,00	3,71	3,74	5,87	35,56	35,47	-12,24	-12,21	
19	10,86	0,00	3,96	3,85	6,20	35,47	35,28	-12,21	-12,15	
20	10,61	0,00	3,82	3,69	6,15	35,28	34,61	-12,15	-11,92	
21	13,07	0,00	4,72	4,49	7,58	34,61	33,73	-11,92	-11,61	
22	13,21	0,00	4,78	4,52	7,66	33,73	32,83	-11,61	-11,30	
23	13,36	0,00	4,85	4,55	7,75	32,83	31,88	-11,30	-10,98	
24	13,51	0,00	4,91	4,58	7,83	31,88	30,91	-10,98	-10,64	
25	15,75	0,00	5,72	5,35	9,13	30,91	29,78	-10,64	-10,25	
26	15,47	0,00	5,60	5,29	8,97	29,78	28,71	-10,25	-9,88	
27	15,18	0,00	5,48	5,24	8,80	28,71	27,71	-9,88	-9,54	
28	14,90	0,00	5,36	5,18	8,64	27,71	26,78	-9,54	-9,22	
29	12,85	0,00	4,62	4,48	7,45	26,78	25,98	-9,22	-8,95	
30	12,97	0,00	4,67	4,50	7,52	25,98	25,16	-8,95	-8,66	
31	13,09	0,00	4,72	4,53	7,59	25,16	24,31	-8,66	-8,37	
32	13,21	0,00	4,77	4,55	7,66	24,31	23,44	-8,37	-8,07	
33	15,44	0,00	5,59	5,29	8,95	23,44	22,38	-8,07	-7,70	
34	15,70	0,00	5,70	5,34	9,11	22,38	21,26	-7,70	-7,32	
35	15,97	0,00	5,82	5,39	9,26	21,26	20,08	-7,32	-6,91	
36	5,56	0,00	2,23	1,01	3,84	20,08	17,16	-6,91	-5,91	
37	11,93	0,00	4,79	2,17	8,25	17,16	10,90	-5,91	-3,75	
38	9,66	0,00	3,25	1,47	8,60	10,90	2,97	-3,75	-1,02	
39	2,38	0,00	0,40	0,18	3,15	2,97	0,01	-1,02	0,00	

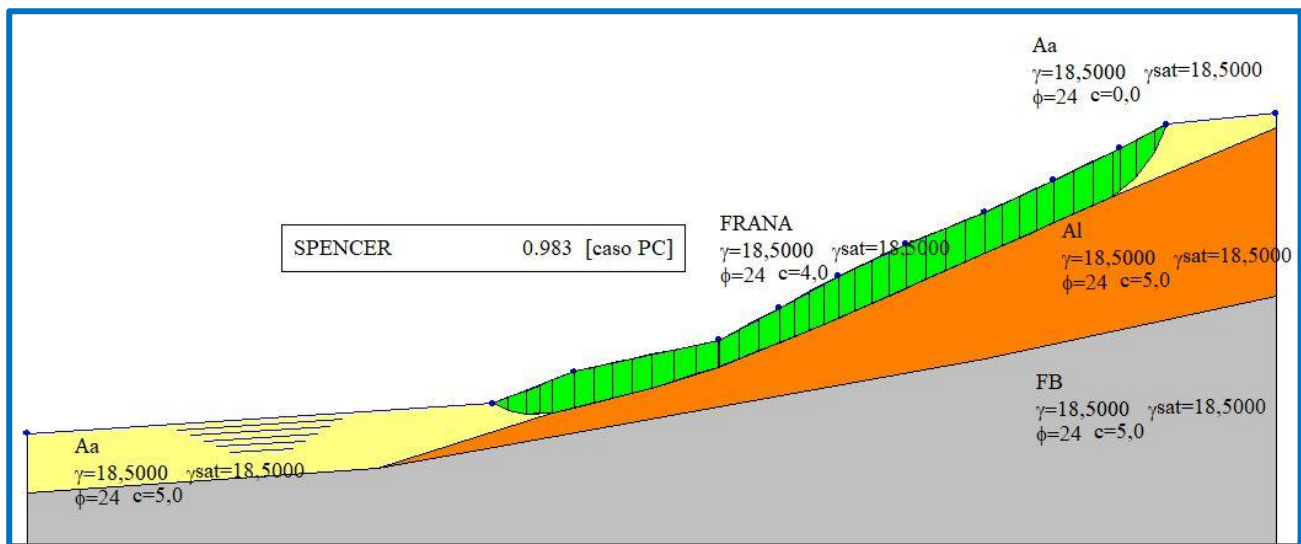


Fig. 1 – Analisi a ritroso delle condizioni di stabilità

3.3. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni statiche

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	FRANA	18,50	18,50	24,00	4,0
2	Aa	18,50	18,50	24,00	5,0
3	Al	18,50	18,50	24,00	5,0
5	FB	18,50	18,50	24,00	10,0
6	RILEVATO	18,00	18,00	35,00	0,0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,93
4	15,86	13,95
5	16,86	13,95
6	32,72	18,20
7	35,39	18,91
8	39,13	19,91

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 5 (FB)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	8,13
2	0,00	0,00
3	39,13	0,00
4	39,13	14,28
5	30,01	12,33
6	19,10	10,36
7	18,86	9,95

n°	X	Y
	[m]	[m]
8	16,83	9,95
9	10,97	8,89

Strato N° **2** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	32,72	18,20
2	16,86	13,95
3	15,86	13,95
4	15,86	10,93
5	17,15	11,93
6	20,42	12,66
7	21,68	12,93
8	23,57	13,93
9	25,42	14,93
10	27,54	15,93
11	30,02	16,93
12	32,17	17,93

Strato N° **3** costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	19,74	11,47
2	21,65	12,08
3	24,98	13,41
4	34,03	17,42
5	34,77	18,04
6	35,39	18,91
7	32,72	18,20
8	32,17	17,93
9	30,02	16,93
10	27,54	15,93
11	25,42	14,93
12	23,57	13,93
13	21,68	12,93
14	20,42	12,66

Strato N° **4** costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	34,03	17,42
2	24,98	13,41
3	21,65	12,08
4	19,74	11,47
5	19,10	10,36
6	30,01	12,33
7	39,13	14,28
8	39,13	19,73

Strato N° **5** costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	10,97	8,89
2	16,83	9,95
3	15,86	9,95
4	15,86	10,61

Strato N° **6** costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,93
2	14,59	10,93
3	15,07	10,72
4	15,65	10,60
5	15,86	10,61

Strato N° **7** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 7

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	16,47	10,63
3	18,86	11,24
4	19,74	11,47

n°	X	Y
	[m]	[m]
5	20,42	12,66
6	17,15	11,93
7	15,86	10,93

Strato N° **8** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 8

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	39,13	19,73
2	39,13	19,91
3	35,39	18,91
4	34,77	18,04
5	34,03	17,42

Strato N° **9** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 9

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	16,83	9,95
2	18,86	9,95
3	19,10	10,36
4	19,74	11,47
5	18,86	11,24
6	16,47	10,63
7	15,86	10,61
8	15,86	9,95

Strato N° **10** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 10

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	15,65	10,60
3	15,07	10,72
4	14,59	10,93
5	0,00	10,00
6	0,00	8,13
7	10,97	8,89

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,94
4	19,40	10,94
5	21,68	12,93
6	23,57	13,93
7	25,42	14,93
8	27,54	15,93
9	30,02	16,93
10	32,17	17,93
11	32,72	18,20
12	35,39	18,91
13	39,13	19,91

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	37.308331
Longitudine	13.753814
Comune	Naro
Provincia	
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48955 - 48956 - 48734 - 48733
Tipo di opera	
Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	200 anni
Accelerazione al suolo a_g	0.844 [m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0	2.76
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.52

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.20
Coefficiente riduzione fronti di scavo (β_s)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Fronti di scavo	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 5.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.00 * k_h = 0.00$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considera una superficie di rottura definita per punti

Coordinate superficie di rottura

n°	X [m]	Y [m]
1	14,59	10,93
2	15,07	10,72
3	15,65	10,60
4	15,86	10,61
5	16,47	10,63
6	18,86	11,24
7	19,74	11,47
8	21,65	12,08
9	24,98	13,41
10	34,03	17,42
11	34,77	18,04
12	35,39	18,91

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SPENCER

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- ascissa di intersezione a valle minore di	12,00	m
- ascissa di intersezione a monte minore di	25,00	m
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	1
Coefficiente di sicurezza minimo	1.145
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
SPENCER	1	1.145	1	1.145	1

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

X_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espressa in m

X_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espressa in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di SPENCER (P)

N°	Forma	C _x	C _y	R	x _v	x _m	V	F _s	Caso	Sisma
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc]			
1	G	--	--	--	14,59	35,39	47,10	1.145 (P)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espressa in kN

Q carico applicato sulla striscia espressa in kN

N sforzo normale alla base della striscia espressa in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espressa in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espressa in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	39		
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 14,59	Y _v [m]= 10,93	
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 35,39	Y _m [m]= 18,91	
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.145		

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	14,59	10,93	10,93	15,07	10,93	10,72	14,91	10,86	0,52	-23,63	19,61	3
2	15,07	10,93	10,72	15,65	10,93	10,60	15,38	10,79	0,59	-11,69	19,61	3
3	15,65	10,93	10,60	15,86	10,93	10,61	15,75	10,77	0,21	2,73	19,61	3
4	15,86	13,95	10,61	16,47	13,95	10,63	16,16	12,28	0,61	1,88	29,26	0
5	16,47	13,95	10,63	16,86	13,95	10,73	16,66	12,31	0,40	14,32	29,26	0
6	16,86	13,95	10,73	17,53	14,13	10,90	17,19	12,43	0,69	14,32	29,26	0
7	17,53	14,13	10,90	18,19	14,31	11,07	17,86	12,60	0,69	14,32	29,26	0
8	18,19	14,31	11,07	18,86	14,49	11,24	18,53	12,78	0,69	14,32	29,26	0
9	18,86	14,49	11,24	19,40	14,63	11,38	19,13	12,93	0,56	14,65	29,26	0
10	19,40	14,63	11,38	19,74	14,72	11,47	19,57	13,05	0,35	14,65	29,26	0
11	19,74	14,72	11,47	20,38	14,89	11,67	20,06	13,19	0,67	17,71	19,61	3
12	20,38	14,89	11,67	21,01	15,06	11,88	20,69	13,38	0,67	17,71	19,61	3
13	21,01	15,06	11,88	21,65	15,23	12,08	21,33	13,56	0,67	17,71	19,61	3
14	21,65	15,23	12,08	21,68	15,24	12,09	21,66	13,66	0,03	21,77	19,61	3
15	21,68	15,24	12,09	22,31	15,41	12,34	21,99	13,77	0,68	21,77	19,61	3
16	22,31	15,41	12,34	22,94	15,58	12,60	22,62	13,98	0,68	21,77	19,61	3
17	22,94	15,58	12,60	23,57	15,75	12,85	23,25	14,19	0,68	21,77	19,61	3
18	23,57	15,75	12,85	24,04	15,87	13,03	23,80	14,38	0,51	21,77	19,61	3
19	24,04	15,87	13,03	24,51	16,00	13,22	24,27	14,53	0,51	21,77	19,61	3

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
20	24,51	16,00	13,22	24,98	16,13	13,41	24,74	14,69	0,51	21,77	19,61	3
21	24,98	16,13	13,41	25,42	16,24	13,60	25,20	14,85	0,48	23,90	19,61	3
22	25,42	16,24	13,60	25,95	16,39	13,84	25,68	15,02	0,58	23,90	19,61	3
23	25,95	16,39	13,84	26,48	16,53	14,07	26,21	15,21	0,58	23,90	19,61	3
24	26,48	16,53	14,07	27,01	16,67	14,31	26,74	15,39	0,58	23,90	19,61	3
25	27,01	16,67	14,31	27,54	16,81	14,54	27,27	15,58	0,58	23,90	19,61	3
26	27,54	16,81	14,54	28,16	16,98	14,82	27,85	15,79	0,68	23,90	19,61	3
27	28,16	16,98	14,82	28,78	17,14	15,09	28,47	16,01	0,68	23,90	19,61	3
28	28,78	17,14	15,09	29,40	17,31	15,37	29,09	16,23	0,68	23,90	19,61	3
29	29,40	17,31	15,37	30,02	17,48	15,64	29,71	16,45	0,68	23,90	19,61	3
30	30,02	17,48	15,64	30,56	17,62	15,88	30,29	16,65	0,59	23,90	19,61	3
31	30,56	17,62	15,88	31,09	17,76	16,12	30,82	16,85	0,59	23,90	19,61	3
32	31,09	17,76	16,12	31,63	17,91	16,36	31,36	17,04	0,59	23,90	19,61	3
33	31,63	17,91	16,36	32,17	18,05	16,60	31,90	17,23	0,59	23,90	19,61	3
34	32,17	18,05	16,60	32,72	18,20	16,84	32,44	17,42	0,60	23,90	19,61	3
35	32,72	18,20	16,84	33,38	18,37	17,13	33,04	17,63	0,72	23,90	19,61	3
36	33,38	18,37	17,13	34,03	18,55	17,42	33,70	17,87	0,72	23,90	19,61	3
37	34,03	18,55	17,42	34,40	18,65	17,73	34,21	18,08	0,48	39,96	19,61	3
38	34,40	18,65	17,73	34,77	18,75	18,04	34,58	18,29	0,48	39,96	19,61	3
39	34,77	18,75	18,04	35,39	18,91	18,91	34,98	18,57	1,07	54,52	19,61	3

Forze applicate sulle strisce [SPENCER]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,93	0,01	1,51	1,93	0,55	0,00	3,12	0,00	-0,78	
2	2,90	0,03	1,90	2,25	1,60	3,12	6,47	-0,78	-1,61	
3	1,26	0,02	0,55	0,76	0,69	6,47	7,22	-1,61	-1,80	
4	36,56	0,00	33,94	16,61	1,92	7,22	24,68	-1,80	-6,15	
5	22,96	0,00	20,09	9,83	1,03	24,68	29,23	-6,15	-7,29	
6	38,70	0,00	34,65	16,95	0,85	29,23	37,32	-7,29	-9,30	
7	38,80	0,00	35,49	17,36	0,00	37,32	45,83	-9,30	-11,43	
8	38,90	0,00	35,58	17,41	0,00	45,83	54,37	-11,43	-13,55	
9	31,57	0,00	28,85	14,11	0,00	54,37	61,08	-13,55	-15,23	
10	19,89	0,00	18,18	8,89	0,00	61,08	65,31	-15,23	-16,28	
11	37,22	0,00	35,00	12,76	0,00	65,31	66,81	-16,28	-16,66	
12	37,00	0,00	33,03	12,14	1,94	66,81	67,74	-16,66	-16,89	
13	36,61	0,00	30,55	11,37	4,24	67,74	67,99	-16,89	-16,95	
14	1,71	0,00	1,37	0,52	0,26	67,99	67,86	-16,95	-16,92	
15	35,52	0,00	28,12	10,64	5,85	67,86	65,20	-16,92	-16,25	
16	34,61	0,00	26,76	10,22	6,39	65,20	62,44	-16,25	-15,57	
17	33,70	0,00	25,40	9,80	6,93	62,44	59,60	-15,57	-14,86	
18	24,55	0,00	18,05	7,03	5,54	59,60	57,42	-14,86	-14,31	
19	24,04	0,00	17,28	6,79	5,87	57,42	55,18	-14,31	-13,76	
20	23,53	0,00	16,50	6,55	6,20	55,18	52,88	-13,76	-13,18	
21	21,49	0,00	14,68	5,91	6,15	52,88	49,93	-13,18	-12,45	
22	25,09	0,00	16,76	6,84	7,58	49,93	46,41	-12,45	-11,57	
23	24,20	0,00	15,84	6,55	7,66	46,41	42,97	-11,57	-10,71	
24	23,32	0,00	14,92	6,26	7,75	42,97	39,60	-10,71	-9,87	
25	22,44	0,00	14,00	5,97	7,83	39,60	36,31	-9,87	-9,05	
26	25,13	0,00	15,33	6,66	9,13	36,31	32,59	-9,05	-8,12	
27	23,91	0,00	14,30	6,34	8,97	32,59	29,06	-8,12	-7,24	
28	22,69	0,00	13,28	6,03	8,80	29,06	25,71	-7,24	-6,41	
29	21,47	0,00	12,25	5,71	8,64	25,71	22,55	-6,41	-5,62	
30	17,63	0,00	9,71	4,66	7,45	22,55	19,93	-5,62	-4,97	
31	16,72	0,00	8,78	4,37	7,52	19,93	17,40	-4,97	-4,34	
32	15,81	0,00	7,85	4,08	7,59	17,40	14,94	-4,34	-3,73	
33	14,91	0,00	6,92	3,80	7,66	14,94	12,57	-3,73	-3,13	
34	14,32	0,00	6,08	3,57	7,95	12,57	10,22	-3,13	-2,55	
35	15,78	0,00	6,31	3,96	9,15	10,22	7,65	-2,55	-1,91	
36	14,38	0,00	5,68	3,77	8,34	7,65	5,48	-1,91	-1,36	
37	7,00	0,00	2,28	2,06	4,84	5,48	2,68	-1,36	-0,67	
38	5,55	0,00	1,65	1,86	3,84	2,68	0,72	-0,67	-0,18	
39	4,04	0,00	-0,76	2,75	3,69	0,72	-0,01	-0,18	0,00	

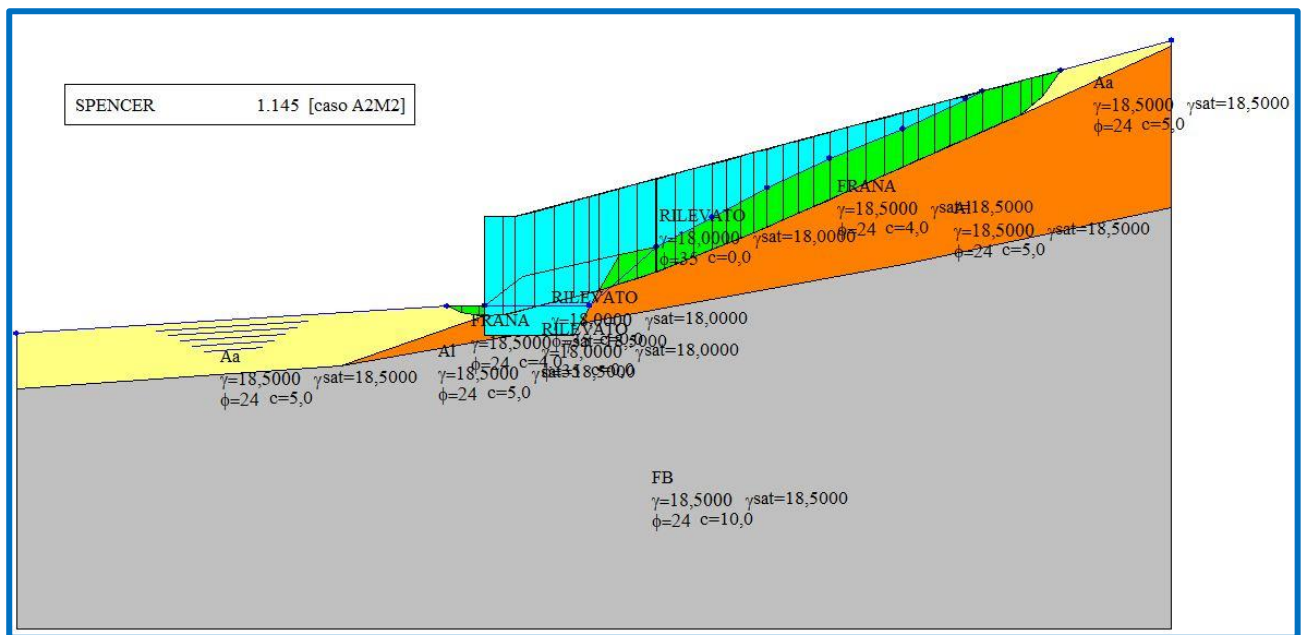


Fig. 1 – Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni statiche

3.4. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni sismiche

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	FRANA	18,50	18,50	24,00	4,0
2	Aa	18,50	18,50	24,00	5,0
3	AI	18,50	18,50	24,00	5,0
5	FB	18,50	18,50	24,00	10,0
6	RILEVATO	18,00	18,00	35,00	0,0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,93
4	15,86	13,95
5	16,86	13,95
6	32,72	18,20
7	35,39	18,91
8	39,13	19,91

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 5 (FB)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	8,13
2	0,00	0,00
3	39,13	0,00
4	39,13	14,28
5	30,01	12,33
6	19,10	10,36
7	18,86	9,95

n°	X	Y
	[m]	[m]
8	16,83	9,95
9	10,97	8,89

Strato N° **2** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	32,72	18,20
2	16,86	13,95
3	15,86	13,95
4	15,86	10,93
5	17,15	11,93
6	20,42	12,66
7	21,68	12,93
8	23,57	13,93
9	25,42	14,93
10	27,54	15,93
11	30,02	16,93
12	32,17	17,93

Strato N° **3** costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	19,74	11,47
2	21,65	12,08
3	24,98	13,41
4	34,03	17,42
5	34,77	18,04
6	35,39	18,91
7	32,72	18,20
8	32,17	17,93
9	30,02	16,93
10	27,54	15,93
11	25,42	14,93
12	23,57	13,93
13	21,68	12,93
14	20,42	12,66

Strato N° **4** costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	34,03	17,42
2	24,98	13,41
3	21,65	12,08
4	19,74	11,47
5	19,10	10,36
6	30,01	12,33
7	39,13	14,28
8	39,13	19,73

Strato N° **5** costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	10,97	8,89
2	16,83	9,95
3	15,86	9,95
4	15,86	10,61

Strato N° **6** costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,93
2	14,59	10,93
3	15,07	10,72
4	15,65	10,60
5	15,86	10,61

Strato N° **7** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 7

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	16,47	10,63
3	18,86	11,24
4	19,74	11,47

n°	X	Y
	[m]	[m]
5	20,42	12,66
6	17,15	11,93
7	15,86	10,93

Strato N° **8** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 8

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	39,13	19,73
2	39,13	19,91
3	35,39	18,91
4	34,77	18,04
5	34,03	17,42

Strato N° **9** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 9

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	16,83	9,95
2	18,86	9,95
3	19,10	10,36
4	19,74	11,47
5	18,86	11,24
6	16,47	10,63
7	15,86	10,61
8	15,86	9,95

Strato N° **10** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 10

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	15,65	10,60
3	15,07	10,72
4	14,59	10,93
5	0,00	10,00
6	0,00	8,13
7	10,97	8,89

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,94
4	19,40	10,94
5	21,68	12,93
6	23,57	13,93
7	25,42	14,93
8	27,54	15,93
9	30,02	16,93
10	32,17	17,93
11	32,72	18,20
12	35,39	18,91
13	39,13	19,91

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	37.308331
Longitudine	13.753814
Comune	Naro
Provincia	
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48955 - 48956 - 48734 - 48733
Tipo di opera	
Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	200 anni
Accelerazione al suolo a_g	0.844 [m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0	2.76
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.52

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.20
Coefficiente riduzione pendio naturale (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Pendio naturale	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 3.10$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.00 * k_h = 0.00$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considera una superficie di rottura definita per punti

Coordinate superficie di rottura

n°	X [m]	Y [m]
1	14,59	10,93
2	15,07	10,72
3	15,65	10,60
4	15,86	10,61
5	16,47	10,63
6	18,86	11,24
7	19,74	11,47
8	21,65	12,08
9	24,98	13,41
10	34,03	17,42
11	34,77	18,04
12	35,39	18,91

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SPENCER

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- ascissa di intersezione a valle minore di	12,00	m
- ascissa di intersezione a monte minore di	25,00	m
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	1
Coefficiente di sicurezza minimo	1.306
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
SPENCER	1	1.306	1	1.306	1

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

X_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

X_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di SPENCER (P)

N°	Forma	C _x	C _y	R	X _v	X _m	V	F _s	Caso	Sisma
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc]			
1	G	--	--	--	14,59	35,39	47,10	1.306 (P)	[PC]	H

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espressa in kN

Q carico applicato sulla striscia espressa in kN

N sforzo normale alla base della striscia espressa in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

Numero di strisce	39	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 14,59	Y _v [m]= 10,93
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 35,39	Y _m [m]= 18,91
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.306	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	14,59	10,93	10,93	15,07	10,93	10,72	14,91	10,86	0,52	-23,63	24,00	4
2	15,07	10,93	10,72	15,65	10,93	10,60	15,38	10,79	0,59	-11,69	24,00	4
3	15,65	10,93	10,60	15,86	10,93	10,61	15,75	10,77	0,21	2,73	24,00	4
4	15,86	13,95	10,61	16,47	13,95	10,63	16,16	12,28	0,61	1,88	35,00	0
5	16,47	13,95	10,63	16,86	13,95	10,73	16,66	12,31	0,40	14,32	35,00	0
6	16,86	13,95	10,73	17,53	14,13	10,90	17,19	12,43	0,69	14,32	35,00	0
7	17,53	14,13	10,90	18,19	14,31	11,07	17,86	12,60	0,69	14,32	35,00	0
8	18,19	14,31	11,07	18,86	14,49	11,24	18,53	12,78	0,69	14,32	35,00	0
9	18,86	14,49	11,24	19,40	14,63	11,38	19,13	12,93	0,56	14,65	35,00	0
10	19,40	14,63	11,38	19,74	14,72	11,47	19,57	13,05	0,35	14,65	35,00	0
11	19,74	14,72	11,47	20,38	14,89	11,67	20,06	13,19	0,67	17,71	24,00	4
12	20,38	14,89	11,67	21,01	15,06	11,88	20,69	13,38	0,67	17,71	24,00	4
13	21,01	15,06	11,88	21,65	15,23	12,08	21,33	13,56	0,67	17,71	24,00	4
14	21,65	15,23	12,08	21,68	15,24	12,09	21,66	13,66	0,03	21,77	24,00	4
15	21,68	15,24	12,09	22,31	15,41	12,34	21,99	13,77	0,68	21,77	24,00	4
16	22,31	15,41	12,34	22,94	15,58	12,60	22,62	13,98	0,68	21,77	24,00	4
17	22,94	15,58	12,60	23,57	15,75	12,85	23,25	14,19	0,68	21,77	24,00	4
18	23,57	15,75	12,85	24,04	15,87	13,03	23,80	14,38	0,51	21,77	24,00	4
19	24,04	15,87	13,03	24,51	16,00	13,22	24,27	14,53	0,51	21,77	24,00	4

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
20	24,51	16,00	13,22	24,98	16,13	13,41	24,74	14,69	0,51	21,77	24,00	4
21	24,98	16,13	13,41	25,42	16,24	13,60	25,20	14,85	0,48	23,90	24,00	4
22	25,42	16,24	13,60	25,95	16,39	13,84	25,68	15,02	0,58	23,90	24,00	4
23	25,95	16,39	13,84	26,48	16,53	14,07	26,21	15,21	0,58	23,90	24,00	4
24	26,48	16,53	14,07	27,01	16,67	14,31	26,74	15,39	0,58	23,90	24,00	4
25	27,01	16,67	14,31	27,54	16,81	14,54	27,27	15,58	0,58	23,90	24,00	4
26	27,54	16,81	14,54	28,16	16,98	14,82	27,85	15,79	0,68	23,90	24,00	4
27	28,16	16,98	14,82	28,78	17,14	15,09	28,47	16,01	0,68	23,90	24,00	4
28	28,78	17,14	15,09	29,40	17,31	15,37	29,09	16,23	0,68	23,90	24,00	4
29	29,40	17,31	15,37	30,02	17,48	15,64	29,71	16,45	0,68	23,90	24,00	4
30	30,02	17,48	15,64	30,56	17,62	15,88	30,29	16,65	0,59	23,90	24,00	4
31	30,56	17,62	15,88	31,09	17,76	16,12	30,82	16,85	0,59	23,90	24,00	4
32	31,09	17,76	16,12	31,63	17,91	16,36	31,36	17,04	0,59	23,90	24,00	4
33	31,63	17,91	16,36	32,17	18,05	16,60	31,90	17,23	0,59	23,90	24,00	4
34	32,17	18,05	16,60	32,72	18,20	16,84	32,44	17,42	0,60	23,90	24,00	4
35	32,72	18,20	16,84	33,38	18,37	17,13	33,04	17,63	0,72	23,90	24,00	4
36	33,38	18,37	17,13	34,03	18,55	17,42	33,70	17,87	0,72	23,90	24,00	4
37	34,03	18,55	17,42	34,40	18,65	17,73	34,21	18,08	0,48	39,96	24,00	4
38	34,40	18,65	17,73	34,77	18,75	18,04	34,58	18,29	0,48	39,96	24,00	4
39	34,77	18,75	18,04	35,39	18,91	18,91	34,98	18,57	1,07	54,52	24,00	4

Forze applicate sulle strisce [SPENCER]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,93	0,01	1,64	2,16	0,55	0,00	3,43	0,00	-0,86	
2	2,90	0,03	1,96	2,48	1,60	3,43	6,99	-0,86	-1,74	
3	1,26	0,02	0,55	0,83	0,69	6,99	7,78	-1,74	-1,94	
4	36,56	0,00	33,88	18,17	1,92	7,78	25,97	-1,94	-6,47	
5	22,96	0,00	19,87	10,65	1,03	25,97	30,73	-6,47	-7,66	
6	38,70	0,00	34,26	18,37	0,85	30,73	39,21	-7,66	-9,77	
7	38,80	0,00	35,09	18,82	0,00	39,21	48,15	-9,77	-12,00	
8	38,90	0,00	35,18	18,87	0,00	48,15	57,11	-12,00	-14,24	
9	31,57	0,00	28,51	15,29	0,00	57,11	64,17	-14,24	-16,00	
10	19,89	0,00	17,97	9,64	0,00	64,17	68,62	-16,00	-17,11	
11	37,22	0,00	34,65	13,86	0,00	68,62	70,14	-17,11	-17,49	
12	37,00	0,00	32,69	13,20	1,94	70,14	71,03	-17,49	-17,71	
13	36,61	0,00	30,24	12,36	4,24	71,03	71,18	-17,71	-17,75	
14	1,71	0,00	1,36	0,56	0,26	71,18	71,05	-17,75	-17,71	
15	35,52	0,00	27,77	11,55	5,85	71,05	68,24	-17,71	-17,01	
16	34,61	0,00	26,42	11,09	6,39	68,24	65,33	-17,01	-16,29	
17	33,70	0,00	25,08	10,63	6,93	65,33	62,32	-16,29	-15,54	
18	24,55	0,00	17,82	7,63	5,54	62,32	60,01	-15,54	-14,96	
19	24,04	0,00	17,05	7,36	5,87	60,01	57,63	-14,96	-14,37	
20	23,53	0,00	16,28	7,10	6,20	57,63	55,19	-14,37	-13,76	
21	21,49	0,00	14,46	6,41	6,15	55,19	52,09	-13,76	-12,99	
22	25,09	0,00	16,52	7,41	7,58	52,09	48,40	-12,99	-12,07	
23	24,20	0,00	15,61	7,10	7,66	48,40	44,79	-12,07	-11,17	
24	23,32	0,00	14,70	6,79	7,75	44,79	41,26	-11,17	-10,29	
25	22,44	0,00	13,78	6,48	7,83	41,26	37,80	-10,29	-9,42	
26	25,13	0,00	15,09	7,22	9,13	37,80	33,89	-9,42	-8,45	
27	23,91	0,00	14,07	6,88	8,97	33,89	30,18	-8,45	-7,52	
28	22,69	0,00	13,06	6,53	8,80	30,18	26,66	-7,52	-6,65	
29	21,47	0,00	12,05	6,19	8,64	26,66	23,34	-6,65	-5,82	
30	17,63	0,00	9,54	5,06	7,45	23,34	20,59	-5,82	-5,13	
31	16,72	0,00	8,62	4,74	7,52	20,59	17,92	-5,13	-4,47	
32	15,81	0,00	7,70	4,43	7,59	17,92	15,34	-4,47	-3,82	
33	14,91	0,00	6,78	4,11	7,66	15,34	12,84	-3,82	-3,20	
34	14,32	0,00	5,95	3,87	7,95	12,84	10,36	-3,20	-2,58	
35	15,78	0,00	6,16	4,30	9,15	10,36	7,65	-2,58	-1,91	
36	14,38	0,00	5,54	4,08	8,34	7,65	5,37	-1,91	-1,34	
37	7,00	0,00	2,16	2,22	4,84	5,37	2,54	-1,34	-0,63	
38	5,55	0,00	1,54	2,00	3,84	2,54	0,59	-0,63	-0,15	
39	4,04	0,00	-0,99	2,94	3,69	0,59	0,01	-0,15	0,00	

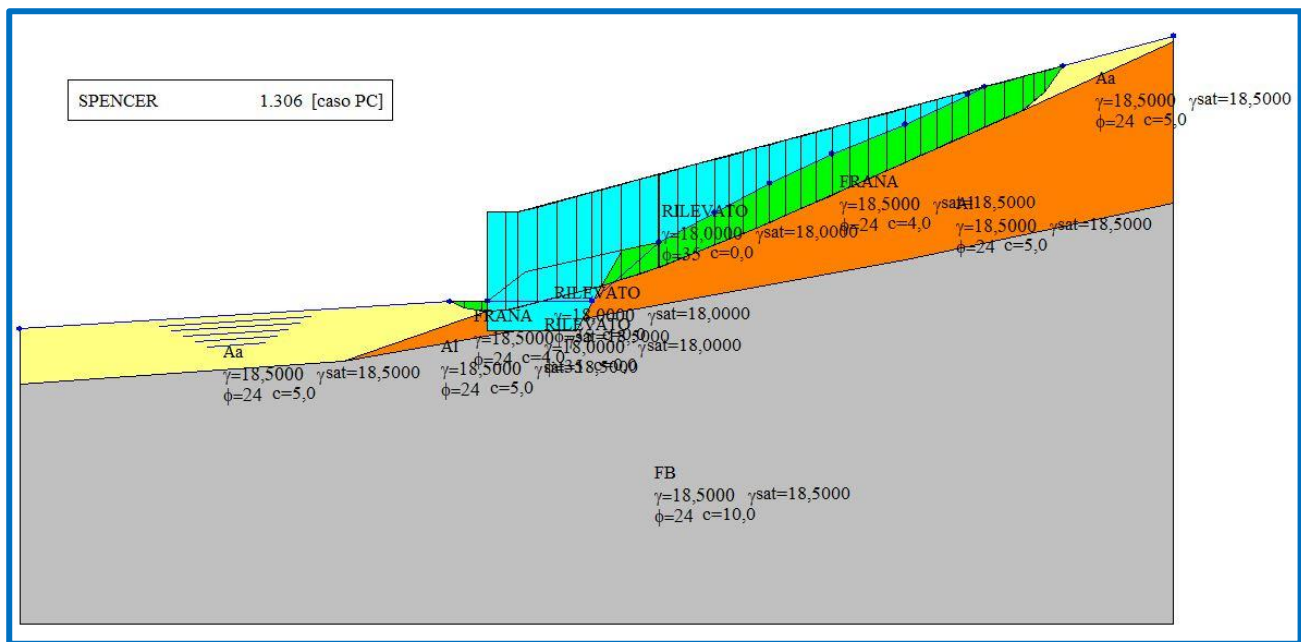


Fig. 1 – Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Condizioni sismiche

3.5. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Stabilità Globale - Condizioni statiche

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	FRANA	18,50	18,50	24,00	4,0
2	Aa	18,50	18,50	24,00	5,0
3	AI	18,50	18,50	24,00	5,0
5	FB	18,50	18,50	24,00	10,0
6	RILEVATO	18,00	18,00	35,00	0,0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,93
4	15,86	13,95
5	16,86	13,95
6	32,72	18,20
7	35,39	18,91
8	39,13	19,91

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 5 (FB)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	8,13
2	0,00	0,00
3	39,13	0,00
4	39,13	14,28
5	30,01	12,33

n°	X	Y
	[m]	[m]
6	19,10	10,36
7	18,86	9,95
8	16,83	9,95
9	10,97	8,89

Strato N° **2** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	32,72	18,20
2	16,86	13,95
3	15,86	13,95
4	15,86	10,93
5	17,15	11,93
6	20,42	12,66
7	21,68	12,93
8	23,57	13,93
9	25,42	14,93
10	27,54	15,93
11	30,02	16,93
12	32,17	17,93

Strato N° **3** costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	19,74	11,47
2	21,65	12,08
3	24,98	13,41
4	34,03	17,42
5	34,77	18,04
6	35,39	18,91
7	32,72	18,20
8	32,17	17,93
9	30,02	16,93
10	27,54	15,93
11	25,42	14,93
12	23,57	13,93
13	21,68	12,93
14	20,42	12,66

Strato N° **4** costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	34,03	17,42
2	24,98	13,41
3	21,65	12,08
4	19,74	11,47
5	19,10	10,36
6	30,01	12,33
7	39,13	14,28
8	39,13	19,73

Strato N° **5** costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	10,97	8,89
2	16,83	9,95
3	15,86	9,95
4	15,86	10,61

Strato N° **6** costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,93
2	14,59	10,93
3	15,07	10,72
4	15,65	10,60
5	15,86	10,61

Strato N° **7** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 7

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	16,47	10,63

n°	X	Y
	[m]	[m]
3	18,86	11,24
4	19,74	11,47
5	20,42	12,66
6	17,15	11,93
7	15,86	10,93

Strato N° **8** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 8

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	39,13	19,73
2	39,13	19,91
3	35,39	18,91
4	34,77	18,04
5	34,03	17,42

Strato N° **9** costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 9

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	16,83	9,95
2	18,86	9,95
3	19,10	10,36
4	19,74	11,47
5	18,86	11,24
6	16,47	10,63
7	15,86	10,61
8	15,86	9,95

Strato N° **10** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 10

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	15,65	10,60
3	15,07	10,72
4	14,59	10,93
5	0,00	10,00
6	0,00	8,13
7	10,97	8,89

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,94
4	19,40	10,94
5	21,68	12,93
6	23,57	13,93
7	25,42	14,93
8	27,54	15,93
9	30,02	16,93
10	32,17	17,93
11	32,72	18,20
12	35,39	18,91
13	39,13	19,91

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	37.308331
Longitudine	13.753814
Comune	Naro
Provincia	
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48955 - 48956 - 48734 - 48733
Tipo di opera	
Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	200 anni
Accelerazione al suolo a_g	0.844 [m/s ²]

Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0	2.76
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.52
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione fronti di scavo (β_s)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Fronti di scavo	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 5.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.00 * k_h = 0.00$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 5,00$	$Y_0 = 15,00$
Passo maglia	[m]	$dX = 2,00$	$dY = 1,00$
Numero passi		$Nx = 14$	$Ny = 20$
Raggio	[m]	$R = 10,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1,00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 15

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SPENCER

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- ascissa di intersezione a valle minore di	12,00	m
- ascissa di intersezione a monte minore di	25,00	m
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate 498
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.144
 Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
SPENCER	498	1.144	1	2.957	498

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di SPENCER (P)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	21,00	29,00	20,00	12,69	38,77	123,63	1.144 (P)	[A2M2]	--
2	C	21,00	28,00	19,00	12,88	38,05	119,27	1.160 (P)	[A2M2]	--
3	C	19,00	34,00	24,00	12,80	38,26	94,75	1.175 (P)	[A2M2]	--
4	C	21,00	27,00	18,00	13,08	37,33	114,87	1.179 (P)	[A2M2]	--
5	C	19,00	33,00	23,00	12,90	37,63	91,59	1.187 (P)	[A2M2]	--
6	C	19,00	32,00	22,00	13,02	36,99	88,44	1.199 (P)	[A2M2]	--
7	C	21,00	26,00	17,00	13,29	36,60	110,45	1.203 (P)	[A2M2]	--
8	C	19,00	31,00	21,00	13,13	36,35	85,29	1.212 (P)	[A2M2]	--
9	C	21,00	24,00	16,00	12,01	36,24	129,29	1.216 (P)	[A2M2]	--
10	C	19,00	23,00	14,00	12,18	32,09	81,97	1.222 (P)	[A2M2]	--
11	C	19,00	30,00	20,00	13,25	35,70	82,14	1.228 (P)	[A2M2]	--
12	C	21,00	25,00	16,00	13,51	35,85	105,99	1.228 (P)	[A2M2]	--
13	C	19,00	29,00	19,00	13,37	35,04	79,00	1.243 (P)	[A2M2]	--
14	C	19,00	34,00	23,00	15,86	36,64	69,09	1.248 (P)	[A2M2]	--
15	C	19,00	22,00	13,00	12,41	31,31	77,83	1.250 (P)	[A2M2]	--
16	C	21,00	23,00	15,00	12,30	35,44	123,71	1.250 (P)	[A2M2]	--
17	C	21,00	31,00	21,00	14,82	38,78	102,49	1.253 (P)	[A2M2]	--
18	C	17,00	26,00	16,00	12,09	30,64	55,30	1.254 (P)	[A2M2]	--
19	C	21,00	24,00	15,00	13,74	35,08	101,49	1.259 (P)	[A2M2]	--
20	C	19,00	28,00	18,00	13,50	34,38	75,86	1.260 (P)	[A2M2]	--
21	C	17,00	34,00	23,00	15,86	34,04	53,53	1.264 (P)	[A2M2]	--
22	C	19,00	33,00	22,00	15,86	36,04	66,62	1.265 (P)	[A2M2]	--
23	C	17,00	25,00	15,00	12,23	29,97	52,51	1.266 (P)	[A2M2]	--
24	C	21,00	30,00	20,00	14,97	38,11	98,97	1.274 (P)	[A2M2]	--
25	C	17,00	33,00	22,00	15,86	33,45	51,38	1.281 (P)	[A2M2]	--
26	C	17,00	24,00	14,00	12,37	29,28	49,73	1.281 (P)	[A2M2]	--
27	C	19,00	27,00	17,00	13,63	33,70	72,71	1.282 (P)	[A2M2]	--
28	C	19,00	21,00	12,00	12,67	30,51	73,62	1.282 (P)	[A2M2]	--
29	C	19,00	32,00	21,00	15,86	35,43	64,17	1.285 (P)	[A2M2]	--
30	C	21,00	22,00	14,00	12,60	34,61	118,08	1.288 (P)	[A2M2]	--
31	C	17,00	23,00	13,00	12,52	28,58	46,93	1.295 (P)	[A2M2]	--
32	C	17,00	32,00	21,00	15,86	32,86	49,26	1.298 (P)	[A2M2]	--
33	C	21,00	29,00	19,00	15,13	37,43	95,46	1.299 (P)	[A2M2]	--
34	C	23,00	24,00	16,00	13,84	38,42	146,44	1.300 (P)	[A2M2]	--
35	C	21,00	23,00	14,00	13,97	34,30	96,95	1.301 (P)	[A2M2]	--
36	C	21,00	33,00	22,00	15,86	38,57	82,66	1.302 (P)	[A2M2]	--
37	C	23,00	23,00	16,00	12,64	38,67	171,67	1.304 (P)	[A2M2]	--
38	C	19,00	31,00	20,00	15,86	34,81	61,73	1.305 (P)	[A2M2]	--
39	C	19,00	26,00	16,00	13,77	33,01	69,56	1.306 (P)	[A2M2]	--
40	C	15,00	34,00	23,00	15,86	31,36	39,16	1.309 (P)	[A2M2]	--
41	C	17,00	22,00	12,00	12,67	27,86	44,13	1.314 (P)	[A2M2]	--
42	C	15,00	33,00	22,00	15,86	30,79	37,32	1.314 (P)	[A2M2]	--
43	C	17,00	31,00	20,00	15,86	32,27	47,15	1.317 (P)	[A2M2]	--
44	C	15,00	32,00	21,00	15,86	30,22	35,51	1.320 (P)	[A2M2]	--
45	C	21,00	32,00	21,00	15,86	37,94	79,83	1.321 (P)	[A2M2]	--
46	C	15,00	31,00	20,00	15,86	29,64	33,72	1.322 (P)	[A2M2]	--
47	C	19,00	20,00	11,00	12,93	29,69	69,32	1.324 (P)	[A2M2]	--
48	C	21,00	28,00	18,00	15,29	36,74	91,94	1.325 (P)	[A2M2]	--
49	C	19,00	30,00	19,00	15,86	34,19	59,30	1.328 (P)	[A2M2]	--
50	C	17,00	21,00	11,00	12,84	27,13	41,30	1.332 (P)	[A2M2]	--
51	C	17,00	30,00	19,00	15,86	31,66	45,06	1.332 (P)	[A2M2]	--
52	C	15,00	30,00	19,00	15,86	29,06	31,94	1.332 (P)	[A2M2]	--
53	C	19,00	25,00	15,00	13,92	32,31	66,40	1.332 (P)	[A2M2]	--

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
54	C	21,00	21,00	13,00	12,91	33,75	112,39	1.336 (P)	[A2M2]	--
55	C	21,00	31,00	20,00	15,86	37,31	77,01	1.341 (P)	[A2M2]	--
56	C	23,00	26,00	17,00	15,13	38,84	127,70	1.342 (P)	[A2M2]	--
57	C	15,00	29,00	18,00	15,86	28,47	30,19	1.346 (P)	[A2M2]	--
58	C	17,00	29,00	18,00	15,86	31,05	42,98	1.348 (P)	[A2M2]	--
59	C	23,00	23,00	15,00	14,13	37,59	140,41	1.350 (P)	[A2M2]	--
60	C	17,00	20,00	10,00	13,01	26,37	38,45	1.353 (P)	[A2M2]	--
61	C	19,00	29,00	18,00	15,86	33,57	56,87	1.355 (P)	[A2M2]	--
62	C	15,00	28,00	17,00	15,86	27,88	28,44	1.355 (P)	[A2M2]	--
63	C	23,00	22,00	15,00	12,99	37,80	164,44	1.356 (P)	[A2M2]	--
64	C	11,00	33,00	22,00	15,86	25,18	14,44	1.356 (P)	[A2M2]	--
65	C	21,00	27,00	17,00	15,45	36,05	88,42	1.357 (P)	[A2M2]	--
66	C	13,00	28,00	17,00	15,86	25,23	17,58	1.357 (P)	[A2M2]	--
67	C	21,00	22,00	13,00	14,22	33,49	92,35	1.359 (P)	[A2M2]	--
68	C	13,00	34,00	23,00	15,86	28,60	26,39	1.360 (P)	[A2M2]	--
69	C	15,00	27,00	16,00	15,86	27,28	26,72	1.361 (P)	[A2M2]	--
70	C	21,00	30,00	19,00	15,86	36,67	74,19	1.362 (P)	[A2M2]	--
71	C	19,00	24,00	14,00	14,07	31,60	63,21	1.363 (P)	[A2M2]	--
72	C	17,00	28,00	17,00	15,86	30,44	40,91	1.365 (P)	[A2M2]	--
73	C	15,00	26,00	15,00	15,86	26,67	25,01	1.369 (P)	[A2M2]	--
74	C	13,00	33,00	22,00	15,86	28,04	24,87	1.371 (P)	[A2M2]	--
75	C	13,00	32,00	21,00	15,86	27,49	23,37	1.372 (P)	[A2M2]	--
76	C	19,00	19,00	10,00	13,22	28,83	64,97	1.374 (P)	[A2M2]	--
77	C	15,00	25,00	14,00	15,86	26,06	23,31	1.376 (P)	[A2M2]	--
78	C	15,00	24,00	13,00	15,86	25,44	21,63	1.377 (P)	[A2M2]	--
79	C	21,00	29,00	18,00	15,86	36,02	71,37	1.382 (P)	[A2M2]	--
80	C	13,00	29,00	18,00	15,86	25,80	18,99	1.383 (P)	[A2M2]	--
81	C	17,00	27,00	16,00	15,86	29,82	38,85	1.384 (P)	[A2M2]	--
82	C	11,00	34,00	23,00	15,86	25,71	15,64	1.385 (P)	[A2M2]	--
83	C	19,00	28,00	17,00	15,86	32,93	54,45	1.386 (P)	[A2M2]	--
84	C	23,00	21,00	15,00	12,03	37,93	189,63	1.391 (P)	[A2M2]	--
85	C	27,00	29,00	15,00	21,28	38,88	38,30	1.393 (P)	[A2M2]	--
86	C	21,00	26,00	16,00	15,62	35,34	84,89	1.394 (P)	[A2M2]	--
87	C	27,00	27,00	14,00	20,10	39,06	54,25	1.394 (P)	[A2M2]	--
88	C	23,00	25,00	16,00	15,38	38,07	122,81	1.395 (P)	[A2M2]	--
89	C	25,00	28,00	16,00	17,19	38,74	69,57	1.395 (P)	[A2M2]	--
90	C	13,00	30,00	19,00	15,86	26,37	20,43	1.397 (P)	[A2M2]	--
91	C	21,00	20,00	12,00	13,24	32,87	106,56	1.398 (P)	[A2M2]	--
92	C	19,00	23,00	13,00	14,23	30,87	60,02	1.398 (P)	[A2M2]	--
93	C	23,00	32,00	20,00	15,86	38,88	69,08	1.400 (P)	[A2M2]	--
94	C	17,00	26,00	15,00	15,86	29,19	36,81	1.405 (P)	[A2M2]	--
95	C	25,00	30,00	17,00	18,36	38,57	51,39	1.406 (P)	[A2M2]	--
96	C	19,00	18,00	10,00	12,09	28,97	81,15	1.407 (P)	[A2M2]	--
97	C	21,00	34,00	22,00	15,86	37,53	60,45	1.412 (P)	[A2M2]	--
98	C	13,00	31,00	20,00	15,86	26,93	21,89	1.413 (P)	[A2M2]	--
99	C	23,00	22,00	14,00	14,44	36,73	134,29	1.413 (P)	[A2M2]	--
100	C	19,00	27,00	16,00	15,86	32,29	52,04	1.417 (P)	[A2M2]	--
101	C	21,00	28,00	17,00	15,86	35,36	68,55	1.418 (P)	[A2M2]	--
102	C	27,00	28,00	14,00	21,40	38,26	36,33	1.420 (P)	[A2M2]	--
103	C	23,00	21,00	14,00	13,36	36,90	157,09	1.421 (P)	[A2M2]	--
104	C	17,00	25,00	14,00	15,86	28,55	34,78	1.425 (P)	[A2M2]	--
105	C	29,00	27,00	12,00	24,32	38,57	25,49	1.428 (P)	[A2M2]	--
106	C	25,00	33,00	19,00	19,78	38,65	35,74	1.429 (P)	[A2M2]	--
107	C	23,00	31,00	19,00	15,86	38,26	66,44	1.429 (P)	[A2M2]	--
108	C	29,00	25,00	11,00	23,20	38,69	38,37	1.429 (P)	[A2M2]	--
109	C	25,00	27,00	15,00	17,37	38,06	66,42	1.430 (P)	[A2M2]	--
110	C	21,00	19,00	12,00	12,26	32,98	126,71	1.430 (P)	[A2M2]	--
111	C	27,00	26,00	13,00	20,29	38,38	51,44	1.431 (P)	[A2M2]	--
112	C	25,00	29,00	16,00	18,49	37,94	49,06	1.432 (P)	[A2M2]	--
113	C	23,00	28,00	18,00	15,86	39,07	108,85	1.433 (P)	[A2M2]	--
114	C	23,00	34,00	21,00	16,76	38,39	48,75	1.435 (P)	[A2M2]	--
115	C	21,00	21,00	12,00	14,48	32,67	87,66	1.437 (P)	[A2M2]	--
116	C	21,00	25,00	15,00	15,80	34,61	81,34	1.437 (P)	[A2M2]	--
117	C	19,00	22,00	12,00	14,40	30,13	56,80	1.439 (P)	[A2M2]	--
118	C	21,00	33,00	21,00	15,86	36,94	58,24	1.439 (P)	[A2M2]	--
119	C	23,00	30,00	19,00	15,86	39,10	89,27	1.444 (P)	[A2M2]	--
120	C	27,00	32,00	17,00	22,77	38,89	24,65	1.445 (P)	[A2M2]	--
121	C	17,00	24,00	13,00	15,86	27,89	32,75	1.446 (P)	[A2M2]	--
122	C	19,00	26,00	15,00	15,86	31,63	49,64	1.451 (P)	[A2M2]	--
123	C	27,00	27,00	13,00	21,54	37,62	34,34	1.452 (P)	[A2M2]	--
124	C	25,00	32,00	18,00	19,85	38,08	34,10	1.453 (P)	[A2M2]	--
125	C	27,00	25,00	13,00	19,22	38,94	70,35	1.454 (P)	[A2M2]	--
126	C	21,00	27,00	16,00	15,86	34,69	65,73	1.456 (P)	[A2M2]	--
127	C	23,00	33,00	20,00	16,89	37,81	46,78	1.459 (P)	[A2M2]	--
128	C	23,00	30,00	18,00	15,86	37,63	63,81	1.459 (P)	[A2M2]	--
129	C	23,00	24,00	15,00	15,64	37,28	117,88	1.461 (P)	[A2M2]	--
130	C	25,00	28,00	15,00	18,62	37,31	46,73	1.462 (P)	[A2M2]	--
131	C	23,00	20,00	14,00	12,45	36,98	180,91	1.462 (P)	[A2M2]	--
132	C	29,00	26,00	11,00	24,45	37,94	23,85	1.465 (P)	[A2M2]	--
133	C	19,00	34,00	22,00	15,86	34,88	47,01	1.468 (P)	[A2M2]	--
134	C	21,00	32,00	20,00	15,86	36,34	56,04	1.469 (P)	[A2M2]	--

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
135	C	25,00	26,00	14,00	17,56	37,37	63,24	1.469 (P)	[A2M2]	--
136	C	27,00	31,00	16,00	22,84	38,32	23,34	1.471 (P)	[A2M2]	--
137	C	17,00	23,00	12,00	15,86	27,23	30,73	1.472 (P)	[A2M2]	--
138	C	27,00	25,00	12,00	20,49	37,68	48,61	1.476 (P)	[A2M2]	--
139	C	29,00	24,00	10,00	23,41	37,98	35,88	1.479 (P)	[A2M2]	--
140	C	23,00	27,00	17,00	15,86	38,36	104,83	1.479 (P)	[A2M2]	--
141	C	31,00	26,00	10,00	27,24	38,88	16,55	1.479 (P)	[A2M2]	--
142	C	25,00	31,00	17,00	19,93	37,50	32,47	1.480 (P)	[A2M2]	--
143	C	23,00	29,00	18,00	15,86	38,43	85,98	1.480 (P)	[A2M2]	--
144	C	21,00	19,00	11,00	13,59	31,95	100,55	1.481 (P)	[A2M2]	--
145	C	23,00	32,00	19,00	16,97	37,22	44,82	1.486 (P)	[A2M2]	--
146	C	19,00	21,00	11,00	14,58	29,36	53,54	1.488 (P)	[A2M2]	--
147	C	27,00	26,00	12,00	21,68	36,98	32,36	1.490 (P)	[A2M2]	--
148	C	23,00	29,00	17,00	15,86	36,99	61,15	1.491 (P)	[A2M2]	--
149	C	19,00	25,00	14,00	15,86	30,96	47,22	1.492 (P)	[A2M2]	--
150	C	21,00	24,00	14,00	15,86	33,88	77,76	1.495 (P)	[A2M2]	--
151	C	17,00	22,00	11,00	15,86	26,55	28,71	1.495 (P)	[A2M2]	--
152	C	19,00	33,00	21,00	15,86	34,31	45,15	1.498 (P)	[A2M2]	--
153	C	25,00	27,00	14,00	18,77	36,66	44,40	1.499 (P)	[A2M2]	--
154	C	27,00	30,00	15,00	22,90	37,76	22,04	1.500 (P)	[A2M2]	--
155	C	21,00	31,00	19,00	15,86	35,73	53,85	1.501 (P)	[A2M2]	--
156	C	23,00	20,00	13,00	13,74	35,97	149,63	1.502 (P)	[A2M2]	--
157	C	21,00	26,00	15,00	15,86	34,02	62,89	1.506 (P)	[A2M2]	--
158	C	27,00	24,00	12,00	19,48	38,19	66,56	1.506 (P)	[A2M2]	--
159	C	29,00	25,00	10,00	24,59	37,30	22,21	1.506 (P)	[A2M2]	--
160	C	23,00	21,00	13,00	14,78	35,85	128,09	1.507 (P)	[A2M2]	--
161	C	25,00	30,00	16,00	20,02	36,91	30,86	1.509 (P)	[A2M2]	--
162	C	25,00	25,00	13,00	17,77	36,66	60,04	1.513 (P)	[A2M2]	--
163	C	23,00	31,00	18,00	17,07	36,63	42,88	1.513 (P)	[A2M2]	--
164	C	29,00	31,00	15,00	25,80	39,09	15,50	1.516 (P)	[A2M2]	--
165	C	23,00	28,00	17,00	15,86	37,75	82,66	1.519 (P)	[A2M2]	--
166	C	23,00	28,00	16,00	15,86	36,34	58,47	1.525 (P)	[A2M2]	--
167	C	29,00	23,00	10,00	22,45	38,45	51,16	1.525 (P)	[A2M2]	--
168	C	27,00	24,00	11,00	20,70	36,96	45,73	1.526 (P)	[A2M2]	--
169	C	19,00	32,00	20,00	15,86	33,73	43,31	1.527 (P)	[A2M2]	--
170	C	17,00	21,00	10,00	15,86	25,86	26,69	1.528 (P)	[A2M2]	--
171	C	21,00	18,00	11,00	12,68	32,00	119,22	1.528 (P)	[A2M2]	--
172	C	17,00	34,00	22,00	15,86	32,15	34,42	1.528 (P)	[A2M2]	--
173	C	27,00	29,00	14,00	22,98	37,18	20,76	1.530 (P)	[A2M2]	--
174	C	21,00	20,00	11,00	14,78	31,81	82,90	1.531 (P)	[A2M2]	--
175	C	23,00	26,00	16,00	15,86	37,62	100,79	1.531 (P)	[A2M2]	--
176	C	21,00	30,00	18,00	15,86	35,12	51,66	1.531 (P)	[A2M2]	--
177	C	27,00	25,00	11,00	21,84	36,32	30,35	1.534 (P)	[A2M2]	--
178	C	19,00	24,00	13,00	15,86	30,29	44,82	1.536 (P)	[A2M2]	--
179	C	25,00	26,00	13,00	18,93	36,00	42,04	1.539 (P)	[A2M2]	--
180	C	23,00	23,00	14,00	15,86	36,47	112,90	1.540 (P)	[A2M2]	--
181	C	25,00	29,00	15,00	20,11	36,32	29,26	1.542 (P)	[A2M2]	--
182	C	29,00	30,00	14,00	25,85	38,54	14,51	1.544 (P)	[A2M2]	--
183	C	23,00	30,00	17,00	17,17	36,03	40,94	1.544 (P)	[A2M2]	--
184	C	19,00	20,00	10,00	14,79	28,57	50,25	1.546 (P)	[A2M2]	--
185	C	23,00	19,00	13,00	12,89	36,00	172,10	1.550 (P)	[A2M2]	--
186	C	17,00	33,00	21,00	15,86	31,59	32,87	1.551 (P)	[A2M2]	--
187	C	19,00	31,00	19,00	15,86	33,14	41,47	1.559 (P)	[A2M2]	--
188	C	21,00	23,00	13,00	15,86	33,12	74,15	1.562 (P)	[A2M2]	--
189	C	23,00	27,00	15,00	15,86	35,68	55,76	1.562 (P)	[A2M2]	--
190	C	21,00	25,00	14,00	15,86	33,33	60,03	1.563 (P)	[A2M2]	--
191	C	27,00	28,00	13,00	23,06	36,60	19,49	1.565 (P)	[A2M2]	--
192	C	23,00	27,00	16,00	15,86	37,06	79,31	1.565 (P)	[A2M2]	--
193	C	25,00	24,00	12,00	18,00	35,93	56,77	1.567 (P)	[A2M2]	--
194	C	27,00	23,00	11,00	19,75	37,41	62,69	1.569 (P)	[A2M2]	--
195	C	21,00	29,00	17,00	15,86	34,51	49,47	1.572 (P)	[A2M2]	--
196	C	23,00	29,00	16,00	17,27	35,43	39,01	1.572 (P)	[A2M2]	--
197	C	29,00	29,00	13,00	25,91	37,99	13,53	1.573 (P)	[A2M2]	--
198	C	17,00	32,00	20,00	15,86	31,03	31,34	1.574 (P)	[A2M2]	--
199	C	25,00	28,00	14,00	20,21	35,72	27,67	1.577 (P)	[A2M2]	--
200	C	25,00	26,00	15,00	16,07	38,65	88,02	1.582 (P)	[A2M2]	--
201	C	25,00	25,00	12,00	19,10	35,33	39,68	1.584 (P)	[A2M2]	--
202	C	19,00	23,00	12,00	15,86	29,59	42,40	1.587 (P)	[A2M2]	--
203	C	27,00	24,00	10,00	22,01	35,65	28,33	1.587 (P)	[A2M2]	--
204	C	27,00	23,00	10,00	20,94	36,22	42,81	1.588 (P)	[A2M2]	--
205	C	23,00	25,00	15,00	15,86	36,88	96,68	1.593 (P)	[A2M2]	--
206	C	19,00	30,00	18,00	15,86	32,55	39,66	1.594 (P)	[A2M2]	--
207	C	21,00	18,00	10,00	13,97	31,00	94,34	1.596 (P)	[A2M2]	--
208	C	23,00	34,00	20,00	18,75	36,44	27,43	1.599 (P)	[A2M2]	--
209	C	23,00	26,00	14,00	15,87	35,01	53,01	1.599 (P)	[A2M2]	--
210	C	17,00	31,00	19,00	15,86	30,47	29,83	1.603 (P)	[A2M2]	--
211	C	27,00	27,00	12,00	23,15	36,01	18,24	1.604 (P)	[A2M2]	--
212	C	25,00	27,00	13,00	20,31	35,12	26,08	1.604 (P)	[A2M2]	--
213	C	13,00	32,00	20,00	15,86	25,27	11,61	1.607 (P)	[A2M2]	--
214	C	23,00	28,00	15,00	17,38	34,81	37,07	1.608 (P)	[A2M2]	--
215	C	29,00	28,00	12,00	25,97	37,43	12,58	1.613 (P)	[A2M2]	--

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
216	C	23,00	18,00	13,00	12,19	35,96	195,70	1.613 (P)	[A2M2]	--
217	C	23,00	19,00	12,00	14,14	35,00	141,88	1.614 (P)	[A2M2]	--
218	C	25,00	34,00	19,00	21,79	37,13	18,57	1.616 (P)	[A2M2]	--
219	C	23,00	26,00	15,00	15,86	36,35	75,92	1.618 (P)	[A2M2]	--
220	C	23,00	33,00	19,00	18,80	35,89	26,11	1.618 (P)	[A2M2]	--
221	C	21,00	28,00	16,00	15,86	33,88	47,29	1.619 (P)	[A2M2]	--
222	C	21,00	34,00	21,00	15,86	35,69	37,78	1.622 (P)	[A2M2]	--
223	C	27,00	26,00	11,00	23,24	35,42	16,99	1.622 (P)	[A2M2]	--
224	C	25,00	25,00	14,00	16,40	37,91	83,85	1.623 (P)	[A2M2]	--
225	C	17,00	30,00	18,00	15,86	29,90	28,34	1.628 (P)	[A2M2]	--
226	C	19,00	29,00	17,00	15,86	31,96	37,86	1.629 (P)	[A2M2]	--
227	C	25,00	23,00	11,00	18,24	35,19	53,44	1.631 (P)	[A2M2]	--
228	C	25,00	20,00	14,00	14,35	39,00	198,33	1.633 (P)	[A2M2]	--
229	C	21,00	24,00	13,00	15,86	32,62	57,14	1.633 (P)	[A2M2]	--
230	C	25,00	24,00	11,00	19,29	34,65	37,28	1.633 (P)	[A2M2]	--
231	C	13,00	33,00	21,00	15,86	25,79	12,55	1.635 (P)	[A2M2]	--
232	C	23,00	20,00	12,00	15,14	34,94	121,70	1.636 (P)	[A2M2]	--
233	C	25,00	21,00	14,00	15,27	38,95	174,40	1.637 (P)	[A2M2]	--
234	C	25,00	33,00	18,00	21,83	36,60	17,54	1.637 (P)	[A2M2]	--
235	C	25,00	32,00	17,00	21,87	36,06	16,53	1.638 (P)	[A2M2]	--
236	C	23,00	25,00	13,00	16,15	34,33	50,22	1.640 (P)	[A2M2]	--
237	C	23,00	32,00	18,00	18,85	35,34	24,81	1.640 (P)	[A2M2]	--
238	C	29,00	27,00	11,00	26,03	36,86	11,64	1.643 (P)	[A2M2]	--
239	C	21,00	17,00	10,00	13,13	30,97	111,84	1.643 (P)	[A2M2]	--
240	C	21,00	22,00	12,00	15,86	32,35	70,48	1.646 (P)	[A2M2]	--
241	C	23,00	22,00	13,00	15,86	35,64	107,83	1.647 (P)	[A2M2]	--
242	C	25,00	26,00	12,00	20,43	34,50	24,49	1.647 (P)	[A2M2]	--
243	C	23,00	27,00	14,00	17,51	34,19	35,14	1.649 (P)	[A2M2]	--
244	C	19,00	22,00	11,00	15,86	28,88	39,97	1.650 (P)	[A2M2]	--
245	C	27,00	22,00	10,00	20,05	36,61	58,72	1.650 (P)	[A2M2]	--
246	C	21,00	33,00	20,00	15,86	35,12	36,15	1.650 (P)	[A2M2]	--
247	C	25,00	31,00	16,00	21,91	35,52	15,54	1.653 (P)	[A2M2]	--
248	C	17,00	29,00	17,00	15,86	29,32	26,87	1.653 (P)	[A2M2]	--
249	C	23,00	18,00	12,00	13,36	34,97	163,20	1.659 (P)	[A2M2]	--
250	C	13,00	34,00	22,00	15,86	26,31	13,51	1.660 (P)	[A2M2]	--
251	C	21,00	19,00	10,00	15,09	30,92	78,01	1.662 (P)	[A2M2]	--
252	C	19,00	28,00	16,00	15,86	31,36	36,07	1.665 (P)	[A2M2]	--
253	C	27,00	25,00	10,00	23,35	34,81	15,75	1.668 (P)	[A2M2]	--
254	C	23,00	24,00	14,00	15,86	36,12	92,49	1.668 (P)	[A2M2]	--
255	C	21,00	27,00	15,00	15,86	33,25	45,10	1.670 (P)	[A2M2]	--
256	C	23,00	31,00	17,00	18,91	34,79	23,52	1.670 (P)	[A2M2]	--
257	C	15,00	27,00	15,00	15,86	25,47	14,77	1.670 (P)	[A2M2]	--
258	C	25,00	25,00	15,00	15,86	39,11	110,99	1.671 (P)	[A2M2]	--
259	C	25,00	24,00	13,00	16,75	37,15	79,65	1.673 (P)	[A2M2]	--
260	C	25,00	19,00	14,00	13,60	38,97	223,52	1.674 (P)	[A2M2]	--
261	C	23,00	25,00	14,00	15,86	35,64	72,47	1.680 (P)	[A2M2]	--
262	C	17,00	28,00	16,00	15,86	28,75	25,42	1.680 (P)	[A2M2]	--
263	C	29,00	26,00	10,00	26,11	36,29	10,71	1.683 (P)	[A2M2]	--
264	C	21,00	32,00	19,00	15,86	34,56	34,54	1.683 (P)	[A2M2]	--
265	C	27,00	23,00	12,00	18,61	38,55	85,86	1.688 (P)	[A2M2]	--
266	C	27,00	34,00	18,00	24,95	37,71	11,14	1.689 (P)	[A2M2]	--
267	C	23,00	24,00	12,00	16,44	33,64	47,42	1.693 (P)	[A2M2]	--
268	C	23,00	26,00	13,00	17,64	33,56	33,22	1.697 (P)	[A2M2]	--
269	C	15,00	28,00	16,00	15,86	26,03	15,90	1.698 (P)	[A2M2]	--
270	C	25,00	25,00	11,00	20,55	33,88	22,91	1.698 (P)	[A2M2]	--
271	C	23,00	30,00	16,00	18,97	34,23	22,25	1.699 (P)	[A2M2]	--
272	C	25,00	30,00	15,00	21,95	34,98	14,57	1.700 (P)	[A2M2]	--
273	C	15,00	34,00	22,00	15,86	29,30	23,11	1.700 (P)	[A2M2]	--
274	C	25,00	23,00	10,00	19,49	33,94	34,85	1.701 (P)	[A2M2]	--
275	C	19,00	27,00	15,00	15,86	30,75	34,29	1.704 (P)	[A2M2]	--
276	C	29,00	22,00	10,00	21,64	38,76	67,69	1.705 (P)	[A2M2]	--
277	C	17,00	27,00	15,00	15,86	28,16	23,98	1.707 (P)	[A2M2]	--
278	C	25,00	22,00	10,00	18,51	34,42	50,04	1.711 (P)	[A2M2]	--
279	C	21,00	23,00	12,00	15,86	31,90	54,21	1.715 (P)	[A2M2]	--
280	C	27,00	33,00	17,00	24,97	37,19	10,39	1.720 (P)	[A2M2]	--
281	C	21,00	31,00	18,00	15,86	33,99	32,95	1.720 (P)	[A2M2]	--
282	C	25,00	22,00	14,00	15,86	38,83	151,35	1.721 (P)	[A2M2]	--
283	C	15,00	29,00	17,00	15,86	26,58	17,05	1.725 (P)	[A2M2]	--
284	C	15,00	33,00	21,00	15,86	28,76	21,85	1.725 (P)	[A2M2]	--
285	C	31,00	29,00	12,00	28,92	38,70	7,63	1.725 (P)	[A2M2]	--
286	C	19,00	21,00	10,00	15,86	28,15	37,52	1.727 (P)	[A2M2]	--
287	C	21,00	26,00	14,00	15,86	32,61	42,91	1.728 (P)	[A2M2]	--
288	C	23,00	29,00	15,00	19,04	33,66	21,00	1.733 (P)	[A2M2]	--
289	C	17,00	26,00	14,00	15,86	27,57	22,56	1.735 (P)	[A2M2]	--
290	C	25,00	23,00	12,00	17,06	36,37	75,39	1.736 (P)	[A2M2]	--
291	C	25,00	24,00	14,00	15,86	38,32	105,95	1.742 (P)	[A2M2]	--
292	C	23,00	24,00	13,00	15,86	34,91	68,96	1.747 (P)	[A2M2]	--
293	C	25,00	29,00	14,00	22,00	34,43	13,63	1.747 (P)	[A2M2]	--
294	C	15,00	30,00	18,00	15,86	27,13	18,22	1.747 (P)	[A2M2]	--
295	C	19,00	26,00	14,00	15,86	30,13	32,53	1.748 (P)	[A2M2]	--
296	C	27,00	32,00	16,00	24,99	36,67	9,66	1.751 (P)	[A2M2]	--

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
297	C	23,00	25,00	12,00	17,78	32,92	31,28	1.751 (P)	[A2M2]	--
298	C	21,00	21,00	11,00	15,86	31,55	66,73	1.752 (P)	[A2M2]	--
299	C	21,00	16,00	10,00	12,46	30,85	129,76	1.754 (P)	[A2M2]	--
300	C	25,00	18,00	14,00	12,98	38,88	249,03	1.755 (P)	[A2M2]	--
301	C	23,00	17,00	12,00	12,72	34,87	184,84	1.756 (P)	[A2M2]	--
302	C	23,00	23,00	11,00	16,75	32,92	44,59	1.759 (P)	[A2M2]	--
303	C	15,00	32,00	20,00	15,86	28,22	20,62	1.760 (P)	[A2M2]	--
304	C	21,00	30,00	17,00	15,86	33,41	31,36	1.760 (P)	[A2M2]	--
305	C	23,00	23,00	13,00	15,86	35,33	88,21	1.760 (P)	[A2M2]	--
306	C	23,00	18,00	11,00	14,57	33,99	134,03	1.761 (P)	[A2M2]	--
307	C	25,00	24,00	10,00	20,69	33,24	21,33	1.762 (P)	[A2M2]	--
308	C	25,00	19,00	13,00	14,81	37,99	189,11	1.763 (P)	[A2M2]	--
309	C	31,00	28,00	11,00	28,96	38,17	6,97	1.763 (P)	[A2M2]	--
310	C	15,00	31,00	19,00	15,86	27,68	19,41	1.769 (P)	[A2M2]	--
311	C	17,00	25,00	13,00	15,86	26,97	21,16	1.770 (P)	[A2M2]	--
312	C	27,00	22,00	11,00	18,95	37,72	80,87	1.777 (P)	[A2M2]	--
313	C	25,00	23,00	14,00	15,86	38,62	128,56	1.777 (P)	[A2M2]	--
314	C	23,00	21,00	12,00	15,86	34,79	102,58	1.778 (P)	[A2M2]	--
315	C	27,00	31,00	15,00	25,01	36,15	8,95	1.782 (P)	[A2M2]	--
316	C	23,00	28,00	14,00	19,11	33,09	19,76	1.787 (P)	[A2M2]	--
317	C	19,00	25,00	13,00	15,86	29,50	30,77	1.792 (P)	[A2M2]	--
318	C	21,00	25,00	13,00	15,86	31,95	40,70	1.793 (P)	[A2M2]	--
319	C	31,00	27,00	10,00	29,00	37,62	6,33	1.802 (P)	[A2M2]	--
320	C	25,00	28,00	13,00	22,05	33,88	12,69	1.803 (P)	[A2M2]	--
321	C	21,00	29,00	16,00	15,86	32,83	29,78	1.803 (P)	[A2M2]	--
322	C	25,00	20,00	13,00	15,69	37,99	166,32	1.806 (P)	[A2M2]	--
323	C	23,00	19,00	11,00	15,53	33,99	115,23	1.812 (P)	[A2M2]	--
324	C	25,00	22,00	11,00	17,36	35,57	71,02	1.812 (P)	[A2M2]	--
325	C	21,00	22,00	11,00	15,86	31,16	51,25	1.813 (P)	[A2M2]	--
326	C	23,00	24,00	11,00	17,93	32,27	29,33	1.816 (P)	[A2M2]	--
327	C	25,00	23,00	13,00	15,86	37,51	100,72	1.817 (P)	[A2M2]	--
328	C	17,00	24,00	12,00	15,86	26,37	19,78	1.820 (P)	[A2M2]	--
329	C	27,00	30,00	14,00	25,03	35,63	8,26	1.821 (P)	[A2M2]	--
330	C	27,00	22,00	12,00	17,86	38,80	106,23	1.823 (P)	[A2M2]	--
331	C	25,00	18,00	13,00	14,11	37,90	212,57	1.825 (P)	[A2M2]	--
332	C	19,00	34,00	21,00	15,86	32,88	27,39	1.826 (P)	[A2M2]	--
333	C	23,00	17,00	11,00	13,86	33,90	153,73	1.831 (P)	[A2M2]	--
334	C	23,00	23,00	12,00	15,86	34,16	65,34	1.832 (P)	[A2M2]	--
335	C	21,00	28,00	15,00	15,86	32,24	28,20	1.836 (P)	[A2M2]	--
336	C	23,00	22,00	10,00	17,01	32,19	41,72	1.839 (P)	[A2M2]	--
337	C	19,00	24,00	12,00	15,86	28,86	29,02	1.843 (P)	[A2M2]	--
338	C	23,00	27,00	13,00	19,18	32,52	18,54	1.846 (P)	[A2M2]	--
339	C	21,00	34,00	20,00	17,93	33,54	18,51	1.854 (P)	[A2M2]	--
340	C	27,00	29,00	13,00	25,06	35,10	7,60	1.861 (P)	[A2M2]	--
341	C	25,00	27,00	12,00	22,10	33,33	11,78	1.861 (P)	[A2M2]	--
342	C	21,00	27,00	14,00	15,93	31,65	26,63	1.866 (P)	[A2M2]	--
343	C	21,00	24,00	12,00	15,86	31,28	38,48	1.867 (P)	[A2M2]	--
344	C	19,00	33,00	20,00	15,86	32,34	26,11	1.870 (P)	[A2M2]	--
345	C	23,00	22,00	12,00	15,86	34,53	83,81	1.871 (P)	[A2M2]	--
346	C	17,00	23,00	11,00	15,86	25,75	18,40	1.874 (P)	[A2M2]	--
347	C	25,00	21,00	13,00	15,86	37,92	144,38	1.877 (P)	[A2M2]	--
348	C	27,00	21,00	10,00	19,31	36,85	75,74	1.889 (P)	[A2M2]	--
349	C	25,00	17,00	14,00	12,45	38,72	274,38	1.889 (P)	[A2M2]	--
350	C	23,00	23,00	10,00	18,10	31,60	27,37	1.890 (P)	[A2M2]	--
351	C	21,00	20,00	10,00	15,86	30,72	62,91	1.890 (P)	[A2M2]	--
352	C	25,00	22,00	12,00	16,10	36,68	95,27	1.891 (P)	[A2M2]	--
353	C	25,00	22,00	13,00	15,86	37,77	122,49	1.893 (P)	[A2M2]	--
354	C	17,00	22,00	10,00	15,86	25,12	17,04	1.896 (P)	[A2M2]	--
355	C	23,00	26,00	12,00	19,27	31,93	17,33	1.901 (P)	[A2M2]	--
356	C	29,00	21,00	10,00	20,96	38,93	85,16	1.902 (P)	[A2M2]	--
357	C	21,00	33,00	19,00	17,96	33,01	17,50	1.908 (P)	[A2M2]	--
358	C	25,00	21,00	10,00	17,69	34,74	66,50	1.912 (P)	[A2M2]	--
359	C	19,00	32,00	19,00	15,86	31,79	24,84	1.915 (P)	[A2M2]	--
360	C	23,00	16,00	12,00	12,20	34,69	206,43	1.916 (P)	[A2M2]	--
361	C	21,00	26,00	13,00	16,12	31,05	25,07	1.916 (P)	[A2M2]	--
362	C	19,00	23,00	11,00	15,86	28,21	27,27	1.918 (P)	[A2M2]	--
363	C	23,00	22,00	11,00	15,86	33,39	61,59	1.922 (P)	[A2M2]	--
364	C	27,00	28,00	12,00	25,08	34,58	6,96	1.924 (P)	[A2M2]	--
365	C	27,00	21,00	11,00	18,26	37,91	100,00	1.930 (P)	[A2M2]	--
366	C	21,00	21,00	10,00	15,86	30,40	48,21	1.937 (P)	[A2M2]	--
367	C	23,00	34,00	19,00	21,12	34,07	10,99	1.945 (P)	[A2M2]	--
368	C	25,00	26,00	11,00	22,17	32,77	10,88	1.946 (P)	[A2M2]	--
369	C	25,00	17,00	13,00	13,54	37,75	235,94	1.950 (P)	[A2M2]	--
370	C	21,00	23,00	11,00	15,86	30,60	36,23	1.952 (P)	[A2M2]	--
371	C	21,00	32,00	18,00	17,99	32,48	16,51	1.958 (P)	[A2M2]	--
372	C	23,00	20,00	11,00	15,86	33,90	97,11	1.959 (P)	[A2M2]	--
373	C	19,00	31,00	18,00	15,86	31,24	23,60	1.961 (P)	[A2M2]	--
374	C	23,00	25,00	11,00	19,36	31,34	16,13	1.962 (P)	[A2M2]	--
375	C	25,00	18,00	12,00	15,30	36,93	179,50	1.980 (P)	[A2M2]	--
376	C	21,00	25,00	12,00	16,32	30,44	23,52	1.980 (P)	[A2M2]	--
377	C	27,00	21,00	12,00	17,22	38,95	127,43	1.982 (P)	[A2M2]	--

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
378	C	23,00	16,00	11,00	13,28	33,72	173,33	1.983 (P)	[A2M2]	--
379	C	25,00	21,00	11,00	16,56	35,82	89,71	1.984 (P)	[A2M2]	--
380	C	23,00	17,00	10,00	15,05	32,92	126,01	1.986 (P)	[A2M2]	--
381	C	15,00	31,00	18,00	15,86	25,24	7,83	1.988 (P)	[A2M2]	--
382	C	25,00	25,00	10,00	22,23	32,20	10,00	1.996 (P)	[A2M2]	--
383	C	27,00	27,00	11,00	25,12	34,05	6,34	1.998 (P)	[A2M2]	--
384	C	15,00	32,00	19,00	15,86	25,75	8,49	2.000 (P)	[A2M2]	--
385	C	21,00	31,00	17,00	18,03	31,95	15,53	2.003 (P)	[A2M2]	--
386	C	23,00	33,00	18,00	21,14	33,56	10,25	2.005 (P)	[A2M2]	--
387	C	19,00	22,00	10,00	15,86	27,55	25,51	2.006 (P)	[A2M2]	--
388	C	19,00	30,00	17,00	15,86	30,69	22,37	2.010 (P)	[A2M2]	--
389	C	23,00	21,00	11,00	15,86	33,70	79,25	2.011 (P)	[A2M2]	--
390	C	15,00	33,00	20,00	15,86	26,26	9,18	2.011 (P)	[A2M2]	--
391	C	15,00	34,00	21,00	15,86	26,76	9,89	2.021 (P)	[A2M2]	--
392	C	23,00	21,00	10,00	15,91	32,59	57,64	2.021 (P)	[A2M2]	--
393	C	23,00	24,00	10,00	19,46	30,74	14,93	2.029 (P)	[A2M2]	--
394	C	25,00	21,00	12,00	15,86	36,88	116,15	2.030 (P)	[A2M2]	--
395	C	21,00	24,00	11,00	16,53	29,82	21,97	2.035 (P)	[A2M2]	--
396	C	25,00	19,00	12,00	15,86	37,00	158,18	2.037 (P)	[A2M2]	--
397	C	29,00	34,00	17,00	28,30	38,09	5,25	2.038 (P)	[A2M2]	--
398	C	21,00	30,00	16,00	18,06	31,41	14,58	2.048 (P)	[A2M2]	--
399	C	21,00	22,00	10,00	15,86	29,90	33,92	2.052 (P)	[A2M2]	--
400	C	19,00	29,00	16,00	15,86	30,13	21,16	2.066 (P)	[A2M2]	--
401	C	27,00	20,00	10,00	18,69	36,98	93,55	2.067 (P)	[A2M2]	--
402	C	25,00	17,00	12,00	14,65	36,78	200,85	2.071 (P)	[A2M2]	--
403	C	23,00	18,00	10,00	15,86	33,00	108,59	2.072 (P)	[A2M2]	--
404	C	25,00	20,00	12,00	15,86	36,98	137,11	2.075 (P)	[A2M2]	--
405	C	23,00	32,00	17,00	21,15	33,05	9,53	2.075 (P)	[A2M2]	--
406	C	27,00	26,00	10,00	25,15	33,51	5,74	2.081 (P)	[A2M2]	--
407	C	17,00	34,00	21,00	15,86	29,93	17,94	2.082 (P)	[A2M2]	--
408	C	29,00	33,00	16,00	28,30	37,59	4,76	2.088 (P)	[A2M2]	--
409	C	21,00	29,00	15,00	18,10	30,87	13,65	2.099 (P)	[A2M2]	--
410	C	29,00	20,00	10,00	20,40	39,00	103,26	2.108 (P)	[A2M2]	--
411	C	21,00	23,00	10,00	16,75	29,18	20,43	2.111 (P)	[A2M2]	--
412	C	25,00	20,00	10,00	17,01	34,93	83,99	2.115 (P)	[A2M2]	--
413	C	17,00	33,00	20,00	15,86	29,40	16,95	2.119 (P)	[A2M2]	--
414	C	23,00	16,00	10,00	14,39	32,75	143,56	2.120 (P)	[A2M2]	--
415	C	27,00	20,00	11,00	17,67	37,99	119,80	2.126 (P)	[A2M2]	--
416	C	19,00	28,00	15,00	15,86	29,57	19,97	2.128 (P)	[A2M2]	--
417	C	17,00	31,00	17,00	17,05	25,46	3,30	2.129 (P)	[A2M2]	--
418	C	17,00	32,00	18,00	17,05	25,96	3,71	2.129 (P)	[A2M2]	--
419	C	17,00	33,00	19,00	17,05	26,46	4,14	2.129 (P)	[A2M2]	--
420	C	21,00	31,00	16,00	20,78	29,19	3,50	2.133 (P)	[A2M2]	--
421	C	21,00	30,00	15,00	20,78	28,69	3,11	2.133 (P)	[A2M2]	--
422	C	23,00	31,00	16,00	21,17	32,53	8,84	2.136 (P)	[A2M2]	--
423	C	17,00	34,00	20,00	17,05	26,96	4,59	2.137 (P)	[A2M2]	--
424	C	21,00	34,00	19,00	20,78	30,69	4,83	2.140 (P)	[A2M2]	--
425	C	21,00	33,00	18,00	20,78	30,19	4,37	2.140 (P)	[A2M2]	--
426	C	21,00	32,00	17,00	20,78	29,69	3,92	2.140 (P)	[A2M2]	--
427	C	21,00	29,00	14,00	20,78	28,19	2,74	2.141 (P)	[A2M2]	--
428	C	21,00	28,00	13,00	20,78	27,69	2,39	2.141 (P)	[A2M2]	--
429	C	29,00	32,00	15,00	28,30	37,08	4,29	2.141 (P)	[A2M2]	--
430	C	25,00	29,00	13,00	24,54	31,89	2,90	2.147 (P)	[A2M2]	--
431	C	21,00	28,00	14,00	18,14	30,33	12,74	2.147 (P)	[A2M2]	--
432	C	25,00	28,00	12,00	24,54	31,39	2,54	2.147 (P)	[A2M2]	--
433	C	25,00	27,00	11,00	24,55	30,89	2,20	2.148 (P)	[A2M2]	--
434	C	17,00	31,00	18,00	15,86	28,35	15,04	2.148 (P)	[A2M2]	--
435	C	17,00	29,00	16,00	15,86	27,28	13,22	2.149 (P)	[A2M2]	--
436	C	17,00	28,00	15,00	15,86	26,75	12,35	2.151 (P)	[A2M2]	--
437	C	17,00	26,00	13,00	15,86	25,67	10,66	2.152 (P)	[A2M2]	--
438	C	17,00	32,00	19,00	15,86	28,88	15,98	2.154 (P)	[A2M2]	--
439	C	17,00	30,00	17,00	15,86	27,82	14,12	2.154 (P)	[A2M2]	--
440	C	17,00	25,00	12,00	15,86	25,12	9,86	2.155 (P)	[A2M2]	--
441	C	17,00	27,00	14,00	15,86	26,21	11,50	2.157 (P)	[A2M2]	--
442	C	23,00	30,00	15,00	21,19	32,01	8,17	2.173 (P)	[A2M2]	--
443	C	27,00	20,00	12,00	16,64	39,00	149,22	2.174 (P)	[A2M2]	--
444	C	25,00	20,00	11,00	15,86	35,96	109,28	2.185 (P)	[A2M2]	--
445	C	29,00	31,00	14,00	28,31	36,58	3,85	2.188 (P)	[A2M2]	--
446	C	19,00	27,00	14,00	15,86	29,00	18,80	2.191 (P)	[A2M2]	--
447	C	23,00	20,00	10,00	15,86	32,84	74,47	2.193 (P)	[A2M2]	--
448	C	19,00	33,00	19,00	17,32	29,92	10,07	2.194 (P)	[A2M2]	--
449	C	23,00	19,00	10,00	15,86	32,97	91,49	2.194 (P)	[A2M2]	--
450	C	19,00	32,00	18,00	17,33	29,40	9,37	2.195 (P)	[A2M2]	--
451	C	23,00	29,00	14,00	21,21	31,49	7,52	2.200 (P)	[A2M2]	--
452	C	19,00	31,00	17,00	17,35	28,89	8,69	2.201 (P)	[A2M2]	--
453	C	19,00	34,00	20,00	17,31	30,43	10,80	2.202 (P)	[A2M2]	--
454	C	19,00	30,00	16,00	17,36	28,38	8,04	2.203 (P)	[A2M2]	--
455	C	19,00	29,00	15,00	17,38	27,86	7,40	2.205 (P)	[A2M2]	--
456	C	19,00	28,00	14,00	17,39	27,35	6,79	2.207 (P)	[A2M2]	--
457	C	21,00	27,00	13,00	18,19	29,78	11,85	2.212 (P)	[A2M2]	--
458	C	19,00	27,00	13,00	17,41	26,83	6,21	2.214 (P)	[A2M2]	--

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
459	C	19,00	26,00	12,00	17,43	26,31	5,64	2.217 (P)	[A2M2]	--
460	C	19,00	25,00	11,00	17,45	25,78	5,10	2.221 (P)	[A2M2]	--
461	C	23,00	28,00	13,00	21,23	30,97	6,89	2.226 (P)	[A2M2]	--
462	C	25,00	34,00	18,00	24,53	34,39	5,06	2.231 (P)	[A2M2]	--
463	C	19,00	24,00	10,00	17,48	25,26	4,58	2.233 (P)	[A2M2]	--
464	C	29,00	30,00	13,00	28,31	36,07	3,43	2.242 (P)	[A2M2]	--
465	C	23,00	26,00	11,00	21,28	29,92	5,71	2.243 (P)	[A2M2]	--
466	C	23,00	27,00	12,00	21,25	30,45	6,29	2.247 (P)	[A2M2]	--
467	C	23,00	25,00	10,00	21,31	29,39	5,15	2.248 (P)	[A2M2]	--
468	C	19,00	26,00	13,00	15,86	28,43	17,64	2.264 (P)	[A2M2]	--
469	C	21,00	26,00	12,00	18,24	29,23	10,98	2.269 (P)	[A2M2]	--
470	C	29,00	29,00	12,00	28,31	35,57	3,04	2.292 (P)	[A2M2]	--
471	C	27,00	19,00	10,00	18,17	36,99	112,04	2.300 (P)	[A2M2]	--
472	C	29,00	19,00	10,00	19,94	38,96	122,17	2.311 (P)	[A2M2]	--
473	C	21,00	25,00	11,00	18,30	28,67	10,13	2.314 (P)	[A2M2]	--
474	C	25,00	33,00	17,00	24,53	33,89	4,58	2.318 (P)	[A2M2]	--
475	C	27,00	19,00	11,00	17,18	37,98	140,41	2.334 (P)	[A2M2]	--
476	C	25,00	19,00	11,00	15,86	36,00	129,21	2.341 (P)	[A2M2]	--
477	C	21,00	24,00	10,00	18,37	28,11	9,29	2.350 (P)	[A2M2]	--
478	C	19,00	25,00	12,00	15,86	27,85	16,50	2.350 (P)	[A2M2]	--
479	C	29,00	28,00	11,00	28,32	35,07	2,67	2.357 (P)	[A2M2]	--
480	C	25,00	19,00	10,00	16,37	35,00	102,01	2.358 (P)	[A2M2]	--
481	C	25,00	18,00	11,00	15,86	35,95	149,48	2.361 (P)	[A2M2]	--
482	C	27,00	19,00	12,00	16,11	38,97	171,99	2.365 (P)	[A2M2]	--
483	C	25,00	17,00	11,00	15,83	35,81	169,20	2.377 (P)	[A2M2]	--
484	C	25,00	30,00	14,00	24,54	32,40	3,29	2.381 (P)	[A2M2]	--
485	C	25,00	32,00	16,00	24,54	33,40	4,12	2.409 (P)	[A2M2]	--
486	C	19,00	24,00	11,00	15,86	27,26	15,36	2.451 (P)	[A2M2]	--
487	C	25,00	31,00	15,00	24,54	32,90	3,69	2.483 (P)	[A2M2]	--
488	C	29,00	27,00	10,00	28,33	34,56	2,32	2.483 (P)	[A2M2]	--
489	C	19,00	23,00	10,00	15,86	26,66	14,24	2.493 (P)	[A2M2]	--
490	C	27,00	18,00	10,00	17,75	36,91	131,02	2.570 (P)	[A2M2]	--
491	C	27,00	18,00	12,00	15,86	38,86	194,81	2.577 (P)	[A2M2]	--
492	C	27,00	18,00	11,00	16,77	37,89	161,29	2.585 (P)	[A2M2]	--
493	C	25,00	18,00	10,00	15,86	34,97	120,97	2.603 (P)	[A2M2]	--
494	C	29,00	18,00	10,00	19,57	38,83	141,06	2.605 (P)	[A2M2]	--
495	C	27,00	17,00	12,00	15,86	38,67	216,92	2.803 (P)	[A2M2]	--
496	C	25,00	17,00	10,00	15,86	34,84	139,80	2.824 (P)	[A2M2]	--
497	C	27,00	17,00	11,00	16,43	37,70	181,80	2.923 (P)	[A2M2]	--
498	C	27,00	17,00	10,00	17,43	36,74	149,69	2.957 (P)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espressa in kN
Q	carico applicato sulla striscia espressa in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	37	
Coordinate del centro	X[m]= 21,00	Y[m]= 29,00
Raggio del cerchio	R[m]= 20,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 12,69	Y _v [m]= 10,81
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 38,77	Y _m [m]= 19,82
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.144	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	12,69	10,81	10,81	13,32	10,85	10,53	13,11	10,73	0,69	-23,56	19,61	4
2	13,32	10,85	10,53	13,96	10,89	10,28	13,67	10,63	0,68	-21,60	19,61	4
3	13,96	10,89	10,28	14,59	10,93	10,06	14,29	10,54	0,67	-19,66	19,61	4
4	14,59	10,93	10,06	15,22	10,93	9,85	14,92	10,44	0,67	-17,74	19,61	4

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
5	15,22	10,93	9,85	15,86	10,93	9,67	15,55	10,34	0,66	-15,84	19,61	5
6	15,86	13,95	9,67	16,36	13,95	9,55	16,11	11,78	0,52	-14,15	19,61	8
7	16,36	13,95	9,55	16,86	13,95	9,43	16,61	11,72	0,51	-12,68	19,61	8
8	16,86	13,95	9,43	17,71	14,18	9,27	17,29	11,71	0,86	-10,71	19,61	8
9	17,71	14,18	9,27	18,55	14,40	9,15	18,13	11,75	0,86	-8,25	19,61	8
10	18,55	14,40	9,15	19,40	14,63	9,06	18,98	11,81	0,85	-5,81	19,61	8
11	19,40	14,63	9,06	20,16	14,83	9,02	19,78	11,89	0,76	-3,50	19,61	8
12	20,16	14,83	9,02	20,92	15,04	9,00	20,54	11,97	0,76	-1,32	19,61	8
13	20,92	15,04	9,00	21,68	15,24	9,01	21,30	12,07	0,76	0,86	19,61	8
14	21,68	15,24	9,01	22,31	15,41	9,04	22,00	12,18	0,63	2,85	19,61	8
15	22,31	15,41	9,04	22,94	15,58	9,09	22,63	12,28	0,63	4,66	19,61	8
16	22,94	15,58	9,09	23,57	15,75	9,17	23,26	12,40	0,63	6,47	19,61	8
17	23,57	15,75	9,17	24,19	15,91	9,26	23,88	12,52	0,62	8,28	19,61	8
18	24,19	15,91	9,26	24,80	16,08	9,36	24,50	12,65	0,63	10,07	19,61	8
19	24,80	16,08	9,36	25,42	16,24	9,49	25,11	12,80	0,63	11,87	19,61	8
20	25,42	16,24	9,49	26,13	16,43	9,67	25,77	12,96	0,73	13,81	19,61	8
21	26,13	16,43	9,67	26,83	16,62	9,87	26,48	13,15	0,73	15,91	19,61	8
22	26,83	16,62	9,87	27,54	16,81	10,10	27,19	13,35	0,74	18,02	19,61	8
23	27,54	16,81	10,10	28,37	17,03	10,41	27,95	13,59	0,88	20,35	19,61	8
24	28,37	17,03	10,41	29,19	17,25	10,76	28,78	13,86	0,90	22,90	19,61	8
25	29,19	17,25	10,76	30,02	17,48	11,15	29,60	14,16	0,92	25,50	19,61	8
26	30,02	17,48	11,15	30,74	17,67	11,53	30,38	14,46	0,81	27,97	19,61	8
27	30,74	17,67	11,53	31,45	17,86	11,95	31,09	14,75	0,83	30,32	19,61	8
28	31,45	17,86	11,95	32,17	18,05	12,41	31,81	15,07	0,85	32,73	19,61	8
29	32,17	18,05	12,41	32,72	18,20	12,79	32,44	15,36	0,67	34,91	19,61	8
30	32,72	18,20	12,79	33,39	18,38	13,30	33,05	15,67	0,84	37,07	19,61	5
31	33,39	18,38	13,30	34,05	18,55	13,85	33,72	16,02	0,87	39,51	19,61	4
32	34,05	18,55	13,85	34,72	18,73	14,45	34,38	16,39	0,90	42,04	19,61	4
33	34,72	18,73	14,45	35,39	18,91	15,11	35,05	16,80	0,94	44,67	19,61	4
34	35,39	18,91	15,11	36,23	19,14	16,04	35,80	17,29	1,26	47,81	19,61	4
35	36,23	19,14	16,04	37,08	19,36	17,10	36,63	17,89	1,36	51,56	19,61	4
36	37,08	19,36	17,10	37,92	19,59	18,34	37,46	18,56	1,50	55,65	19,61	4
37	37,92	19,59	18,34	38,77	19,82	19,82	38,20	19,25	1,70	60,23	19,61	4

Forze applicate sulle strisce [SPENCER]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	1,86	0,00	2,73	3,27	1,07	0,00	5,62	0,00	-1,60	
2	5,42	0,00	4,68	3,84	3,09	5,62	13,56	-1,60	-3,85	
3	8,70	0,00	6,30	4,31	4,89	13,56	23,14	-3,85	-6,57	
4	11,47	0,02	7,52	4,67	6,40	23,14	33,68	-6,57	-9,57	
5	13,72	0,05	8,68	5,82	7,61	33,68	45,76	-9,57	-13,00	
6	39,16	0,00	38,21	15,50	6,73	45,76	76,79	-13,00	-21,82	
7	40,26	0,00	37,91	15,39	7,29	76,79	106,29	-21,82	-30,20	
8	72,04	0,00	65,36	26,38	13,41	106,29	153,79	-30,20	-43,70	
9	77,71	0,00	68,11	27,19	14,50	153,79	198,57	-43,70	-56,42	
10	82,93	0,00	70,82	28,00	15,30	198,57	240,23	-56,42	-68,26	
11	78,81	0,00	63,62	25,14	16,66	240,23	273,94	-68,26	-77,84	
12	82,46	0,00	60,95	24,29	21,81	273,94	303,00	-77,84	-86,10	
13	85,37	0,00	57,97	23,37	26,78	303,00	327,21	-86,10	-92,97	
14	72,71	0,00	46,48	18,88	25,17	327,21	343,77	-92,97	-97,68	
15	74,25	0,00	45,76	18,67	27,04	343,77	357,37	-97,68	-101,54	
16	75,55	0,00	44,99	18,44	28,81	357,37	367,97	-101,54	-104,56	
17	74,99	0,00	43,24	17,82	29,86	367,97	375,44	-104,56	-106,68	
18	75,79	0,00	42,36	17,57	31,45	375,44	380,01	-106,68	-107,98	
19	76,36	0,00	41,42	17,30	32,96	380,01	381,70	-107,98	-108,46	
20	87,90	0,00	46,37	19,53	39,36	381,70	380,17	-108,46	-108,02	
21	87,97	0,00	45,22	19,22	40,79	380,17	375,05	-108,02	-106,57	
22	87,68	0,00	43,93	18,87	42,11	375,05	366,41	-106,57	-104,11	
23	101,66	0,00	49,74	21,65	50,53	366,41	352,05	-104,11	-100,03	
24	100,08	0,00	47,89	21,19	51,48	352,05	333,40	-100,03	-94,73	
25	97,83	0,00	45,72	20,64	52,19	333,40	310,73	-94,73	-88,29	
26	82,46	0,00	37,47	17,34	45,81	310,73	288,05	-88,29	-81,85	
27	79,76	0,00	35,01	16,71	46,33	288,05	262,81	-81,85	-74,68	
28	76,52	0,00	32,26	16,00	46,65	262,81	235,35	-74,68	-66,87	
29	56,19	0,00	22,64	11,74	35,93	235,35	213,01	-66,87	-60,52	
30	64,74	0,00	26,24	12,03	43,01	213,01	183,11	-60,52	-52,03	
31	60,42	0,00	24,49	10,65	41,51	183,11	151,85	-52,03	-43,15	
32	55,50	0,00	21,93	9,97	39,61	151,85	120,69	-43,15	-34,29	
33	49,90	0,00	19,02	9,20	37,20	120,69	90,39	-34,29	-25,68	
34	53,83	0,00	19,27	10,40	42,49	90,39	54,82	-25,68	-15,58	
35	41,79	0,00	13,16	8,85	35,62	54,82	24,83	-15,58	-7,06	
36	27,38	0,00	6,11	7,13	25,70	24,83	4,39	-7,06	-1,25	
37	9,75	0,00	-1,85	5,37	10,37	4,39	0,01	-1,25	0,00	

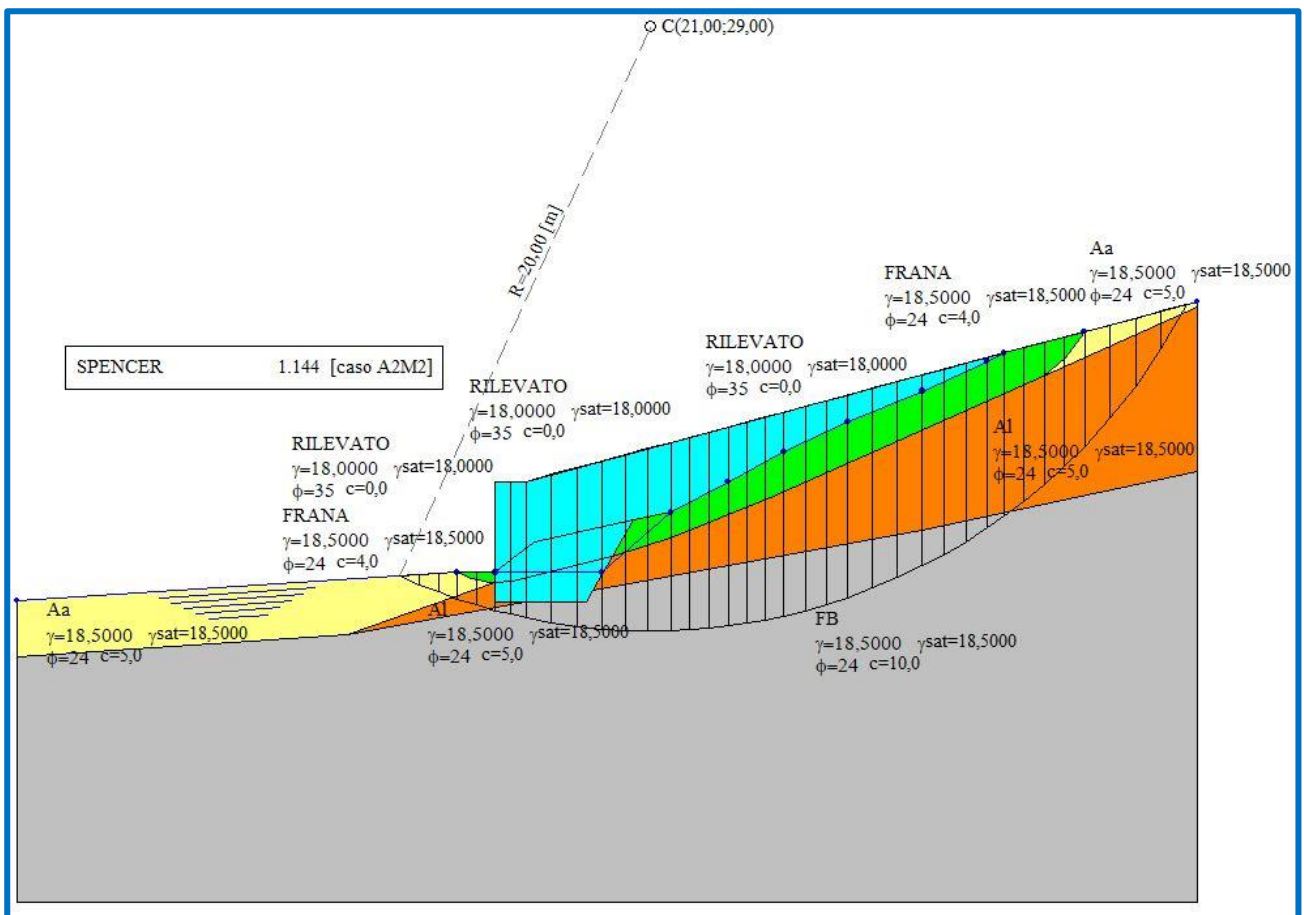


Fig. 1 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minore

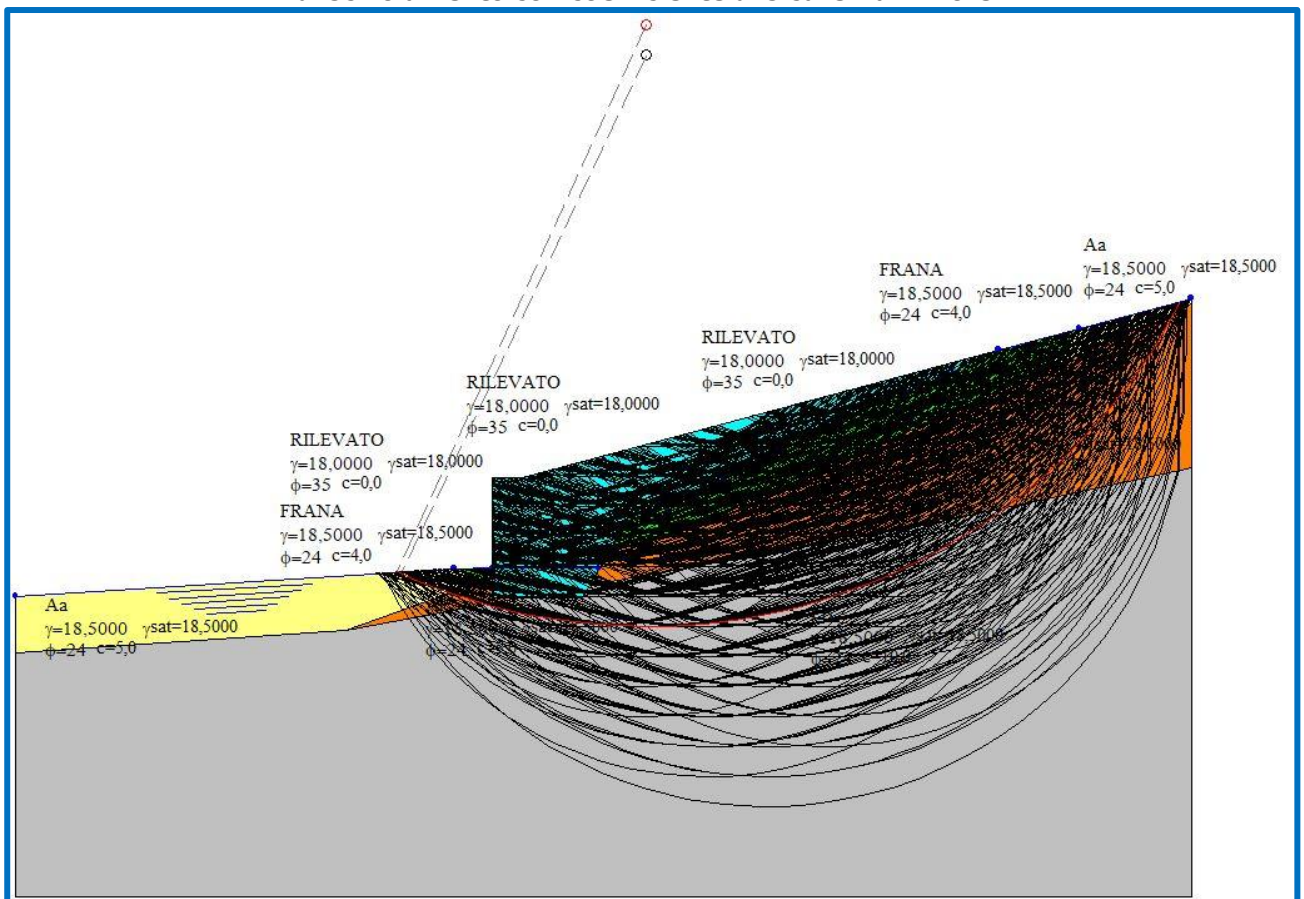


Fig. 2 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superfici analizzate

3.6. Verifica di stabilità a seguito degli interventi – Stabilità Globale - Condizioni sismiche

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	FRANA	18,50	18,50	24,00	4,0
2	Aa	18,50	18,50	24,00	5,0
3	Al	18,50	18,50	24,00	5,0
5	FB	18,50	18,50	24,00	10,0
6	RILEVATO	18,00	18,00	35,00	0,0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,93
4	15,86	13,95
5	16,86	13,95
6	32,72	18,20
7	35,39	18,91
8	39,13	19,91

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 5 (FB)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	8,13
2	0,00	0,00
3	39,13	0,00
4	39,13	14,28
5	30,01	12,33
6	19,10	10,36
7	18,86	9,95
8	16,83	9,95
9	10,97	8,89

Strato N° 2 costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	32,72	18,20
2	16,86	13,95
3	15,86	13,95
4	15,86	10,93
5	17,15	11,93
6	20,42	12,66
7	21,68	12,93
8	23,57	13,93
9	25,42	14,93
10	27,54	15,93
11	30,02	16,93
12	32,17	17,93

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (FRANA)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	19,74	11,47
2	21,65	12,08
3	24,98	13,41

n°	X	Y
	[m]	[m]
4	34,03	17,42
5	34,77	18,04
6	35,39	18,91
7	32,72	18,20
8	32,17	17,93
9	30,02	16,93
10	27,54	15,93
11	25,42	14,93
12	23,57	13,93
13	21,68	12,93
14	20,42	12,66

Strato N° 4 costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	34,03	17,42
2	24,98	13,41
3	21,65	12,08
4	19,74	11,47
5	19,10	10,36
6	30,01	12,33
7	39,13	14,28
8	39,13	19,73

Strato N° 5 costituito da terreno n° 3 (AI)
Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	10,97	8,89
2	16,83	9,95
3	15,86	9,95
4	15,86	10,61

Strato N° 6 costituito da terreno n° 1 (FRANA)
Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,93
2	14,59	10,93
3	15,07	10,72
4	15,65	10,60
5	15,86	10,61

Strato N° 7 costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 7

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	16,47	10,63
3	18,86	11,24
4	19,74	11,47
5	20,42	12,66
6	17,15	11,93
7	15,86	10,93

Strato N° 8 costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 8

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	39,13	19,73
2	39,13	19,91
3	35,39	18,91
4	34,77	18,04
5	34,03	17,42

Strato N° 9 costituito da terreno n° 6 (RILEVATO)
Coordinate dei vertici dello strato n° 9

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	16,83	9,95
2	18,86	9,95
3	19,10	10,36
4	19,74	11,47
5	18,86	11,24
6	16,47	10,63
7	15,86	10,61
8	15,86	9,95

Strato N° **10** costituito da terreno n° 2 (Aa)
Coordinate dei vertici dello strato n° 10

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	15,86	10,61
2	15,65	10,60
3	15,07	10,72
4	14,59	10,93
5	0,00	10,00
6	0,00	8,13
7	10,97	8,89

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	10,00
2	14,59	10,93
3	15,86	10,94
4	19,40	10,94
5	21,68	12,93
6	23,57	13,93
7	25,42	14,93
8	27,54	15,93
9	30,02	16,93
10	32,17	17,93
11	32,72	18,20
12	35,39	18,91
13	39,13	19,91

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	37.308331
Longitudine	13.753814
Comune	Naro
Provincia	
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	48955 - 48956 - 48734 - 48733

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	200 anni
Accelerazione al suolo a_g	0.844 [m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.76
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.52
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.20
Coefficiente riduzione pendio naturale (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Pendio naturale	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 3.10$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.00 * k_h = 0.00$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_t	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura**Superfici di rottura circolari**

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 5,00$	$Y_0 = 15,00$
Passo maglia	[m]	$dX = 2,00$	$dY = 1,00$
Numero passi		$N_x = 14$	$N_y = 20$
Raggio	[m]	$R = 10,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=1,00$ [m] ed un numero di incrementi pari a 15

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SPENCER

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- ascissa di intersezione a valle minore di	12,00	m
- ascissa di intersezione a monte minore di	25,00	m
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate 497

Coefficiente di sicurezza minimo 1.281

Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FSmin	Smin	FSmax	Smax
SPENCER	497	1.281	1	3.048	497

Caratteristiche delle superfici analizzate**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di SPENCER (P)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	21,00	29,00	20,00	12,69	38,77	123,63	1.281 (P)	[PC]	H
2	C	21,00	28,00	19,00	12,88	38,05	119,27	1.300 (P)	[PC]	H
3	C	21,00	27,00	18,00	13,08	37,33	114,87	1.321 (P)	[PC]	H
4	C	19,00	34,00	24,00	12,80	38,26	94,75	1.325 (P)	[PC]	H
5	C	19,00	33,00	23,00	12,90	37,63	91,59	1.339 (P)	[PC]	H
6	C	21,00	26,00	17,00	13,29	36,60	110,45	1.345 (P)	[PC]	H
7	C	19,00	32,00	22,00	13,02	36,99	88,44	1.353 (P)	[PC]	H
8	C	21,00	24,00	16,00	12,01	36,24	129,29	1.359 (P)	[PC]	H
9	C	19,00	31,00	21,00	13,13	36,35	85,29	1.369 (P)	[PC]	H
10	C	21,00	25,00	16,00	13,51	35,85	105,99	1.375 (P)	[PC]	H
11	C	19,00	23,00	14,00	12,18	32,09	81,97	1.376 (P)	[PC]	H
12	C	19,00	30,00	20,00	13,25	35,70	82,14	1.386 (P)	[PC]	H
13	C	21,00	23,00	15,00	12,30	35,44	123,71	1.395 (P)	[PC]	H
14	C	19,00	34,00	23,00	15,86	36,64	69,09	1.402 (P)	[PC]	H
15	C	19,00	29,00	19,00	13,37	35,04	79,00	1.403 (P)	[PC]	H
16	C	21,00	31,00	21,00	14,82	38,78	102,49	1.405 (P)	[PC]	H
17	C	19,00	22,00	13,00	12,41	31,31	77,83	1.406 (P)	[PC]	H
18	C	21,00	24,00	15,00	13,74	35,08	101,49	1.409 (P)	[PC]	H
19	C	19,00	33,00	22,00	15,86	36,04	66,62	1.423 (P)	[PC]	H
20	C	19,00	28,00	18,00	13,50	34,38	75,86	1.426 (P)	[PC]	H
21	C	17,00	26,00	16,00	12,09	30,64	55,30	1.427 (P)	[PC]	H
22	C	21,00	30,00	20,00	14,97	38,11	98,97	1.429 (P)	[PC]	H
23	C	17,00	34,00	23,00	15,86	34,04	53,53	1.430 (P)	[PC]	H
24	C	21,00	22,00	14,00	12,60	34,61	118,08	1.436 (P)	[PC]	H
25	C	23,00	24,00	16,00	13,84	38,42	146,44	1.441 (P)	[PC]	H
26	C	17,00	25,00	15,00	12,23	29,97	52,51	1.442 (P)	[PC]	H
27	C	23,00	23,00	16,00	12,64	38,67	171,67	1.443 (P)	[PC]	H
28	C	19,00	32,00	21,00	15,86	35,43	64,17	1.444 (P)	[PC]	H

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
29	C	19,00	21,00	12,00	12,67	30,51	73,62	1.444 (P)	[PC]	H
30	C	19,00	27,00	17,00	13,63	33,70	72,71	1.449 (P)	[PC]	H
31	C	17,00	33,00	22,00	15,86	33,45	51,38	1.450 (P)	[PC]	H
32	C	21,00	23,00	14,00	13,97	34,30	96,95	1.452 (P)	[PC]	H
33	C	21,00	33,00	22,00	15,86	38,57	82,66	1.455 (P)	[PC]	H
34	C	21,00	29,00	19,00	15,13	37,43	95,46	1.455 (P)	[PC]	H
35	C	17,00	24,00	14,00	12,37	29,28	49,73	1.459 (P)	[PC]	H
36	C	19,00	31,00	20,00	15,86	34,81	61,73	1.467 (P)	[PC]	H
37	C	17,00	32,00	21,00	15,86	32,86	49,26	1.470 (P)	[PC]	H
38	C	19,00	26,00	16,00	13,77	33,01	69,56	1.476 (P)	[PC]	H
39	C	21,00	32,00	21,00	15,86	37,94	79,83	1.476 (P)	[PC]	H
40	C	17,00	23,00	13,00	12,52	28,58	46,93	1.478 (P)	[PC]	H
41	C	21,00	28,00	18,00	15,29	36,74	91,94	1.487 (P)	[PC]	H
42	C	21,00	21,00	13,00	12,91	33,75	112,39	1.487 (P)	[PC]	H
43	C	19,00	20,00	11,00	12,93	29,69	69,32	1.489 (P)	[PC]	H
44	C	17,00	31,00	20,00	15,86	32,27	47,15	1.490 (P)	[PC]	H
45	C	15,00	34,00	23,00	15,86	31,36	39,16	1.490 (P)	[PC]	H
46	C	23,00	23,00	15,00	14,13	37,59	140,41	1.493 (P)	[PC]	H
47	C	23,00	26,00	17,00	15,13	38,84	127,70	1.493 (P)	[PC]	H
48	C	19,00	30,00	19,00	15,86	34,19	59,30	1.494 (P)	[PC]	H
49	C	23,00	22,00	15,00	12,99	37,80	164,44	1.497 (P)	[PC]	H
50	C	15,00	33,00	22,00	15,86	30,79	37,32	1.497 (P)	[PC]	H
51	C	17,00	22,00	12,00	12,67	27,86	44,13	1.498 (P)	[PC]	H
52	C	21,00	31,00	20,00	15,86	37,31	77,01	1.499 (P)	[PC]	H
53	C	15,00	32,00	21,00	15,86	30,22	35,51	1.505 (P)	[PC]	H
54	C	19,00	25,00	15,00	13,92	32,31	66,40	1.506 (P)	[PC]	H
55	C	15,00	31,00	20,00	15,86	29,64	33,72	1.509 (P)	[PC]	H
56	C	17,00	30,00	19,00	15,86	31,66	45,06	1.511 (P)	[PC]	H
57	C	21,00	22,00	13,00	14,22	33,49	92,35	1.516 (P)	[PC]	H
58	C	21,00	30,00	19,00	15,86	36,67	74,19	1.520 (P)	[PC]	H
59	C	17,00	21,00	11,00	12,84	27,13	41,30	1.520 (P)	[PC]	H
60	C	15,00	30,00	19,00	15,86	29,06	31,94	1.521 (P)	[PC]	H
61	C	21,00	27,00	17,00	15,45	36,05	88,42	1.522 (P)	[PC]	H
62	C	19,00	29,00	18,00	15,86	33,57	56,87	1.527 (P)	[PC]	H
63	C	17,00	29,00	18,00	15,86	31,05	42,98	1.529 (P)	[PC]	H
64	C	23,00	21,00	15,00	12,03	37,93	189,63	1.530 (P)	[PC]	H
65	C	27,00	27,00	14,00	20,10	39,06	54,25	1.537 (P)	[PC]	H
66	C	27,00	29,00	15,00	21,28	38,88	38,30	1.537 (P)	[PC]	H
67	C	15,00	29,00	18,00	15,86	28,47	30,19	1.539 (P)	[PC]	H
68	C	25,00	28,00	16,00	17,19	38,74	69,57	1.540 (P)	[PC]	H
69	C	19,00	24,00	14,00	14,07	31,60	63,21	1.541 (P)	[PC]	H
70	C	21,00	29,00	18,00	15,86	36,02	71,37	1.541 (P)	[PC]	H
71	C	19,00	19,00	10,00	13,22	28,83	64,97	1.545 (P)	[PC]	H
72	C	17,00	20,00	10,00	13,01	26,37	38,45	1.546 (P)	[PC]	H
73	C	23,00	25,00	16,00	15,38	38,07	122,81	1.550 (P)	[PC]	H
74	C	17,00	28,00	17,00	15,86	30,44	40,91	1.550 (P)	[PC]	H
75	C	15,00	28,00	17,00	15,86	27,88	28,44	1.550 (P)	[PC]	H
76	C	23,00	32,00	20,00	15,86	38,88	69,08	1.551 (P)	[PC]	H
77	C	21,00	20,00	12,00	13,24	32,87	106,56	1.552 (P)	[PC]	H
78	C	25,00	30,00	17,00	18,36	38,57	51,39	1.553 (P)	[PC]	H
79	C	23,00	22,00	14,00	14,44	36,73	134,29	1.557 (P)	[PC]	H
80	C	11,00	33,00	22,00	15,86	25,18	14,44	1.558 (P)	[PC]	H
81	C	13,00	34,00	23,00	15,86	28,60	26,39	1.559 (P)	[PC]	H
82	C	19,00	28,00	17,00	15,86	32,93	54,45	1.561 (P)	[PC]	H
83	C	13,00	28,00	17,00	15,86	25,23	17,58	1.561 (P)	[PC]	H
84	C	21,00	26,00	16,00	15,62	35,34	84,89	1.563 (P)	[PC]	H
85	C	23,00	21,00	14,00	13,36	36,90	157,09	1.564 (P)	[PC]	H
86	C	15,00	27,00	16,00	15,86	27,28	26,72	1.564 (P)	[PC]	H
87	C	13,00	33,00	22,00	15,86	28,04	24,87	1.566 (P)	[PC]	H
88	C	27,00	28,00	14,00	21,40	38,26	36,33	1.569 (P)	[PC]	H
89	C	21,00	34,00	22,00	15,86	37,53	60,45	1.569 (P)	[PC]	H
90	C	29,00	25,00	11,00	23,20	38,69	38,37	1.571 (P)	[PC]	H
91	C	15,00	26,00	15,00	15,86	26,67	25,01	1.571 (P)	[PC]	H
92	C	17,00	27,00	16,00	15,86	29,82	38,85	1.572 (P)	[PC]	H
93	C	13,00	32,00	21,00	15,86	27,49	23,37	1.572 (P)	[PC]	H
94	C	19,00	18,00	10,00	12,09	28,97	81,15	1.573 (P)	[PC]	H
95	C	29,00	27,00	12,00	24,32	38,57	25,49	1.577 (P)	[PC]	H
96	C	25,00	27,00	15,00	17,37	38,06	66,42	1.578 (P)	[PC]	H
97	C	27,00	26,00	13,00	20,29	38,38	51,44	1.578 (P)	[PC]	H
98	C	15,00	25,00	14,00	15,86	26,06	23,31	1.580 (P)	[PC]	H
99	C	23,00	31,00	19,00	15,86	38,26	66,44	1.580 (P)	[PC]	H
100	C	21,00	28,00	17,00	15,86	35,36	68,55	1.580 (P)	[PC]	H
101	C	19,00	23,00	13,00	14,23	30,87	60,02	1.581 (P)	[PC]	H
102	C	21,00	19,00	12,00	12,26	32,98	126,71	1.582 (P)	[PC]	H
103	C	15,00	24,00	13,00	15,86	25,44	21,63	1.582 (P)	[PC]	H
104	C	25,00	29,00	16,00	18,49	37,94	49,06	1.583 (P)	[PC]	H
105	C	25,00	33,00	19,00	19,78	38,65	35,74	1.584 (P)	[PC]	H
106	C	13,00	29,00	18,00	15,86	25,80	18,99	1.588 (P)	[PC]	H
107	C	11,00	34,00	23,00	15,86	25,71	15,64	1.590 (P)	[PC]	H
108	C	23,00	34,00	21,00	16,76	38,39	48,75	1.592 (P)	[PC]	H
109	C	23,00	28,00	18,00	15,86	39,07	108,85	1.593 (P)	[PC]	H

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
110	C	19,00	27,00	16,00	15,86	32,29	52,04	1.596 (P)	[PC]	H
111	C	17,00	26,00	15,00	15,86	29,19	36,81	1.598 (P)	[PC]	H
112	C	27,00	25,00	13,00	19,22	38,94	70,35	1.599 (P)	[PC]	H
113	C	21,00	33,00	21,00	15,86	36,94	58,24	1.600 (P)	[PC]	H
114	C	21,00	21,00	12,00	14,48	32,67	87,66	1.600 (P)	[PC]	H
115	C	23,00	30,00	19,00	15,86	39,10	89,27	1.601 (P)	[PC]	H
116	C	23,00	20,00	14,00	12,45	36,98	180,91	1.604 (P)	[PC]	H
117	C	27,00	27,00	13,00	21,54	37,62	34,34	1.604 (P)	[PC]	H
118	C	27,00	32,00	17,00	22,77	38,89	24,65	1.604 (P)	[PC]	H
119	C	13,00	30,00	19,00	15,86	26,37	20,43	1.605 (P)	[PC]	H
120	C	25,00	32,00	18,00	19,85	38,08	34,10	1.610 (P)	[PC]	H
121	C	21,00	25,00	15,00	15,80	34,61	81,34	1.612 (P)	[PC]	H
122	C	23,00	30,00	18,00	15,86	37,63	63,81	1.613 (P)	[PC]	H
123	C	29,00	26,00	11,00	24,45	37,94	23,85	1.616 (P)	[PC]	H
124	C	23,00	33,00	20,00	16,89	37,81	46,78	1.617 (P)	[PC]	H
125	C	25,00	28,00	15,00	18,62	37,31	46,73	1.617 (P)	[PC]	H
126	C	23,00	24,00	15,00	15,64	37,28	117,88	1.618 (P)	[PC]	H
127	C	25,00	26,00	14,00	17,56	37,37	63,24	1.619 (P)	[PC]	H
128	C	13,00	31,00	20,00	15,86	26,93	21,89	1.619 (P)	[PC]	H
129	C	17,00	25,00	14,00	15,86	28,55	34,78	1.621 (P)	[PC]	H
130	C	21,00	27,00	16,00	15,86	34,69	65,73	1.623 (P)	[PC]	H
131	C	29,00	24,00	10,00	23,41	37,98	35,88	1.625 (P)	[PC]	H
132	C	27,00	25,00	12,00	20,49	37,68	48,61	1.625 (P)	[PC]	H
133	C	19,00	22,00	12,00	14,40	30,13	56,80	1.626 (P)	[PC]	H
134	C	27,00	31,00	16,00	22,84	38,32	23,34	1.631 (P)	[PC]	H
135	C	21,00	32,00	20,00	15,86	36,34	56,04	1.632 (P)	[PC]	H
136	C	31,00	26,00	10,00	27,24	38,88	16,55	1.635 (P)	[PC]	H
137	C	19,00	26,00	15,00	15,86	31,63	49,64	1.636 (P)	[PC]	H
138	C	23,00	29,00	18,00	15,86	38,43	85,98	1.639 (P)	[PC]	H
139	C	25,00	31,00	17,00	19,93	37,50	32,47	1.641 (P)	[PC]	H
140	C	19,00	34,00	22,00	15,86	34,88	47,01	1.641 (P)	[PC]	H
141	C	21,00	19,00	11,00	13,59	31,95	100,55	1.641 (P)	[PC]	H
142	C	23,00	27,00	17,00	15,86	38,36	104,83	1.642 (P)	[PC]	H
143	C	27,00	26,00	12,00	21,68	36,98	32,36	1.645 (P)	[PC]	H
144	C	23,00	32,00	19,00	16,97	37,22	44,82	1.646 (P)	[PC]	H
145	C	17,00	24,00	13,00	15,86	27,89	32,75	1.647 (P)	[PC]	H
146	C	23,00	20,00	13,00	13,74	35,97	149,63	1.648 (P)	[PC]	H
147	C	23,00	29,00	17,00	15,86	36,99	61,15	1.649 (P)	[PC]	H
148	C	27,00	24,00	12,00	19,48	38,19	66,56	1.653 (P)	[PC]	H
149	C	25,00	27,00	14,00	18,77	36,66	44,40	1.655 (P)	[PC]	H
150	C	23,00	21,00	13,00	14,78	35,85	128,09	1.656 (P)	[PC]	H
151	C	27,00	30,00	15,00	22,90	37,76	22,04	1.662 (P)	[PC]	H
152	C	29,00	25,00	10,00	24,59	37,30	22,21	1.662 (P)	[PC]	H
153	C	25,00	25,00	13,00	17,77	36,66	60,04	1.665 (P)	[PC]	H
154	C	29,00	23,00	10,00	22,45	38,45	51,16	1.667 (P)	[PC]	H
155	C	21,00	31,00	19,00	15,86	35,73	53,85	1.669 (P)	[PC]	H
156	C	19,00	33,00	21,00	15,86	34,31	45,15	1.670 (P)	[PC]	H
157	C	21,00	24,00	14,00	15,86	33,88	77,76	1.671 (P)	[PC]	H
158	C	25,00	30,00	16,00	20,02	36,91	30,86	1.672 (P)	[PC]	H
159	C	23,00	31,00	18,00	17,07	36,63	42,88	1.677 (P)	[PC]	H
160	C	21,00	26,00	15,00	15,86	34,02	62,89	1.678 (P)	[PC]	H
161	C	27,00	24,00	11,00	20,70	36,96	45,73	1.678 (P)	[PC]	H
162	C	17,00	23,00	12,00	15,86	27,23	30,73	1.679 (P)	[PC]	H
163	C	19,00	25,00	14,00	15,86	30,96	47,22	1.679 (P)	[PC]	H
164	C	29,00	31,00	15,00	25,80	39,09	15,50	1.680 (P)	[PC]	H
165	C	19,00	21,00	11,00	14,58	29,36	53,54	1.681 (P)	[PC]	H
166	C	23,00	28,00	17,00	15,86	37,75	82,66	1.682 (P)	[PC]	H
167	C	21,00	18,00	11,00	12,68	32,00	119,22	1.685 (P)	[PC]	H
168	C	23,00	28,00	16,00	15,86	36,34	58,47	1.686 (P)	[PC]	H
169	C	23,00	19,00	13,00	12,89	36,00	172,10	1.691 (P)	[PC]	H
170	C	27,00	25,00	11,00	21,84	36,32	30,35	1.692 (P)	[PC]	H
171	C	27,00	29,00	14,00	22,98	37,18	20,76	1.697 (P)	[PC]	H
172	C	23,00	26,00	16,00	15,86	37,62	100,79	1.697 (P)	[PC]	H
173	C	25,00	26,00	13,00	18,93	36,00	42,04	1.699 (P)	[PC]	H
174	C	21,00	20,00	11,00	14,78	31,81	82,90	1.701 (P)	[PC]	H
175	C	21,00	30,00	18,00	15,86	35,12	51,66	1.702 (P)	[PC]	H
176	C	19,00	32,00	20,00	15,86	33,73	43,31	1.704 (P)	[PC]	H
177	C	17,00	22,00	11,00	15,86	26,55	28,71	1.706 (P)	[PC]	H
178	C	23,00	23,00	14,00	15,86	36,47	112,90	1.707 (P)	[PC]	H
179	C	25,00	29,00	15,00	20,11	36,32	29,26	1.708 (P)	[PC]	H
180	C	23,00	30,00	17,00	17,17	36,03	40,94	1.710 (P)	[PC]	H
181	C	29,00	30,00	14,00	25,85	38,54	14,51	1.711 (P)	[PC]	H
182	C	17,00	34,00	22,00	15,86	32,15	34,42	1.719 (P)	[PC]	H
183	C	27,00	23,00	11,00	19,75	37,41	62,69	1.721 (P)	[PC]	H
184	C	25,00	24,00	12,00	18,00	35,93	56,77	1.725 (P)	[PC]	H
185	C	23,00	27,00	15,00	15,86	35,68	55,76	1.726 (P)	[PC]	H
186	C	19,00	24,00	13,00	15,86	30,29	44,82	1.728 (P)	[PC]	H
187	C	23,00	27,00	16,00	15,86	37,06	79,31	1.732 (P)	[PC]	H
188	C	27,00	28,00	13,00	23,06	36,60	19,49	1.733 (P)	[PC]	H
189	C	17,00	21,00	10,00	15,86	25,86	26,69	1.739 (P)	[PC]	H
190	C	19,00	31,00	19,00	15,86	33,14	41,47	1.740 (P)	[PC]	H

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
191	C	21,00	25,00	14,00	15,86	33,33	60,03	1.740 (P)	[PC]	H
192	C	23,00	29,00	16,00	17,27	35,43	39,01	1.741 (P)	[PC]	H
193	C	25,00	26,00	15,00	16,07	38,65	88,02	1.741 (P)	[PC]	H
194	C	21,00	23,00	13,00	15,86	33,12	74,15	1.743 (P)	[PC]	H
195	C	17,00	33,00	21,00	15,86	31,59	32,87	1.743 (P)	[PC]	H
196	C	29,00	29,00	13,00	25,91	37,99	13,53	1.744 (P)	[PC]	H
197	C	21,00	29,00	17,00	15,86	34,51	49,47	1.744 (P)	[PC]	H
198	C	25,00	25,00	12,00	19,10	35,33	39,68	1.746 (P)	[PC]	H
199	C	27,00	23,00	10,00	20,94	36,22	42,81	1.747 (P)	[PC]	H
200	C	19,00	20,00	10,00	14,79	28,57	50,25	1.747 (P)	[PC]	H
201	C	25,00	28,00	14,00	20,21	35,72	27,67	1.748 (P)	[PC]	H
202	C	27,00	24,00	10,00	22,01	35,65	28,33	1.751 (P)	[PC]	H
203	C	23,00	18,00	13,00	12,19	35,96	195,70	1.756 (P)	[PC]	H
204	C	23,00	19,00	12,00	14,14	35,00	141,88	1.760 (P)	[PC]	H
205	C	21,00	18,00	10,00	13,97	31,00	94,34	1.760 (P)	[PC]	H
206	C	23,00	26,00	14,00	15,87	35,01	53,01	1.764 (P)	[PC]	H
207	C	23,00	25,00	15,00	15,86	36,88	96,68	1.765 (P)	[PC]	H
208	C	25,00	20,00	14,00	14,35	39,00	198,33	1.766 (P)	[PC]	H
209	C	17,00	32,00	20,00	15,86	31,03	31,34	1.771 (P)	[PC]	H
210	C	23,00	34,00	20,00	18,75	36,44	27,43	1.775 (P)	[PC]	H
211	C	25,00	27,00	13,00	20,31	35,12	26,08	1.776 (P)	[PC]	H
212	C	19,00	30,00	18,00	15,86	32,55	39,66	1.778 (P)	[PC]	H
213	C	27,00	27,00	12,00	23,15	36,01	18,24	1.778 (P)	[PC]	H
214	C	23,00	28,00	15,00	17,38	34,81	37,07	1.780 (P)	[PC]	H
215	C	29,00	28,00	12,00	25,97	37,43	12,58	1.783 (P)	[PC]	H
216	C	25,00	25,00	14,00	16,40	37,91	83,85	1.783 (P)	[PC]	H
217	C	25,00	21,00	14,00	15,27	38,95	174,40	1.783 (P)	[PC]	H
218	C	19,00	23,00	12,00	15,86	29,59	42,40	1.786 (P)	[PC]	H
219	C	23,00	26,00	15,00	15,86	36,35	75,92	1.787 (P)	[PC]	H
220	C	25,00	34,00	19,00	21,79	37,13	18,57	1.787 (P)	[PC]	H
221	C	25,00	23,00	11,00	18,24	35,19	53,44	1.791 (P)	[PC]	H
222	C	23,00	20,00	12,00	15,14	34,94	121,70	1.793 (P)	[PC]	H
223	C	21,00	28,00	16,00	15,86	33,88	47,29	1.794 (P)	[PC]	H
224	C	21,00	34,00	21,00	15,86	35,69	37,78	1.796 (P)	[PC]	H
225	C	17,00	31,00	19,00	15,86	30,47	29,83	1.798 (P)	[PC]	H
226	C	23,00	33,00	19,00	18,80	35,89	26,11	1.798 (P)	[PC]	H
227	C	25,00	24,00	11,00	19,29	34,65	37,28	1.801 (P)	[PC]	H
228	C	21,00	17,00	10,00	13,13	30,97	111,84	1.801 (P)	[PC]	H
229	C	27,00	26,00	11,00	23,24	35,42	16,99	1.801 (P)	[PC]	H
230	C	27,00	22,00	10,00	20,05	36,61	58,72	1.802 (P)	[PC]	H
231	C	23,00	18,00	12,00	13,36	34,97	163,20	1.803 (P)	[PC]	H
232	C	25,00	19,00	14,00	13,60	38,97	223,52	1.806 (P)	[PC]	H
233	C	23,00	25,00	13,00	16,15	34,33	50,22	1.808 (P)	[PC]	H
234	C	21,00	24,00	13,00	15,86	32,62	57,14	1.814 (P)	[PC]	H
235	C	23,00	22,00	13,00	15,86	35,64	107,83	1.816 (P)	[PC]	H
236	C	19,00	29,00	17,00	15,86	31,96	37,86	1.817 (P)	[PC]	H
237	C	25,00	33,00	18,00	21,83	36,60	17,54	1.817 (P)	[PC]	H
238	C	25,00	32,00	17,00	21,87	36,06	16,53	1.819 (P)	[PC]	H
239	C	23,00	32,00	18,00	18,85	35,34	24,81	1.820 (P)	[PC]	H
240	C	29,00	27,00	11,00	26,03	36,86	11,64	1.821 (P)	[PC]	H
241	C	25,00	26,00	12,00	20,43	34,50	24,49	1.826 (P)	[PC]	H
242	C	23,00	27,00	14,00	17,51	34,19	35,14	1.826 (P)	[PC]	H
243	C	13,00	32,00	20,00	15,86	25,27	11,61	1.828 (P)	[PC]	H
244	C	21,00	33,00	20,00	15,86	35,12	36,15	1.830 (P)	[PC]	H
245	C	25,00	25,00	15,00	15,86	39,11	110,99	1.833 (P)	[PC]	H
246	C	17,00	30,00	18,00	15,86	29,90	28,34	1.834 (P)	[PC]	H
247	C	25,00	31,00	16,00	21,91	35,52	15,54	1.835 (P)	[PC]	H
248	C	21,00	22,00	12,00	15,86	32,35	70,48	1.836 (P)	[PC]	H
249	C	25,00	24,00	13,00	16,75	37,15	79,65	1.836 (P)	[PC]	H
250	C	21,00	19,00	10,00	15,09	30,92	78,01	1.839 (P)	[PC]	H
251	C	27,00	23,00	12,00	18,61	38,55	85,86	1.841 (P)	[PC]	H
252	C	23,00	24,00	14,00	15,86	36,12	92,49	1.842 (P)	[PC]	H
253	C	27,00	25,00	10,00	23,35	34,81	15,75	1.847 (P)	[PC]	H
254	C	21,00	27,00	15,00	15,86	33,25	45,10	1.849 (P)	[PC]	H
255	C	23,00	25,00	14,00	15,86	35,64	72,47	1.852 (P)	[PC]	H
256	C	29,00	22,00	10,00	21,64	38,76	67,69	1.855 (P)	[PC]	H
257	C	23,00	31,00	17,00	18,91	34,79	23,52	1.855 (P)	[PC]	H
258	C	19,00	28,00	16,00	15,86	31,36	36,07	1.856 (P)	[PC]	H
259	C	19,00	22,00	11,00	15,86	28,88	39,97	1.857 (P)	[PC]	H
260	C	13,00	33,00	21,00	15,86	25,79	12,55	1.857 (P)	[PC]	H
261	C	29,00	26,00	10,00	26,11	36,29	10,71	1.862 (P)	[PC]	H
262	C	17,00	29,00	17,00	15,86	29,32	26,87	1.863 (P)	[PC]	H
263	C	23,00	24,00	12,00	16,44	33,64	47,42	1.864 (P)	[PC]	H
264	C	21,00	32,00	19,00	15,86	34,56	34,54	1.868 (P)	[PC]	H
265	C	25,00	22,00	10,00	18,51	34,42	50,04	1.873 (P)	[PC]	H
266	C	25,00	23,00	10,00	19,49	33,94	34,85	1.875 (P)	[PC]	H
267	C	23,00	26,00	13,00	17,64	33,56	33,22	1.878 (P)	[PC]	H
268	C	27,00	34,00	18,00	24,95	37,71	11,14	1.879 (P)	[PC]	H
269	C	25,00	22,00	14,00	15,86	38,83	151,35	1.879 (P)	[PC]	H
270	C	25,00	18,00	14,00	12,98	38,88	249,03	1.882 (P)	[PC]	H
271	C	25,00	25,00	11,00	20,55	33,88	22,91	1.882 (P)	[PC]	H

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
272	C	13,00	34,00	22,00	15,86	26,31	13,51	1.883 (P)	[PC]	H
273	C	25,00	30,00	15,00	21,95	34,98	14,57	1.884 (P)	[PC]	H
274	C	23,00	30,00	16,00	18,97	34,23	22,25	1.886 (P)	[PC]	H
275	C	17,00	28,00	16,00	15,86	28,75	25,42	1.893 (P)	[PC]	H
276	C	23,00	17,00	12,00	12,72	34,87	184,84	1.894 (P)	[PC]	H
277	C	25,00	19,00	13,00	14,81	37,99	189,11	1.896 (P)	[PC]	H
278	C	15,00	27,00	15,00	15,86	25,47	14,77	1.899 (P)	[PC]	H
279	C	19,00	27,00	15,00	15,86	30,75	34,29	1.899 (P)	[PC]	H
280	C	21,00	23,00	12,00	15,86	31,90	54,21	1.900 (P)	[PC]	H
281	C	25,00	23,00	12,00	17,06	36,37	75,39	1.902 (P)	[PC]	H
282	C	21,00	31,00	18,00	15,86	33,99	32,95	1.903 (P)	[PC]	H
283	C	25,00	24,00	14,00	15,86	38,32	105,95	1.907 (P)	[PC]	H
284	C	21,00	16,00	10,00	12,46	30,85	129,76	1.908 (P)	[PC]	H
285	C	23,00	18,00	11,00	14,57	33,99	134,03	1.908 (P)	[PC]	H
286	C	27,00	33,00	17,00	24,97	37,19	10,39	1.911 (P)	[PC]	H
287	C	21,00	26,00	14,00	15,86	32,61	42,91	1.912 (P)	[PC]	H
288	C	31,00	29,00	12,00	28,92	38,70	7,63	1.916 (P)	[PC]	H
289	C	15,00	34,00	22,00	15,86	29,30	23,11	1.921 (P)	[PC]	H
290	C	23,00	24,00	13,00	15,86	34,91	68,96	1.924 (P)	[PC]	H
291	C	23,00	29,00	15,00	19,04	33,66	21,00	1.924 (P)	[PC]	H
292	C	17,00	27,00	15,00	15,86	28,16	23,98	1.925 (P)	[PC]	H
293	C	15,00	28,00	16,00	15,86	26,03	15,90	1.927 (P)	[PC]	H
294	C	27,00	22,00	11,00	18,95	37,72	80,87	1.930 (P)	[PC]	H
295	C	23,00	23,00	11,00	16,75	32,92	44,59	1.931 (P)	[PC]	H
296	C	23,00	23,00	13,00	15,86	35,33	88,21	1.938 (P)	[PC]	H
297	C	19,00	21,00	10,00	15,86	28,15	37,52	1.939 (P)	[PC]	H
298	C	25,00	29,00	14,00	22,00	34,43	13,63	1.940 (P)	[PC]	H
299	C	23,00	25,00	12,00	17,78	32,92	31,28	1.941 (P)	[PC]	H
300	C	27,00	32,00	16,00	24,99	36,67	9,66	1.941 (P)	[PC]	H
301	C	25,00	23,00	14,00	15,86	38,62	128,56	1.944 (P)	[PC]	H
302	C	19,00	26,00	14,00	15,86	30,13	32,53	1.945 (P)	[PC]	H
303	C	21,00	30,00	17,00	15,86	33,41	31,36	1.946 (P)	[PC]	H
304	C	15,00	33,00	21,00	15,86	28,76	21,85	1.949 (P)	[PC]	H
305	C	21,00	21,00	11,00	15,86	31,55	66,73	1.950 (P)	[PC]	H
306	C	25,00	24,00	10,00	20,69	33,24	21,33	1.950 (P)	[PC]	H
307	C	31,00	28,00	11,00	28,96	38,17	6,97	1.950 (P)	[PC]	H
308	C	15,00	29,00	17,00	15,86	26,58	17,05	1.953 (P)	[PC]	H
309	C	25,00	18,00	13,00	14,11	37,90	212,57	1.954 (P)	[PC]	H
310	C	25,00	20,00	13,00	15,69	37,99	166,32	1.956 (P)	[PC]	H
311	C	17,00	26,00	14,00	15,86	27,57	22,56	1.956 (P)	[PC]	H
312	C	23,00	21,00	12,00	15,86	34,79	102,58	1.957 (P)	[PC]	H
313	C	23,00	17,00	11,00	13,86	33,90	153,73	1.968 (P)	[PC]	H
314	C	15,00	30,00	18,00	15,86	27,13	18,22	1.975 (P)	[PC]	H
315	C	27,00	22,00	12,00	17,86	38,80	106,23	1.975 (P)	[PC]	H
316	C	23,00	19,00	11,00	15,53	33,99	115,23	1.976 (P)	[PC]	H
317	C	27,00	31,00	15,00	25,01	36,15	8,95	1.980 (P)	[PC]	H
318	C	25,00	22,00	11,00	17,36	35,57	71,02	1.981 (P)	[PC]	H
319	C	21,00	25,00	13,00	15,86	31,95	40,70	1.983 (P)	[PC]	H
320	C	23,00	28,00	14,00	19,11	33,09	19,76	1.984 (P)	[PC]	H
321	C	25,00	23,00	13,00	15,86	37,51	100,72	1.985 (P)	[PC]	H
322	C	15,00	32,00	20,00	15,86	28,22	20,62	1.987 (P)	[PC]	H
323	C	21,00	29,00	16,00	15,86	32,83	29,78	1.991 (P)	[PC]	H
324	C	31,00	27,00	10,00	29,00	37,62	6,33	1.993 (P)	[PC]	H
325	C	19,00	25,00	13,00	15,86	29,50	30,77	1.993 (P)	[PC]	H
326	C	25,00	28,00	13,00	22,05	33,88	12,69	1.993 (P)	[PC]	H
327	C	15,00	31,00	19,00	15,86	27,68	19,41	1.997 (P)	[PC]	H
328	C	17,00	25,00	13,00	15,86	26,97	21,16	1.997 (P)	[PC]	H
329	C	25,00	17,00	14,00	12,45	38,72	274,38	2.000 (P)	[PC]	H
330	C	21,00	22,00	11,00	15,86	31,16	51,25	2.005 (P)	[PC]	H
331	C	23,00	24,00	11,00	17,93	32,27	29,33	2.005 (P)	[PC]	H
332	C	23,00	23,00	12,00	15,86	34,16	65,34	2.009 (P)	[PC]	H
333	C	23,00	22,00	10,00	17,01	32,19	41,72	2.018 (P)	[PC]	H
334	C	27,00	30,00	14,00	25,03	35,63	8,26	2.023 (P)	[PC]	H
335	C	19,00	34,00	21,00	15,86	32,88	27,39	2.029 (P)	[PC]	H
336	C	21,00	28,00	15,00	15,86	32,24	28,20	2.031 (P)	[PC]	H
337	C	23,00	16,00	12,00	12,20	34,69	206,43	2.037 (P)	[PC]	H
338	C	25,00	21,00	13,00	15,86	37,92	144,38	2.040 (P)	[PC]	H
339	C	23,00	27,00	13,00	19,18	32,52	18,54	2.046 (P)	[PC]	H
340	C	27,00	21,00	10,00	19,31	36,85	75,74	2.046 (P)	[PC]	H
341	C	29,00	21,00	10,00	20,96	38,93	85,16	2.049 (P)	[PC]	H
342	C	17,00	24,00	12,00	15,86	26,37	19,78	2.050 (P)	[PC]	H
343	C	23,00	22,00	12,00	15,86	34,53	83,81	2.052 (P)	[PC]	H
344	C	19,00	24,00	12,00	15,86	28,86	29,02	2.057 (P)	[PC]	H
345	C	21,00	34,00	20,00	17,93	33,54	18,51	2.058 (P)	[PC]	H
346	C	25,00	22,00	12,00	16,10	36,68	95,27	2.060 (P)	[PC]	H
347	C	25,00	27,00	12,00	22,10	33,33	11,78	2.063 (P)	[PC]	H
348	C	25,00	22,00	13,00	15,86	37,77	122,49	2.064 (P)	[PC]	H
349	C	21,00	24,00	12,00	15,86	31,28	38,48	2.064 (P)	[PC]	H
350	C	21,00	27,00	14,00	15,93	31,65	26,63	2.064 (P)	[PC]	H
351	C	25,00	17,00	13,00	13,54	37,75	235,94	2.064 (P)	[PC]	H
352	C	27,00	29,00	13,00	25,06	35,10	7,60	2.069 (P)	[PC]	H

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
353	C	19,00	33,00	20,00	15,86	32,34	26,11	2.071 (P)	[PC]	H
354	C	23,00	23,00	10,00	18,10	31,60	27,37	2.077 (P)	[PC]	H
355	C	27,00	21,00	11,00	18,26	37,91	100,00	2.082 (P)	[PC]	H
356	C	25,00	21,00	10,00	17,69	34,74	66,50	2.082 (P)	[PC]	H
357	C	21,00	20,00	10,00	15,86	30,72	62,91	2.093 (P)	[PC]	H
358	C	23,00	22,00	11,00	15,86	33,39	61,59	2.105 (P)	[PC]	H
359	C	23,00	16,00	11,00	13,28	33,72	173,33	2.107 (P)	[PC]	H
360	C	23,00	26,00	12,00	19,27	31,93	17,33	2.109 (P)	[PC]	H
361	C	25,00	18,00	12,00	15,30	36,93	179,50	2.111 (P)	[PC]	H
362	C	21,00	26,00	13,00	16,12	31,05	25,07	2.120 (P)	[PC]	H
363	C	17,00	23,00	11,00	15,86	25,75	18,40	2.121 (P)	[PC]	H
364	C	21,00	33,00	19,00	17,96	33,01	17,50	2.122 (P)	[PC]	H
365	C	19,00	32,00	19,00	15,86	31,79	24,84	2.127 (P)	[PC]	H
366	C	23,00	17,00	10,00	15,05	32,92	126,01	2.128 (P)	[PC]	H
367	C	19,00	23,00	11,00	15,86	28,21	27,27	2.136 (P)	[PC]	H
368	C	21,00	21,00	10,00	15,86	30,40	48,21	2.137 (P)	[PC]	H
369	C	27,00	28,00	12,00	25,08	34,58	6,96	2.139 (P)	[PC]	H
370	C	17,00	22,00	10,00	15,86	25,12	17,04	2.139 (P)	[PC]	H
371	C	27,00	21,00	12,00	17,22	38,95	127,43	2.141 (P)	[PC]	H
372	C	23,00	20,00	11,00	15,86	33,90	97,11	2.141 (P)	[PC]	H
373	C	25,00	26,00	11,00	22,17	32,77	10,88	2.148 (P)	[PC]	H
374	C	21,00	23,00	11,00	15,86	30,60	36,23	2.151 (P)	[PC]	H
375	C	25,00	21,00	11,00	16,56	35,82	89,71	2.154 (P)	[PC]	H
376	C	23,00	34,00	19,00	21,12	34,07	10,99	2.160 (P)	[PC]	H
377	C	23,00	25,00	11,00	19,36	31,34	16,13	2.176 (P)	[PC]	H
378	C	21,00	32,00	18,00	17,99	32,48	16,51	2.178 (P)	[PC]	H
379	C	19,00	31,00	18,00	15,86	31,24	23,60	2.178 (P)	[PC]	H
380	C	25,00	17,00	12,00	14,65	36,78	200,85	2.180 (P)	[PC]	H
381	C	21,00	25,00	12,00	16,32	30,44	23,52	2.180 (P)	[PC]	H
382	C	25,00	19,00	12,00	15,86	37,00	158,18	2.187 (P)	[PC]	H
383	C	23,00	21,00	11,00	15,86	33,70	79,25	2.197 (P)	[PC]	H
384	C	25,00	21,00	12,00	15,86	36,88	116,15	2.200 (P)	[PC]	H
385	C	23,00	21,00	10,00	15,91	32,59	57,64	2.208 (P)	[PC]	H
386	C	27,00	27,00	11,00	25,12	34,05	6,34	2.218 (P)	[PC]	H
387	C	27,00	20,00	10,00	18,69	36,98	93,55	2.223 (P)	[PC]	H
388	C	21,00	31,00	17,00	18,03	31,95	15,53	2.224 (P)	[PC]	H
389	C	25,00	25,00	10,00	22,23	32,20	10,00	2.224 (P)	[PC]	H
390	C	15,00	31,00	18,00	15,86	25,24	7,83	2.225 (P)	[PC]	H
391	C	23,00	33,00	18,00	21,14	33,56	10,25	2.231 (P)	[PC]	H
392	C	19,00	30,00	17,00	15,86	30,69	22,37	2.231 (P)	[PC]	H
393	C	19,00	22,00	10,00	15,86	27,55	25,51	2.231 (P)	[PC]	H
394	C	15,00	32,00	19,00	15,86	25,75	8,49	2.237 (P)	[PC]	H
395	C	23,00	18,00	10,00	15,86	33,00	108,59	2.238 (P)	[PC]	H
396	C	25,00	20,00	12,00	15,86	36,98	137,11	2.239 (P)	[PC]	H
397	C	23,00	16,00	10,00	14,39	32,75	143,56	2.243 (P)	[PC]	H
398	C	23,00	24,00	10,00	19,46	30,74	14,93	2.246 (P)	[PC]	H
399	C	15,00	33,00	20,00	15,86	26,26	9,18	2.248 (P)	[PC]	H
400	C	21,00	24,00	11,00	16,53	29,82	21,97	2.249 (P)	[PC]	H
401	C	29,00	20,00	10,00	20,40	39,00	103,26	2.253 (P)	[PC]	H
402	C	21,00	22,00	10,00	15,86	29,90	33,92	2.253 (P)	[PC]	H
403	C	15,00	34,00	21,00	15,86	26,76	9,89	2.258 (P)	[PC]	H
404	C	29,00	34,00	17,00	28,30	38,09	5,25	2.268 (P)	[PC]	H
405	C	21,00	30,00	16,00	18,06	31,41	14,58	2.274 (P)	[PC]	H
406	C	27,00	20,00	11,00	17,67	37,99	119,80	2.280 (P)	[PC]	H
407	C	25,00	20,00	10,00	17,01	34,93	83,99	2.285 (P)	[PC]	H
408	C	19,00	29,00	16,00	15,86	30,13	21,16	2.291 (P)	[PC]	H
409	C	23,00	32,00	17,00	21,15	33,05	9,53	2.309 (P)	[PC]	H
410	C	27,00	26,00	10,00	25,15	33,51	5,74	2.314 (P)	[PC]	H
411	C	29,00	33,00	16,00	28,30	37,59	4,76	2.316 (P)	[PC]	H
412	C	17,00	34,00	21,00	15,86	29,93	17,94	2.320 (P)	[PC]	H
413	C	21,00	29,00	15,00	18,10	30,87	13,65	2.322 (P)	[PC]	H
414	C	27,00	20,00	12,00	16,64	39,00	149,22	2.326 (P)	[PC]	H
415	C	21,00	23,00	10,00	16,75	29,18	20,43	2.330 (P)	[PC]	H
416	C	19,00	28,00	15,00	15,86	29,57	19,97	2.354 (P)	[PC]	H
417	C	25,00	20,00	11,00	15,86	35,96	109,28	2.354 (P)	[PC]	H
418	C	17,00	31,00	17,00	17,05	25,46	3,30	2.361 (P)	[PC]	H
419	C	17,00	33,00	20,00	15,86	29,40	16,95	2.365 (P)	[PC]	H
420	C	21,00	30,00	15,00	20,78	28,69	3,11	2.366 (P)	[PC]	H
421	C	21,00	29,00	14,00	20,78	28,19	2,74	2.366 (P)	[PC]	H
422	C	17,00	32,00	18,00	17,05	25,96	3,71	2.369 (P)	[PC]	H
423	C	17,00	33,00	19,00	17,05	26,46	4,14	2.369 (P)	[PC]	H
424	C	17,00	34,00	20,00	17,05	26,96	4,59	2.369 (P)	[PC]	H
425	C	21,00	32,00	17,00	20,78	29,69	3,92	2.373 (P)	[PC]	H
426	C	21,00	31,00	16,00	20,78	29,19	3,50	2.373 (P)	[PC]	H
427	C	23,00	31,00	16,00	21,17	32,53	8,84	2.374 (P)	[PC]	H
428	C	29,00	32,00	15,00	28,30	37,08	4,29	2.376 (P)	[PC]	H
429	C	23,00	19,00	10,00	15,86	32,97	91,49	2.377 (P)	[PC]	H
430	C	23,00	20,00	10,00	15,86	32,84	74,47	2.378 (P)	[PC]	H
431	C	21,00	28,00	14,00	18,14	30,33	12,74	2.379 (P)	[PC]	H
432	C	21,00	34,00	19,00	20,78	30,69	4,83	2.380 (P)	[PC]	H
433	C	21,00	33,00	18,00	20,78	30,19	4,37	2.381 (P)	[PC]	H

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
434	C	21,00	28,00	13,00	20,78	27,69	2,39	2.382 (P)	[PC]	H
435	C	25,00	29,00	13,00	24,54	31,89	2,90	2.388 (P)	[PC]	H
436	C	25,00	28,00	12,00	24,54	31,39	2,54	2.388 (P)	[PC]	H
437	C	25,00	27,00	11,00	24,55	30,89	2,20	2.389 (P)	[PC]	H
438	C	17,00	31,00	18,00	15,86	28,35	15,04	2.390 (P)	[PC]	H
439	C	17,00	29,00	16,00	15,86	27,28	13,22	2.391 (P)	[PC]	H
440	C	17,00	28,00	15,00	15,86	26,75	12,35	2.394 (P)	[PC]	H
441	C	17,00	32,00	19,00	15,86	28,88	15,98	2.395 (P)	[PC]	H
442	C	17,00	26,00	13,00	15,86	25,67	10,66	2.396 (P)	[PC]	H
443	C	17,00	30,00	17,00	15,86	27,82	14,12	2.396 (P)	[PC]	H
444	C	17,00	25,00	12,00	15,86	25,12	9,86	2.400 (P)	[PC]	H
445	C	17,00	27,00	14,00	15,86	26,21	11,50	2.401 (P)	[PC]	H
446	C	23,00	30,00	15,00	21,19	32,01	8,17	2.414 (P)	[PC]	H
447	C	19,00	27,00	14,00	15,86	29,00	18,80	2.427 (P)	[PC]	H
448	C	19,00	33,00	19,00	17,32	29,92	10,07	2.433 (P)	[PC]	H
449	C	29,00	31,00	14,00	28,31	36,58	3,85	2.437 (P)	[PC]	H
450	C	19,00	34,00	20,00	17,31	30,43	10,80	2.437 (P)	[PC]	H
451	C	19,00	32,00	18,00	17,33	29,40	9,37	2.439 (P)	[PC]	H
452	C	19,00	31,00	17,00	17,35	28,89	8,69	2.440 (P)	[PC]	H
453	C	23,00	29,00	14,00	21,21	31,49	7,52	2.443 (P)	[PC]	H
454	C	19,00	29,00	15,00	17,38	27,86	7,40	2.445 (P)	[PC]	H
455	C	19,00	30,00	16,00	17,36	28,38	8,04	2.446 (P)	[PC]	H
456	C	19,00	28,00	14,00	17,39	27,35	6,79	2.447 (P)	[PC]	H
457	C	21,00	27,00	13,00	18,19	29,78	11,85	2.451 (P)	[PC]	H
458	C	29,00	19,00	10,00	19,94	38,96	122,17	2.451 (P)	[PC]	H
459	C	27,00	19,00	10,00	18,17	36,99	112,04	2.453 (P)	[PC]	H
460	C	19,00	27,00	13,00	17,41	26,83	6,21	2.454 (P)	[PC]	H
461	C	19,00	26,00	12,00	17,43	26,31	5,64	2.462 (P)	[PC]	H
462	C	19,00	25,00	11,00	17,45	25,78	5,10	2.466 (P)	[PC]	H
463	C	19,00	24,00	10,00	17,48	25,26	4,58	2.471 (P)	[PC]	H
464	C	23,00	28,00	13,00	21,23	30,97	6,89	2.472 (P)	[PC]	H
465	C	23,00	26,00	11,00	21,28	29,92	5,71	2.481 (P)	[PC]	H
466	C	27,00	19,00	11,00	17,18	37,98	140,41	2.483 (P)	[PC]	H
467	C	25,00	34,00	18,00	24,53	34,39	5,06	2.485 (P)	[PC]	H
468	C	23,00	27,00	12,00	21,25	30,45	6,29	2.486 (P)	[PC]	H
469	C	23,00	25,00	10,00	21,31	29,39	5,15	2.487 (P)	[PC]	H
470	C	25,00	17,00	11,00	15,83	35,81	169,20	2.492 (P)	[PC]	H
471	C	29,00	30,00	13,00	28,31	36,07	3,43	2.497 (P)	[PC]	H
472	C	25,00	19,00	11,00	15,86	36,00	129,21	2.501 (P)	[PC]	H
473	C	25,00	18,00	11,00	15,86	35,95	149,48	2.505 (P)	[PC]	H
474	C	19,00	26,00	13,00	15,86	28,43	17,64	2.508 (P)	[PC]	H
475	C	27,00	19,00	12,00	16,11	38,97	171,99	2.513 (P)	[PC]	H
476	C	21,00	26,00	12,00	18,24	29,23	10,98	2.514 (P)	[PC]	H
477	C	25,00	19,00	10,00	16,37	35,00	102,01	2.524 (P)	[PC]	H
478	C	29,00	29,00	12,00	28,31	35,57	3,04	2.553 (P)	[PC]	H
479	C	21,00	25,00	11,00	18,30	28,67	10,13	2.564 (P)	[PC]	H
480	C	25,00	33,00	17,00	24,53	33,89	4,58	2.582 (P)	[PC]	H
481	C	21,00	24,00	10,00	18,37	28,11	9,29	2.594 (P)	[PC]	H
482	C	19,00	25,00	12,00	15,86	27,85	16,50	2.597 (P)	[PC]	H
483	C	29,00	28,00	11,00	28,32	35,07	2,67	2.628 (P)	[PC]	H
484	C	25,00	30,00	14,00	24,54	32,40	3,29	2.653 (P)	[PC]	H
485	C	25,00	32,00	16,00	24,54	33,40	4,12	2.684 (P)	[PC]	H
486	C	27,00	18,00	10,00	17,75	36,91	131,02	2.703 (P)	[PC]	H
487	C	19,00	24,00	11,00	15,86	27,26	15,36	2.703 (P)	[PC]	H
488	C	27,00	18,00	12,00	15,86	38,86	194,81	2.703 (P)	[PC]	H
489	C	27,00	18,00	11,00	16,77	37,89	161,29	2.719 (P)	[PC]	H
490	C	19,00	23,00	10,00	15,86	26,66	14,24	2.747 (P)	[PC]	H
491	C	29,00	27,00	10,00	28,33	34,56	2,32	2.752 (P)	[PC]	H
492	C	25,00	18,00	10,00	15,86	34,97	120,97	2.758 (P)	[PC]	H
493	C	25,00	31,00	15,00	24,54	32,90	3,69	2.769 (P)	[PC]	H
494	C	27,00	17,00	12,00	15,86	38,67	216,92	2.881 (P)	[PC]	H
495	C	25,00	17,00	10,00	15,86	34,84	139,80	2.945 (P)	[PC]	H
496	C	27,00	17,00	11,00	16,43	37,70	181,80	3.016 (P)	[PC]	H
497	C	27,00	17,00	10,00	17,43	36,74	149,69	3.048 (P)	[PC]	H

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espresso in kN

Q carico applicato sulla striscia espresso in kN

N sforzo normale alla base della striscia espresso in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
 U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
 Es, Ed forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
 Xs, Xd forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
 ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

Numero di strisce 37
 Coordinate del centro X[m]= 21,00 Y[m]= 29,00
 Raggio del cerchio R[m]= 20,00
 Intersezione a valle con il profilo topografico Xv[m]= 12,69 Yv[m]= 10,81
 Intersezione a monte con il profilo topografico Xm[m]= 38,77 Ym[m]= 19,82
 Coefficiente di sicurezza Fs= 1.281

Geometria e caratteristiche strisce

N°	Xs	Yss	Ysi	Xd	Yds	Ydi	Xg	Yg	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	12,69	10,81	10,81	13,32	10,85	10,53	13,11	10,73	0,69	-23,56	24,00	5
2	13,32	10,85	10,53	13,96	10,89	10,28	13,67	10,63	0,68	-21,60	24,00	5
3	13,96	10,89	10,28	14,59	10,93	10,06	14,29	10,54	0,67	-19,66	24,00	5
4	14,59	10,93	10,06	15,22	10,93	9,85	14,92	10,44	0,67	-17,74	24,00	5
5	15,22	10,93	9,85	15,86	10,93	9,67	15,55	10,34	0,66	-15,84	24,00	7
6	15,86	13,95	9,67	16,36	13,95	9,55	16,11	11,78	0,52	-14,15	24,00	10
7	16,36	13,95	9,55	16,86	13,95	9,43	16,61	11,72	0,51	-12,68	24,00	10
8	16,86	13,95	9,43	17,71	14,18	9,27	17,29	11,71	0,86	-10,71	24,00	10
9	17,71	14,18	9,27	18,55	14,40	9,15	18,13	11,75	0,86	-8,25	24,00	10
10	18,55	14,40	9,15	19,40	14,63	9,06	18,98	11,81	0,85	-5,81	24,00	10
11	19,40	14,63	9,06	20,16	14,83	9,02	19,78	11,89	0,76	-3,50	24,00	10
12	20,16	14,83	9,02	20,92	15,04	9,00	20,54	11,97	0,76	-1,32	24,00	10
13	20,92	15,04	9,00	21,68	15,24	9,01	21,30	12,07	0,76	0,86	24,00	10
14	21,68	15,24	9,01	22,31	15,41	9,04	22,00	12,18	0,63	2,85	24,00	10
15	22,31	15,41	9,04	22,94	15,58	9,09	22,63	12,28	0,63	4,66	24,00	10
16	22,94	15,58	9,09	23,57	15,75	9,17	23,26	12,40	0,63	6,47	24,00	10
17	23,57	15,75	9,17	24,19	15,91	9,26	23,88	12,52	0,62	8,28	24,00	10
18	24,19	15,91	9,26	24,80	16,08	9,36	24,50	12,65	0,63	10,07	24,00	10
19	24,80	16,08	9,36	25,42	16,24	9,49	25,11	12,80	0,63	11,87	24,00	10
20	25,42	16,24	9,49	26,13	16,43	9,67	25,77	12,96	0,73	13,81	24,00	10
21	26,13	16,43	9,67	26,83	16,62	9,87	26,48	13,15	0,73	15,91	24,00	10
22	26,83	16,62	9,87	27,54	16,81	10,10	27,19	13,35	0,74	18,02	24,00	10
23	27,54	16,81	10,10	28,37	17,03	10,41	27,95	13,59	0,88	20,35	24,00	10
24	28,37	17,03	10,41	29,19	17,25	10,76	28,78	13,86	0,90	22,90	24,00	10
25	29,19	17,25	10,76	30,02	17,48	11,15	29,60	14,16	0,92	25,50	24,00	10
26	30,02	17,48	11,15	30,74	17,67	11,53	30,38	14,46	0,81	27,97	24,00	10
27	30,74	17,67	11,53	31,45	17,86	11,95	31,09	14,75	0,83	30,32	24,00	10
28	31,45	17,86	11,95	32,17	18,05	12,41	31,81	15,07	0,85	32,73	24,00	10
29	32,17	18,05	12,41	32,72	18,20	12,79	32,44	15,36	0,67	34,91	24,00	10
30	32,72	18,20	12,79	33,39	18,38	13,30	33,05	15,67	0,84	37,07	24,00	7
31	33,39	18,38	13,30	34,05	18,55	13,85	33,72	16,02	0,87	39,51	24,00	5
32	34,05	18,55	13,85	34,72	18,73	14,45	34,38	16,39	0,90	42,04	24,00	5
33	34,72	18,73	14,45	35,39	18,91	15,11	35,05	16,80	0,94	44,67	24,00	5
34	35,39	18,91	15,11	36,23	19,14	16,04	35,80	17,29	1,26	47,81	24,00	5
35	36,23	19,14	16,04	37,08	19,36	17,10	36,63	17,89	1,36	51,56	24,00	5
36	37,08	19,36	17,10	37,92	19,59	18,34	37,46	18,56	1,50	55,65	24,00	5
37	37,92	19,59	18,34	38,77	19,82	19,82	38,20	19,25	1,70	60,23	24,00	5

Forze applicate sulle strisce [SPENCER]

N°	W	Q	N	T	U	Es	Ed	Xs	Xd	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	1,86	0,00	3,01	3,75	1,07	0,00	6,27	0,00	-1,76	
2	5,42	0,00	4,96	4,39	3,09	6,27	14,83	-1,76	-4,15	
3	8,70	0,00	6,57	4,91	4,89	14,83	24,97	-4,15	-6,99	
4	11,47	0,02	7,78	5,31	6,40	24,97	36,01	-6,99	-10,09	
5	13,72	0,05	8,95	6,59	7,61	36,01	48,67	-10,09	-13,63	
6	39,16	0,00	38,84	17,53	6,73	48,67	81,08	-13,63	-22,71	
7	40,26	0,00	38,45	17,37	7,29	81,08	111,83	-22,71	-31,32	
8	72,04	0,00	66,12	29,72	13,41	111,83	161,19	-31,32	-45,15	
9	77,71	0,00	68,69	30,56	14,50	161,19	207,59	-45,15	-58,15	
10	82,93	0,00	71,22	31,41	15,30	207,59	250,67	-58,15	-70,22	
11	78,81	0,00	63,83	28,14	16,66	250,67	285,36	-70,22	-79,93	
12	82,46	0,00	61,03	27,16	21,81	285,36	315,07	-79,93	-88,26	
13	85,37	0,00	57,94	26,08	26,78	315,07	339,59	-88,26	-95,13	
14	72,71	0,00	46,37	21,05	25,17	339,59	356,23	-95,13	-99,79	
15	74,25	0,00	45,58	20,78	27,04	356,23	369,77	-99,79	-103,58	
16	75,55	0,00	44,75	20,51	28,81	369,77	380,21	-103,58	-106,50	
17	74,99	0,00	42,94	19,80	29,86	380,21	387,40	-106,50	-108,52	
18	75,79	0,00	42,02	19,50	31,45	387,40	391,61	-108,52	-109,70	
19	76,36	0,00	41,03	19,19	32,96	391,61	392,86	-109,70	-110,05	
20	87,90	0,00	45,86	21,63	39,36	392,86	390,74	-110,05	-109,45	
21	87,97	0,00	44,65	21,26	40,79	390,74	384,95	-109,45	-107,83	
22	87,68	0,00	43,31	20,86	42,11	384,95	375,59	-107,83	-105,21	
23	101,66	0,00	48,95	23,90	50,53	375,59	360,35	-105,21	-100,94	
24	100,08	0,00	47,03	23,36	51,48	360,35	340,78	-100,94	-95,46	
25	97,83	0,00	44,81	22,73	52,19	340,78	317,19	-95,46	-88,85	

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
26	82,46	0,00	36,64	19,07	45,81	317,19	293,72	-88,85	-82,28	
27	79,76	0,00	34,15	18,36	46,33	293,72	267,70	-82,28	-74,99	
28	76,52	0,00	31,38	17,56	46,65	267,70	239,48	-74,99	-67,08	
29	56,19	0,00	21,96	12,87	35,93	239,48	216,59	-67,08	-60,67	
30	64,74	0,00	25,51	13,18	43,01	216,59	185,89	-60,67	-52,07	
31	60,42	0,00	23,82	11,66	41,51	185,89	153,81	-52,07	-43,08	
32	55,50	0,00	21,26	10,90	39,61	153,81	121,93	-43,08	-34,16	
33	49,90	0,00	18,36	10,05	37,20	121,93	91,02	-34,16	-25,50	
34	53,83	0,00	18,47	11,33	42,49	91,02	54,87	-25,50	-15,37	
35	41,79	0,00	12,42	9,62	35,62	54,87	24,53	-15,37	-6,87	
36	27,38	0,00	5,45	7,74	25,70	24,53	4,05	-6,87	-1,13	
37	9,75	0,00	-2,41	5,80	10,37	4,05	0,03	-1,13	-0,01	

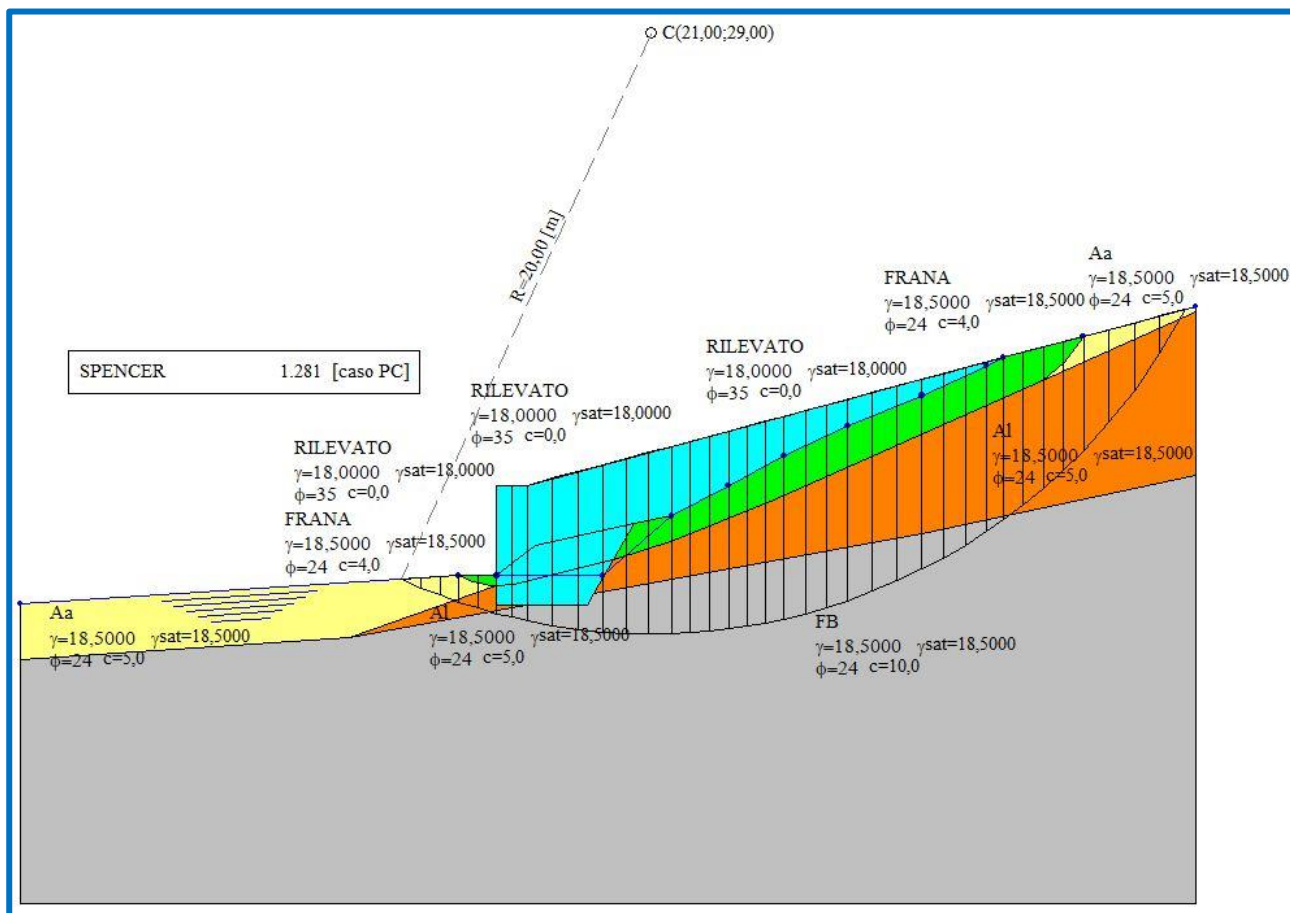
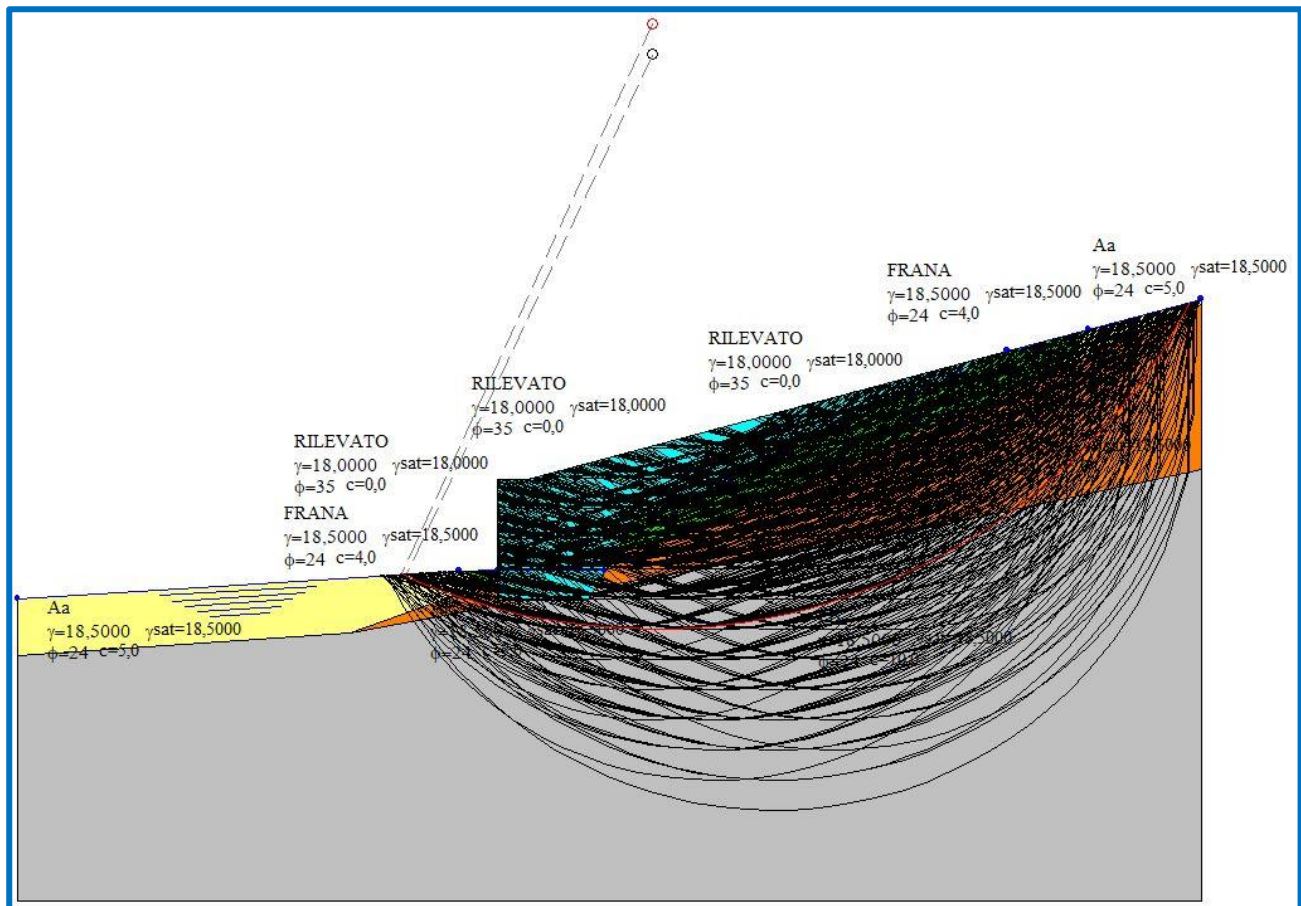


Fig. 1 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche – Superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minore



**Fig. 2 – Verifica di stabilità globale a seguito degli interventi – Condizioni statiche
Superfici analizzate**

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

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

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.

Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.

L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	PRO-GEO Studio di Ingegneria
Licenza	AIU22762G

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular professional stamp. The stamp is from the 'ORDINE DEGLI INGEGNERI' (Order of Engineers) for the 'PROV. PALERMO' (Province of Palermo). The text inside the stamp identifies the professional as 'Dott. Ing. Pietro Umiltà' with the number 'n. 5066'.

4. INTERVENTO 3 – Muri in c.a.

4.1. Normativa e metodo di calcolo

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
- Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
- Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
- Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
- Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:
 - Calcolo della spinta del terreno
 - Verifica a ribaltamento
 - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
 - Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

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

Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico. Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

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

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

$$F_r = N \tan \delta_r + c_a B_r$$

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

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

Verifica al carico limite

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

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\tan(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

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

$$N_\gamma = \frac{\text{tg} \phi}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_c e s_γ che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

Il termine K_{py} che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Meyerhof

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

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

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

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

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

dove il termine m è espresso da

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

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

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

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan \phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan \phi'}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00	1,00

Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_f	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO***Verifica**Coefficienti parziali*

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

4.2. Muro H = 1,50 m**Geometria muro e fondazione**

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1,35 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,50 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,30 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,80	9,09

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,15	[m]

Descrizione terreni*Simbologia adottata*

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Riporto	18,00	18,00	20,00	13,33	0,0	0,0
FBA	18,50	18,50	24,00	24,00	5,0	5,0

Stratigrafia

Terreno spingente:	Riporto
Terreno di fondazione:	FBA

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 15 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 16 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 17 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 18 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLUCoefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ Calcolo della portanza

metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,29	--	9,54	--
2	EQU - [1]	--	--	3,09	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,38
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,39	--	9,63	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,40	--	9,99	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,81	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,99	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,57
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,57
10	SLEQ - [1]	--	1,65	--	10,58	--
11	SLEF - [1]	--	1,65	--	10,58	--
12	SLER - [1]	--	1,65	--	10,58	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,49	--	10,05	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,50	--	10,26	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,49	--	10,05	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,50	--	10,26	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,49	--	10,05	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,50	--	10,26	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso
 Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta
 Calcolo del carico limite
 Calcolo della stabilità globale
 Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann
 metodo di Terzaghi
 metodo di Bishop
 Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine
 Longitudine
 Comune
 Provincia
 Regione
 Punti di interpolazione del reticolo

37.308331
 13.753814

 48955 - 48956 - 48734 - 48733

Tipo di opera

Tipo di costruzione
 Vita nominale
 Classe d'uso
 Vita di riferimento

Opera ordinaria
 50 anni
 II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
 50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)
 Coefficiente riduzione (β_m)
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.57 [m/s²]
 1.50
 1.20
 0.38
 0.50
 $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.94$
 $k_v=0.50 * k_h = 1.97$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)
 Coefficiente di amplificazione topografica (St)
 Coefficiente riduzione (β_m)
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)
 Forma diagramma incremento sismico

0.25 [m/s²]
 1.50
 1.20
 0.47
 0.50
 $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.19$
 $k_v=0.50 * k_h = 1.10$
 Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

19,4910 [kN]

Baricentro del muro

X=-0,15 Y=-1,08

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 0,50 Y = -1,65

Punto superiore superficie di spinta

X = 0,50 Y = 0,08

Altezza della superficie di spinta

1,73 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica
 Componente orizzontale della spinta statica
 Componente verticale della spinta statica
 Punto d'applicazione della spinta
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche
 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

17,9915 [kN]
 17,5065 [kN]
 4,1491 [kN]
 X = 0,50 [m] Y = -1,07 [m]
 13,33 [°]
 44,54 [°]
 12,5100 [kN]
 X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione
 Lunghezza fondazione reagente
 Risultante in fondazione
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)
 Momento rispetto al baricentro della fondazione
 Carico ultimo della fondazione

17,5065 [kN]
 36,1501 [kN]
 36,1501 [kN]
 17,5065 [kN]
 0,07 [m]
 1,30 [m]
 40,1660 [kN]
 25,84 [°]
 2,3645 [kNm]
 344,6979 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente
 Tensione terreno allo spigolo di valle
 Tensione terreno allo spigolo di monte

1,30 [m]
 36,20 [kPa]
 19,41 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante**Coeff. capacità portante**

$N_c = 23.36$

$N_q = 11.40$

$N_\gamma = 6.91$

Fattori forma

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 23.36$

$N'_q = 11.40$

$N'_\gamma = 6.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.29

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

9.54

Sollecitazioni paramentoCombinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,14	0,9929	0,0048	0,1066
2	0,34	2,4823	0,0750	0,6663
3	0,54	3,9718	0,3070	1,7057
4	0,74	5,4612	0,7981	3,2248
5	0,95	6,9506	1,6454	5,2236
6	1,15	8,4400	2,9461	7,7022
7	1,35	9,9294	4,7972	10,6604

Sollecitazioni fondazione di valleCombinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	0,1421	2,8202
3	0,20	0,5597	5,5112
4	0,30	1,2400	8,0730
5	0,40	2,1700	10,5058
6	0,50	3,3369	12,8093

Sollecitazioni fondazione di monteCombinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,10	-0,1042	-2,0571
3	0,20	-0,4059	-3,9476
4	0,30	-0,8882	-5,6715
5	0,40	-1,5346	-7,2289
6	0,50	-2,3284	-8,6196

Armature e tensioni nei materiali del muroCombinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]V_{Rd} Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,14	100, 30	0,00	0,00	3353,24	-16,20	3377,08	121,07	--	--
2	0,34	100, 30	5,65	5,65	3596,61	-108,61	1448,87	121,28	--	--
3	0,54	100, 30	5,65	5,65	2478,33	-191,58	623,99	121,48	--	--
4	0,74	100, 30	5,65	5,65	1259,94	-184,14	230,71	121,68	--	--
5	0,95	100, 30	5,65	5,65	494,56	-117,08	71,15	121,88	--	--
6	1,15	100, 30	5,65	5,65	251,02	-87,62	29,74	122,08	--	--
7	1,35	100, 30	5,65	5,65	158,10	-76,38	15,92	122,28	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,10	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	102,30	120,94	--	--
4	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	46,18	120,94	--	--
5	0,40	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	26,39	120,94	--	--
6	0,50	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	17,16	120,94	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,10	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	141,08	120,94	--	--
4	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	64,47	120,94	--	--
5	0,40	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	37,31	120,94	--	--
6	0,50	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	24,59	120,94	--	--

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,14 Y[m]= 1,24

Raggio del cerchio R[m]= 2,96

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1,84

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,72

Larghezza della striscia dx[m]= 0,18

Coefficiente di sicurezza C= 1.38

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	0,7231	68.81	0,6742	0,0049	16.23	0	0
2	1,9360	60.93	1,6922	0,0037	16.23	0	0
3	2,7937	54.28	2,2683	0,0031	16.23	0	0
4	3,4527	48.60	2,5899	0,0027	16.23	0	0
5	3,9796	43.50	2,7396	0,0025	16.23	0	0
6	4,4080	38.81	2,7628	0,0023	16.23	0	0
7	4,7575	34.41	2,6888	0,0022	16.23	0	0
8	5,0408	30.24	2,5386	0,0021	16.23	0	0
9	5,2667	26.23	2,3281	0,0020	16.23	0	0
10	5,4412	22.36	2,0703	0,0019	16.23	0	0
11	5,5691	18.60	1,7762	0,0019	16.23	0	0
12	5,6537	14.92	1,4552	0,0018	16.23	0	0
13	5,9892	11.29	1,1730	0,0018	19.42	4	0
14	6,0617	7.72	0,8142	0,0018	19.61	4	0
15	6,1448	4.17	0,4473	0,0018	19.61	4	0
16	7,6125	0.64	0,0857	0,0018	19.61	4	0
17	5,2447	-2.88	-0,2637	0,0018	19.61	4	0
18	2,0148	-6.42	-0,2253	0,0018	19.61	4	0
19	1,9275	-9.98	-0,3341	0,0018	19.61	4	0
20	1,5590	-13.58	-0,3662	0,0018	17.21	1	0
21	1,2805	-17.24	-0,3796	0,0019	16.23	0	0
22	1,0732	-20.98	-0,3842	0,0019	16.23	0	0
23	0,8205	-24.80	-0,3442	0,0020	16.23	0	0
24	0,5184	-28.76	-0,2494	0,0020	16.23	0	0
25	0,1613	-32.86	-0,0875	0,0021	16.23	0	0

$\Sigma W_i = 89,4301$ [kN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25,4703$ [kN]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 28,3219$ [kN]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.60$

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	13,8396	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	13,4665	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	3,1916	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,50	[m]	Y = -1,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	13,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44,54	[°]		
Incremento sismico della spinta	1,6525	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,50	[m]	Y = -1,07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,47	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	12,5100	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,25	[m]	Y = -0,65	[m]
Inerzia del muro	1,1521	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0,5760	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,7394	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0,3697	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	16,9660	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	34,6280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	10,8494	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	30,4792	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	34,6280	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	16,9660	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,30	[m]
Risultante in fondazione	38,5609	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2,8784	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.81

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,14	0,9929	0,9929	0,0048	0,0068	0,1066	0,1305
2	0,34	2,4823	2,4823	0,0750	0,0807	0,6486	0,6686
3	0,54	3,9718	3,9718	0,2960	0,3070	1,5665	1,7057
4	0,74	5,4612	5,4612	0,7396	0,7981	2,8809	3,2248
5	0,95	6,9506	6,9506	1,4896	1,6454	4,5918	5,2236
6	1,15	8,4400	8,4400	2,6261	2,9461	6,6993	7,7022
7	1,35	9,9294	9,9294	4,2296	4,7972	9,2034	10,6604

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,14	0,9929	0,9929	0,0037	0,0054	0,0820	0,1088
2	0,34	2,4823	2,4823	0,0577	0,0704	0,5125	0,5984
3	0,54	3,9718	3,9718	0,2362	0,2742	1,3121	1,4795
4	0,74	5,4612	5,4612	0,6140	0,6960	2,4806	2,7524
5	0,95	6,9506	6,9506	1,2657	1,4153	4,0182	4,4168
6	1,15	8,4400	8,4400	2,2662	2,5113	5,9247	6,4728
7	1,35	9,9294	9,9294	3,6902	4,0632	8,2003	8,9205

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,1326	0,1421	2,6328	2,8202
3	0,20	0,5227	0,5597	5,1503	5,5112
4	0,30	1,1588	1,2400	7,5526	8,0730
5	0,40	2,0294	2,1700	9,8397	10,5058
6	0,50	3,1229	3,3369	12,0116	12,8093

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,1096	0,1254	2,1870	2,4946
3	0,20	0,4362	0,4962	4,3381	4,9090
4	0,30	0,9761	1,1045	6,4533	7,2432
5	0,40	1,7257	1,9422	8,5326	9,4973

6 0,50 2,6814 3,0013 10,5760 11,6713

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	-0,1042	-0,0617	-2,0571	-1,2108
3	0,20	-0,4059	-0,2373	-3,9476	-2,2762
4	0,30	-0,8882	-0,5121	-5,6715	-3,1963
5	0,40	-1,5346	-0,8717	-7,2289	-3,9710
6	0,50	-2,3284	-1,3015	-8,6196	-4,6005

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	-0,0550	-0,0407	-1,0816	-0,8033
3	0,20	-0,2127	-0,1585	-2,0550	-1,5420
4	0,30	-0,4624	-0,3469	-2,9202	-2,2160
5	0,40	-0,7932	-0,5995	-3,6773	-2,8252
6	0,50	-1,1942	-0,9098	-4,3261	-3,3698

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V_{Rd} Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,14	100, 30	0,00	0,00	3339,92	-16,20	3363,67	121,07	--	--
2	0,34	100, 30	5,65	5,65	3579,91	-108,61	1442,15	121,28	--	--
3	0,54	100, 30	5,65	5,65	2478,33	-189,23	623,99	121,48	--	--
4	0,74	100, 30	5,65	5,65	1259,94	-184,14	230,71	121,68	--	--
5	0,95	100, 30	5,65	5,65	494,56	-117,08	71,15	121,88	--	--
6	1,15	100, 30	5,65	5,65	251,02	-87,62	29,74	122,08	--	--
7	1,35	100, 30	5,65	5,65	158,10	-76,38	15,92	122,28	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,14	100, 30	0,00	0,00	4	0	0	0
2	0,34	100, 30	5,65	5,65	12	3	-76	-168
3	0,54	100, 30	5,65	5,65	30	6	28	-392
4	0,74	100, 30	5,65	5,65	77	12	1023	-914
5	0,95	100, 30	5,65	5,65	171	19	4464	-1790
6	1,15	100, 30	5,65	5,65	314	28	10788	-2982
7	1,35	100, 30	5,65	5,65	512	39	20408	-4558

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V_{Rd} Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,10	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	102,30	120,94	--	--
4	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	46,18	120,94	--	--
5	0,40	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	26,39	120,94	--	--

6	0,50	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	17,16	120,94	--	--
<u>Inviluppo SLE</u>										
Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}		
7	0,00	100, 30	0,00	0,00	0	0	0	0		
8	0,10	100, 30	0,00	0,00	0	11	0	0		
9	0,20	100, 30	5,65	5,65	62	21	3513	-433		
10	0,30	100, 30	5,65	5,65	138	32	7818	-965		
11	0,40	100, 30	5,65	5,65	242	41	13748	-1697		
12	0,50	100, 30	5,65	5,65	374	51	21245	-2622		

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,10	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,20	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	141,08	120,94	--	--
4	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	64,47	120,94	--	--
5	0,40	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	37,31	120,94	--	--
6	0,50	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	24,59	120,94	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}		
7	0,00	100, 30	0,00	0,00	0	0	0	0		
8	0,10	100, 30	0,00	0,00	0	-5	0	0		
9	0,20	100, 30	5,65	5,65	26	-9	-186	1506		
10	0,30	100, 30	5,65	5,65	58	-13	-404	3273		
11	0,40	100, 30	5,65	5,65	99	-16	-693	5614		
12	0,50	100, 30	5,65	5,65	149	-19	-1043	8453		

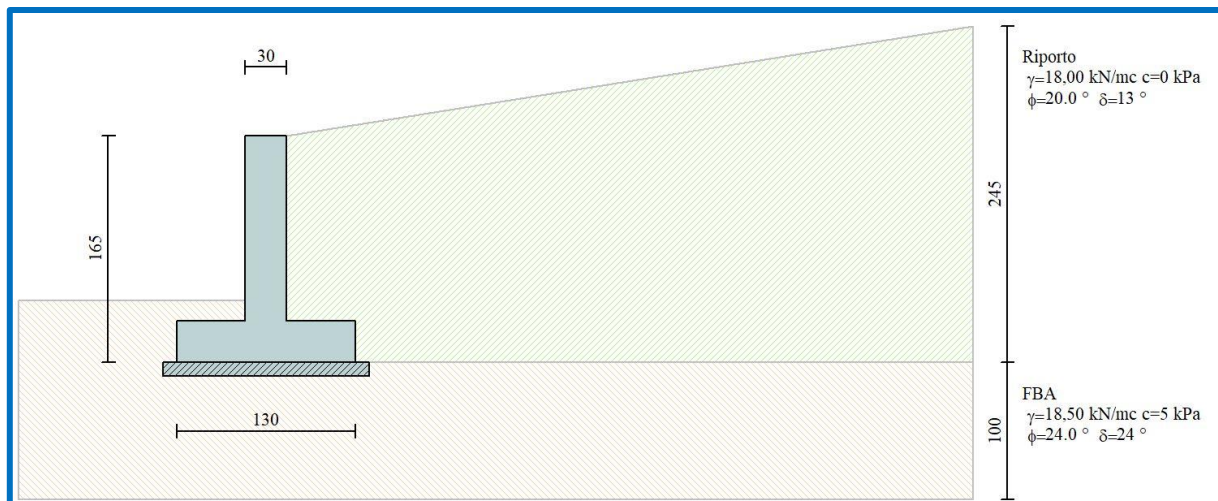


Fig. 1 – Schema di calcolo

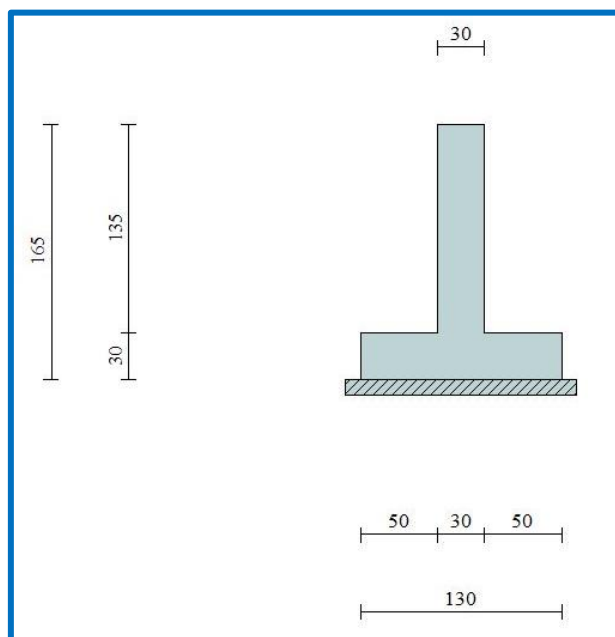


Fig. 2 – Sezione tipo

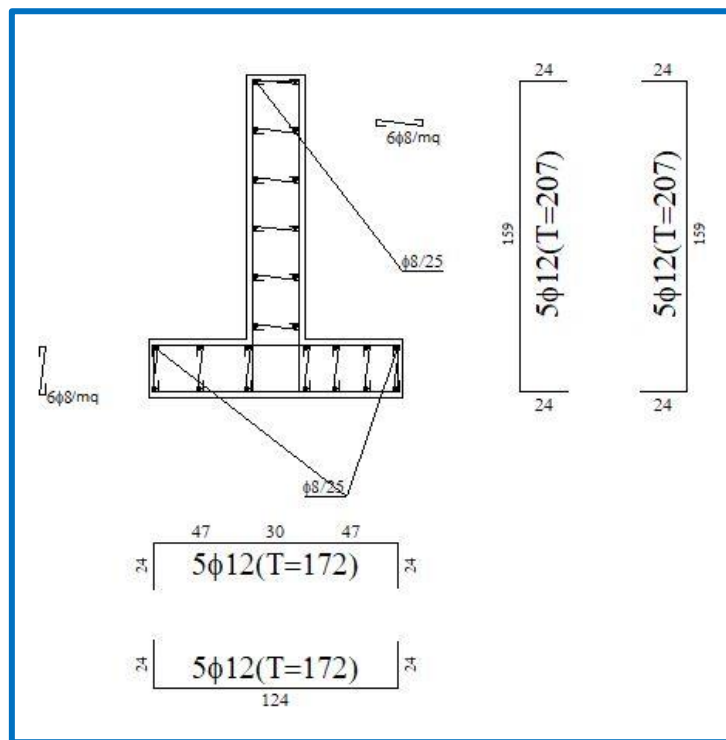


Fig. 3 – Armatura del muro

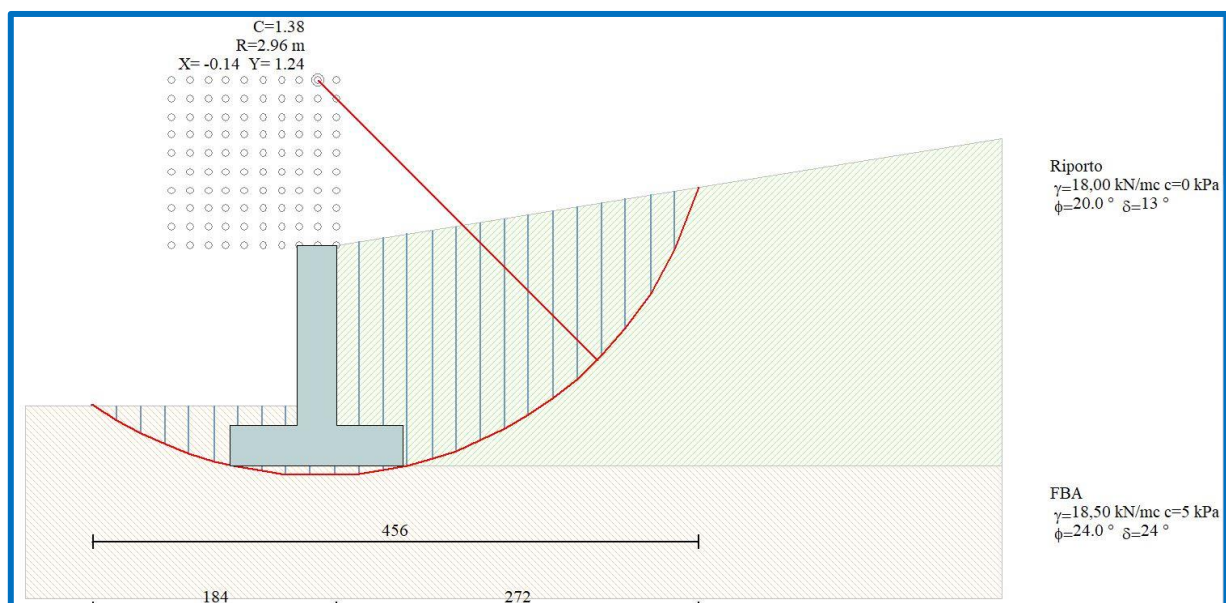


Fig. 4 – Verifica di stabilità globale

4.3. Muro H = 1,20 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1,00 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0,30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,30 [m]
Lunghezza totale fondazione	0,90 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,80	9,09

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,25	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Descrizione terreno	Indice del terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]	
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]	
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]	
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]	
c	Coesione espressa in [kPa]	
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]	

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Riporto	18,00	18,00	20,00	13,33	0,0	0,0
FBA	18,50	18,50	24,00	24,00	5,0	5,0

Stratigrafia

Terreno spingente:	Riporto
Terreno di fondazione:	FBA

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
-----	----------	--------	-----------------

Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 12 - Rara (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 15 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 16 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 17 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Stato limite

Valori limite delle aperture delle fessure

$$w_1 = 0.20$$

$$w_2 = 0.30$$

$$w_3 = 0.40$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

$$\text{Rara } \sigma_c < 0.60 f_{ck} \quad - \quad \sigma_f < 0.80 f_{yk}$$

$$\text{Quasi permanente } \sigma_c < 0.45 f_{ck}$$

Calcolo della portanza metodo di TerzaghiCoefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{sco}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{rib}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{qlim}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{stab}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	1,35	--	9,50	--
2	EQU - [1]	--	--	2,66	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,73
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,45	--	9,62	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,46	--	9,97	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,43	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,56	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,93
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,94
10	SLEQ - [1]	--	1,72	--	10,75	--
11	SLEF - [1]	--	1,72	--	10,75	--
12	SLER - [1]	--	1,72	--	10,75	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,56	--	10,12	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,57	--	10,33	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,56	--	10,12	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,57	--	10,33	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,56	--	10,12	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,57	--	10,33	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Terzaghi

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

37.308331

Longitudine

13.753814

Comune

Provincia

Regione

Punti di interpolazione del reticolo

48955 - 48956 - 48734 - 48733

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento

50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

$$0.57 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

$$1.50$$

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

$$1.20$$

Coefficiente riduzione (β_m)

$$0.38$$

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

$$0.50$$

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 3.94$$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$$k_v = 0.50 * k_h = 1.97$$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

$$0.25 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

$$1.50$$

Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.19$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.10$
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]
Peso muro	13,9747 [kN]
Baricentro del muro	X=-0,15 Y=-0,81
<u>Superficie di spinta</u>	
Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,30 Y = -1,30
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,30 Y = 0,05
Altezza della superficie di spinta	1,35 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	10,9233	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	10,6289	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2,5191	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30	[m]	Y = -0,85	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	13,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44,54	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	5,5296	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,15	[m]	Y = -0,49	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10,6289	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	22,0234	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	22,0234	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10,6289	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,90	[m]
Risultante in fondazione	24,4541	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1,9770	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	209,1821	[kN]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	0,90	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	39,11	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	9,83	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.36$	$N_q = 11.40$	$N_\gamma = 6.91$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.36$	$N'_q = 11.40$	$N'_\gamma = 6.91$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.35
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.50

Sollecitazioni paramentoCombinazione n° 1

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,10	0,7355	0,0020	0,0585
2	0,25	1,8388	0,0305	0,3656
3	0,40	2,9420	0,1248	0,9359
4	0,55	4,0453	0,3244	1,7694
5	0,70	5,1486	0,6688	2,8662
6	0,85	6,2518	1,1974	4,2262
7	1,00	7,3551	1,9498	5,8493

Sollecitazioni fondazione di valleCombinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0560	1,8470
3	0,12	0,2193	3,5768

4	0,18	0,4829	5,1895
5	0,24	0,8397	6,6851
6	0,30	1,2827	8,0634

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	-0,0384	-1,2578
3	0,12	-0,1483	-2,3850
4	0,18	-0,3220	-3,3815
5	0,24	-0,5515	-4,2474
6	0,30	-0,8291	-4,9827

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u momento ultimo espresso in [kNm]
CS coefficiente sicurezza sezione
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,10	100, 30	0,00	0,00	3368,12	-8,93	4579,30	121,04	--	--
2	0,25	100, 30	5,65	5,65	3697,85	-61,27	2011,04	121,19	--	--
3	0,40	100, 30	5,65	5,65	3325,93	-141,07	1130,48	121,34	--	--
4	0,55	100, 30	5,65	5,65	2418,18	-193,92	597,77	121,49	--	--
5	0,70	100, 30	5,65	5,65	1512,91	-196,52	293,85	121,64	--	--
6	0,85	100, 30	5,65	5,65	763,54	-146,24	122,13	121,78	--	--
7	1,00	100, 30	5,65	5,65	397,26	-105,31	54,01	121,93	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u momento ultimo espresso in [kNm]
CS coefficiente sicurezza sezione
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,06	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,12	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
4	0,18	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	118,58	120,94	--	--
5	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	68,19	120,94	--	--
6	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	44,64	120,94	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,06	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,12	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
4	0,18	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	177,84	120,94	--	--
5	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	103,83	120,94	--	--
6	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	69,07	120,94	--	--

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,21 Y[m]= 0,97

Raggio del cerchio R[m]= 2,32

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1,79

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,03

Larghezza della striscia dx[m]= 0,15

Coefficiente di sicurezza C= 1.73

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	0,4789	67.67	0,4430	0,0039	16.23	0	0
2	1,2934	60.32	1,1237	0,0030	16.23	0	0
3	1,8783	53.35	1,5070	0,0025	16.23	0	0
4	2,3228	47.40	1,7100	0,0022	16.23	0	0
5	2,6745	42.08	1,7923	0,0020	16.23	0	0
6	2,9568	37.17	1,7864	0,0019	16.23	0	0
7	3,1835	32.57	1,7136	0,0018	16.23	0	0
8	3,3634	28.19	1,5889	0,0017	16.23	0	0
9	3,5025	23.99	1,4239	0,0016	16.23	0	0
10	3,6051	19.92	1,2282	0,0016	16.23	0	0
11	3,6742	15.95	1,0098	0,0016	16.23	0	0
12	3,9193	12.06	0,8191	0,0015	18.45	3	0
13	4,0210	8.23	0,5756	0,0015	19.61	4	0
14	4,7450	4.43	0,3668	0,0015	19.61	4	0
15	5,0295	0.66	0,0577	0,0015	19.61	4	0
16	2,6688	-3.12	-0,1451	0,0015	19.61	4	0
17	1,9236	-6.90	-0,2312	0,0015	19.61	4	0
18	1,6165	-10.72	-0,3008	0,0015	19.61	4	0
19	1,4631	-14.59	-0,3685	0,0015	16.35	0	0
20	1,3377	-18.53	-0,4251	0,0016	16.23	0	0
21	1,1798	-22.56	-0,4525	0,0016	16.23	0	0
22	0,9864	-26.71	-0,4434	0,0017	16.23	0	0
23	0,7539	-31.02	-0,3885	0,0018	16.23	0	0
24	0,4770	-35.54	-0,2772	0,0018	16.23	0	0
25	0,1479	-40.33	-0,0957	0,0020	16.23	0	0

$\Sigma W_i = 59,2030$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 14,0176$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 18,7084$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.02$

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 8,4025 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 8,1761 [kN]

Componente verticale della spinta statica 1,9378 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 0,30 [m]

Y = -0,85 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 13,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 44,54 [°]

Incremento sismico della spinta 1,0033 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,30 [m]

Y = -0,85 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 38,47 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 5,5296 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,15 [m]

Y = -0,49 [m]

Inerzia del muro 0,8260 [kN]

Inerzia verticale del muro -0,4130 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 0,3268 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -0,1634 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 10,3051 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21,0970 [kN]

Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 5,0930 [kNm]

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 12,3945 [kNm]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21,0970 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 10,3051 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,10 [m]

Lunghezza fondazione reagente 0,90 [m]

Risultante in fondazione 23,4793 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2,1921	[kNm]
COEFFICIENTI DI SICUREZZA		
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.43	

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,10	0,7355	0,7355	0,0020	0,0031	0,0585	0,0791
2	0,25	1,8388	1,8388	0,0305	0,0352	0,3656	0,3856
3	0,40	2,9420	2,9420	0,1248	0,1301	0,8896	0,9359
4	0,55	4,0453	4,0453	0,3120	0,3244	1,6221	1,7694
5	0,70	5,1486	5,1486	0,6238	0,6688	2,5721	2,8662
6	0,85	6,2518	6,2518	1,0945	1,1974	3,7398	4,2262
7	1,00	7,3551	7,3551	1,7566	1,9498	5,1250	5,8493

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,10	0,7355	0,7355	0,0015	0,0024	0,0450	0,0639
2	0,25	1,8388	1,8388	0,0234	0,0299	0,2812	0,3388
3	0,40	2,9420	2,9420	0,0960	0,1148	0,7199	0,8286
4	0,55	4,0453	4,0453	0,2495	0,2892	1,3611	1,5332
5	0,70	5,1486	5,1486	0,5144	0,5855	2,2048	2,4527
6	0,85	6,2518	6,2518	0,9211	1,0358	3,2509	3,5872
7	1,00	7,3551	7,3551	1,4998	1,6724	4,4995	4,9365

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0524	0,0560	1,7297	1,8470
3	0,12	0,2054	0,2193	3,3512	3,5768
4	0,18	0,4524	0,4829	4,8645	5,1895
5	0,24	0,7870	0,8397	6,2696	6,6851
6	0,30	1,2026	1,2827	7,5664	8,0634

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0441	0,0499	1,4596	1,6488
3	0,12	0,1738	0,1960	2,8518	3,2064
4	0,18	0,3850	0,4329	4,1767	4,6727
5	0,24	0,6737	0,7549	5,4342	6,0479
6	0,30	1,0358	1,1568	6,6244	7,3319

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,06	-0,0384	-0,0268	-1,2578	-0,8739
3	0,12	-0,1483	-0,1024	-2,3850	-1,6266
4	0,18	-0,3220	-0,2196	-3,3815	-2,2581
5	0,24	-0,5515	-0,3710	-4,2474	-2,7685
6	0,30	-0,8291	-0,5494	-4,9827	-3,1577

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,06	-0,0238	-0,0187	-0,7758	-0,6099
3	0,12	-0,0911	-0,0716	-1,4516	-1,1421
4	0,18	-0,1960	-0,1542	-2,0272	-1,5966
5	0,24	-0,3324	-0,2617	-2,5027	-1,9733
6	0,30	-0,4943	-0,3894	-2,8781	-2,2724

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,10	100, 30	0,00	0,00	3357,25	-8,93	4564,52	121,04	--	--
2	0,25	100, 30	5,65	5,65	3678,47	-61,27	2000,50	121,19	--	--
3	0,40	100, 30	5,65	5,65	3276,07	-141,07	1113,54	121,34	--	--
4	0,55	100, 30	5,65	5,65	2418,18	-191,43	597,77	121,49	--	--
5	0,70	100, 30	5,65	5,65	1512,91	-196,52	293,85	121,64	--	--
6	0,85	100, 30	5,65	5,65	763,54	-146,24	122,13	121,78	--	--
7	1,00	100, 30	5,65	5,65	397,26	-105,31	54,01	121,93	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,10	100, 30	0,00	0,00	3	0	0	0
2	0,25	100, 30	5,65	5,65	8	1	-70	-109
3	0,40	100, 30	5,65	5,65	16	4	-70	-222
4	0,55	100, 30	5,65	5,65	31	7	42	-408
5	0,70	100, 30	5,65	5,65	63	11	644	-771
6	0,85	100, 30	5,65	5,65	122	16	2506	-1342
7	1,00	100, 30	5,65	5,65	205	22	5882	-2081

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione**Simbologia adottata**

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,06	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,12	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
4	0,18	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	118,58	120,94	--	--
5	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	68,19	120,94	--	--
6	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	57,26	44,64	120,94	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
7	0,00	100, 30	0,00	0,00	0	0	0	0
8	0,06	100, 30	0,00	0,00	0	7	0	0
9	0,12	100, 30	0,00	0,00	0	14	0	0
10	0,18	100, 30	5,65	5,65	54	20	3064	-378
11	0,24	100, 30	5,65	5,65	94	26	5344	-659
12	0,30	100, 30	5,65	5,65	144	32	8188	-1011

Fondazione di monte

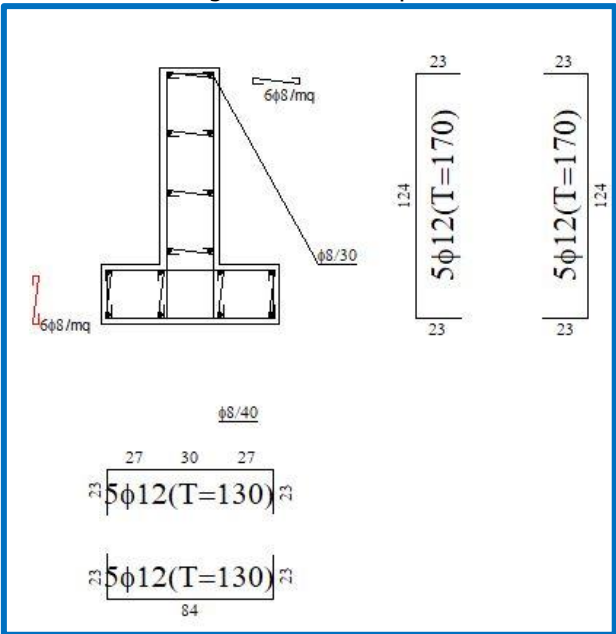
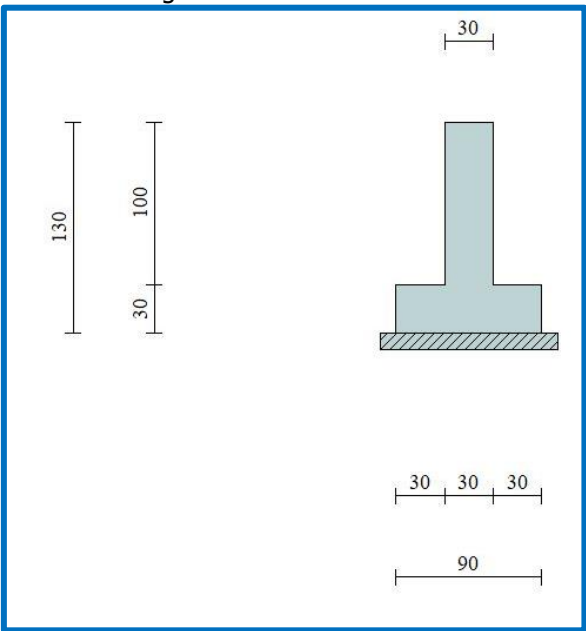
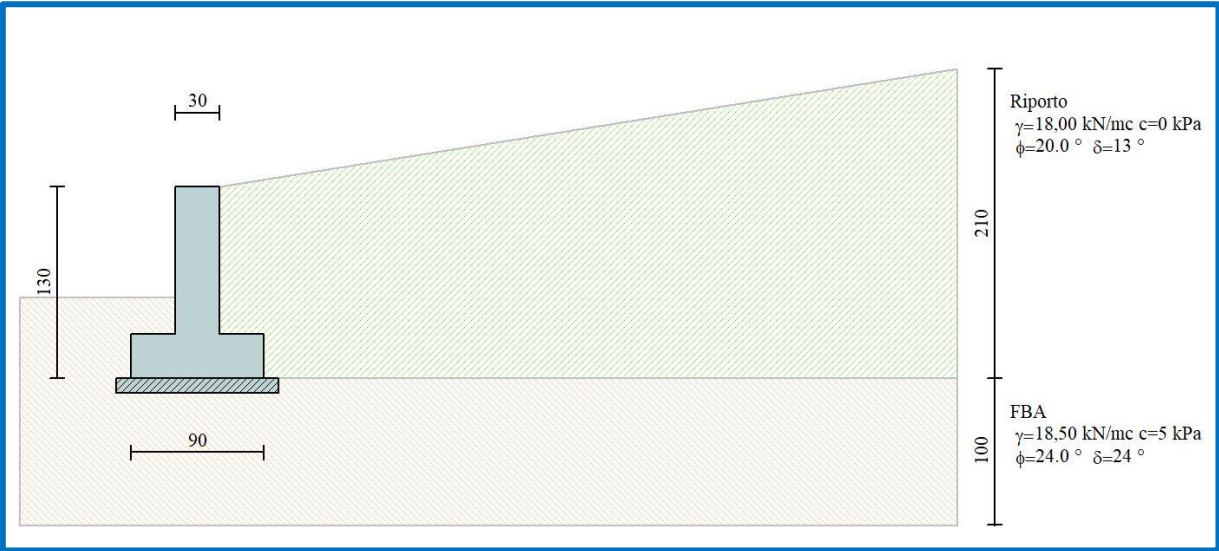
(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,00	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	120,94	--	--
2	0,06	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
3	0,12	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,94	--	--
4	0,18	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	177,84	120,94	--	--
5	0,24	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	103,83	120,94	--	--
6	0,30	100, 30	5,65	5,65	0,00	-57,26	69,07	120,94	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
7	0,00	100, 30	0,00	0,00	0	0	0	0
8	0,06	100, 30	0,00	0,00	0	-3	0	0
9	0,12	100, 30	0,00	0,00	0	-6	0	0
10	0,18	100, 30	5,65	5,65	24	-9	-171	1387
11	0,24	100, 30	5,65	5,65	41	-11	-290	2353
12	0,30	100, 30	5,65	5,65	62	-13	-432	3499



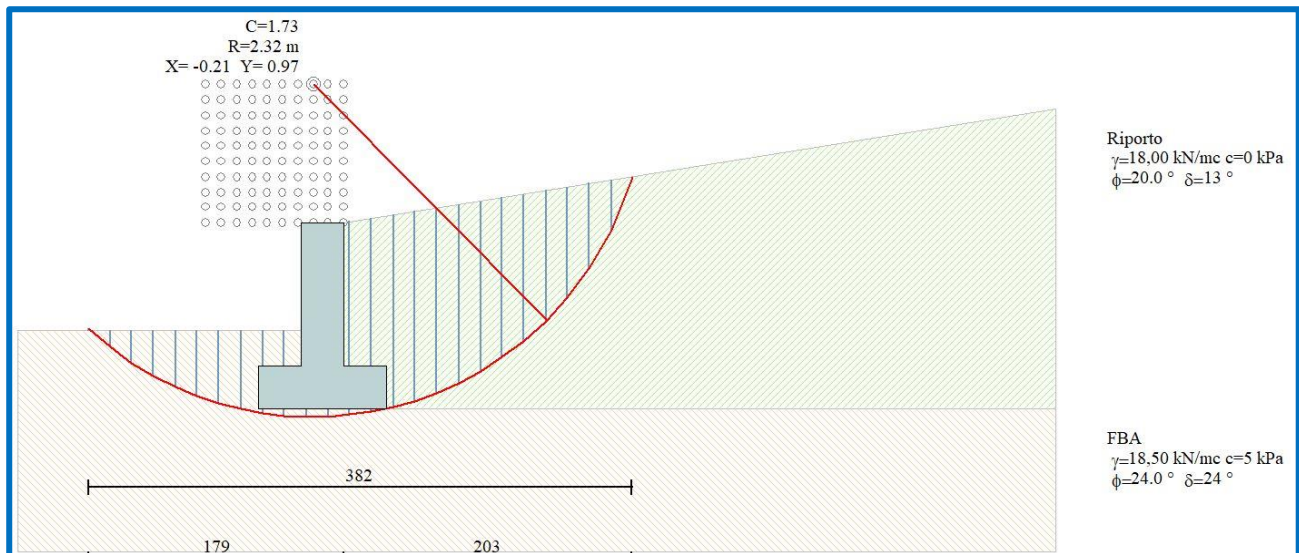


Fig. 4 – Verifica di stabilità globale

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

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

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PRO-GEO Studio di Ingegneria
Licenza	AIU22762G

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
()